

# Jugar, aprender e innovar con la ingeniería



Memorias del VII Encuentro de la Red GEIO  
celebrado en Bogotá, en 2011.



UNIVERSIDAD  
CENTRAL

# Jugar, aprender e innovar con la ingeniería

Memorias del VII Encuentro de la Red GEIO  
celebrado en Bogotá, en 2011.





### **Consejo Superior**

Jaime Arias Ramírez (Presidente)

Jaime Posada Díaz

Rafael Santos Calderón

Fernando Sánchez Torres

Pedro Luis González (Representante de los docentes)

Angélica González Gómez (Representante de los estudiantes)

### **Rector**

Rafael Santos Calderón

### **Vicerrector académico**

Luis Fernando Chaparro Osorio

### **Vicerrector administrativo y financiero**

Nelson Gnecco Iglesias

### **Una publicación del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Central y la Red IDDEAL**

Julio Mario Rodríguez Devis

**Decano Facultad de Ingeniería**

Naliny Patricia Guerra Prieto

**Directora Departamento de Ingeniería Industrial**



ISBN para PDF: 978-958-26-0288-8

Ediciones Universidad Central

Carrera 5 n.º 21-38. Bogotá D. C., Colombia

Tel.: 334 49 97; 323 98 68, exts. 2353 y 2356.

editorial@ucentral.edu.co

### **PRODUCCIÓN EDITORIAL**

Departamento de Comunicación y Publicaciones

Dirección: Edna Rocío Rivera P.

Coordinación editorial: Héctor Sanabria R.

Diseño y diagramación: Patricia Salinas G. y Alexander Casas C.

Corrección de textos: Lorena Castro y Óscar Arango

Las imágenes utilizadas en esta publicación son reproducidas con fines exclusivamente académicos, sin propósitos comerciales.



Material publicado de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons 4.0 internacional. Usted es libre de copiar, adaptar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando dé los créditos de manera apropiada, no lo haga con fines comerciales y difunda el resultado con la misma licencia del original.

# Presentación



Haga clic en el video  
para reproducirlo

# Ponencias

● Sistemas dinámicos: una línea de investigación clave para la formación de los ingenieros del futuro .....	7
● Cocreación estratégica de las organizaciones .....	15
● Enseñando ingeniería por medio de dibujos: método del pensamiento visual .....	23
● Ruteo de un sistema de vehículo guiado automatizado: para mejorar la logística interna de un centro de almacenamiento .....	31
● Diseño de un juego para la competencia del trabajo en equipo .....	41
● Validación de un juego didáctico que simula el proceso productivo y administrativo de una empresa que trabaja por orden de fabricación .....	50
● Una metodología práctica para fortalecer el proceso de formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial .....	57
● Línea de ensamble de cuatrimotos en una celda de manufactura flexible .....	64
● Una mirada a las capacidades en investigación y administración de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira.....	70
● La inclusión del enfoque sistémico en la universidad.....	78
● Desarrollo de un OVA para física mecánica.....	87
● Taller de simulación de la cadena de suministro con el empleando de la tecnología EPC-RFID .....	101
● Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión de conocimiento.....	113



# Lúdicas



● Ruta 4.5 plus .....	125	● Alerta roja, ¡indícame la situación! .....	254
● Truck Manufacturing Game .....	132	● Apuéstale a tu conocimiento .....	258
● Trucks Dangerous .....	138	● Fábrica Cars on time .....	263
● The Super Champions League .....	145	● Colombia Supermarkets .....	271
● Lúdica aplicada al problema de diseño de la red logística .....	152	● ¡Esto no es lo que parece! .....	276
● Lúdica de aplicación de la simulación Montecarlo .....	161	● Cartas de control de calidad .....	280
● Caótica.....	173	● Análisis envolvente de datos en la carpintería GEIO .....	286
● El estrategia del mercado .....	180	● A chorros .....	293
● Elpp@renacimiento .....	187	● La increíble historia del señor Al-Um-Inio .....	298
● GPS in RED .....	193	● Negociando ando.....	303
● Invade al planeta .....	199	● ¿Dónde está la restricción? .....	308
● Lúdica para el aprendizaje y la enseñanza del MRP (LUA-YE MRP) .....	206	● Toyshop Adventures.....	315
● Minesweeper .....	211	● Roma .....	321
● Stations online .....	216	● Comercialización de productos en mercados internacionales .....	331
● The Survivor .....	221	● Ingeniería inversa .....	339
● Toxic Poker .....	226	● Flow Shop/Job Shop con tecnología .....	349
● Main-Types .....	234	● Fábrica de productos XZ con tecnología .....	361
● Lancel'anzuelo .....	239	● Push/pull con tecnología .....	375
● Diviértete y gana con seguridad .....	244		

# Sistemas dinámicos

## Una línea de investigación clave para la formación de los ingenieros del futuro

*Dynamical Systems: an important research's line to the training of the future engineers*

### Resumen

La Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, a través del Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO), ha venido apuntando, por medio de la línea de investigación fundamentada en los Sistemas Dinámicos, al desarrollo de proyectos que permiten la formación de ingenieros críticos, con visión sistémica, capaces de comprender el entorno social donde se encuentran inmersos.

A través del trabajo con el pensamiento sistémico se busca consolidar una facultad que tenga formación integral humana. Se desea capacitar ingenieros enfocados en ciencia, tecnología y sociedad, que salgan a cambiar el mundo y no solo a defenderse de él.

**Palabras clave:** dinámica de sistemas, educación, pensamiento sistémico, universidad.

### Abstract

The Faculty of Industrial Engineering of the Universidad Tecnológica de Pereira, through their group “GEIO”, has been aiming through the research line based on Dynamical Systems in the development of studies that allow the training of critical engineers with systemic vision, able to understand the social environment where they are immersed.

The training in systems thinking, seeks to consolidate a faculty that has integral human formation. The Faculty wants to train engineers focused on science, technology and society that go change the world and not just to defend of it.

**Keywords:** education, system dynamics, systems thinking, university.

Érika Echeverry Londoño\*  
Carlos M. Zuluaga Ramírez\*\*

Universidad Tecnológica de Pereira



- 
- \* Correo electrónico: [erikaecheverry.9@gmail.com](mailto:erikaecheverry.9@gmail.com)
  - \*\* Correo electrónico: [cmzuluaga@utp.edu.co](mailto:cmzuluaga@utp.edu.co)

# 1. Introducción

Las teorías mecanicistas de Newton desarrolladas hace más de 350 años implantaron una visión basada en el progreso científico, así se concibió al mundo como una máquina productiva y al hombre como un engranaje más de ese artefacto.

Este paradigma no fue ajeno al desarrollo de ambientes educativos modernos, ya que fueron permeados por una visión estática y reduccionista que aún está presente y vigente en la mayoría de modelos educativos de las universidades. Estas concentran sus esfuerzos en la formación de ingenieros al servicio de la ciencia, la tecnología y la innovación, tomando como ejes fundamentales el crecimiento económico y la productividad, con lo que se pretende responder mejor a las expectativas de competitividad e internacionalización de la actual sociedad del conocimiento, definida desde la noción de un capitalismo cognitivo que distorsiona la verdadera misión de la universidad.

Esta perspectiva fragmentada del mundo no permite comprender la naturaleza dinámica de la sociedad del siglo XXI. En contexto, la ingeniería no podrá ejercerse en el vacío, separada de la sociedad como frecuentemente se hace hoy en día, por ello se requiere la formación de ingenieros con pensamiento crítico y visión sistémica, capaces de comprender el entorno social donde se encuentran inmersos.





## 2. Orígenes de la visión mecanicista de la ingeniería [1]

La formación mecanicista brindada a los ingenieros en las escuelas tradicionales y las facultades de ingeniería una forma de enseñar a pensar, cuestionar y medir el mundo de manera fragmentada, esta analiza sus partes y deja a un lado las interrelaciones y conexiones que existen entre los diferentes elementos que componen la realidad.

Sin embargo, la naturaleza, según Gregory Bateson, no mide, solo trata con parámetros que se conectan, no con cuantificación. No hay un estándar objetivo de la altura que debe alcanzar un árbol ni de la velocidad a la que debe correr un animal.

Durante la mayor parte de la historia, la humanidad tampoco cuantificó su mundo. En tiempos de Aristóteles, la medida era comparativa, una vela era más brillante que otra, o un objeto era más pesado o una persona más grande. Esa visión del mundo cambió en el siglo XVI con Galileo Galilei, quien dio la idea moderna de medida, sosteniendo que el movimiento de cualquier objeto se podía

considerar independientemente de las demás características de este.

Cuando se hizo clara esa distinción, el movimiento se pudo medir en una escala y fue posible cuantificar la velocidad y dirección del movimiento de diversos objetos.

La historia pasa de ahí a Descartes, quien presentó gráficamente el movimiento en un diagrama (las coordenadas cartesianas). Más adelante, Newton estableció leyes matemáticas universales que vinculan el movimiento con la gravitación y a la moderna medida cuantificada, la cual depende de que se separen en la mente las calidades de un objeto que son inseparables y están combinadas de forma inherente con la naturaleza. A medida que la humanidad adquiría gran destreza en la medición, se cosecharon los resultados en progreso tecnológico: la máquina de vapor, el motor de combustión interna, los rascacielos y demás. En este siglo, la medición llegó a las organizaciones humanas de todo tipo, desde una iglesia hasta una empresa.

El modelo de la era industrial es vital, según el cual, las personas son un componente del proceso de producción.

Este modelo no ha cambiado mucho en los últimos cincuenta años. Anteriormente, los empleados se llamaban “brazos”, hoy se tiene una expresión más refinada “recurso humano”, lo cual significa seres humanos que están en reserva, en espera de ser utilizados.

La práctica de la medida ha llevado con el tiempo al pensamiento reduccionista y luego a la actividad mecanicista, que destruye la naturaleza y la sensibilidad natural.

Todas las anteriores concepciones y teorías han sido enseñadas y transmitidas en las distintas aulas de clase de diferentes universidades en el mundo, esto ha ocasionado que los ingenieros se formen en dirección a la ciencia, la tecnología y la cuantificación, dejando a un lado el aspecto social, natural, sistémico, relacional y humano que debe poseer toda ingeniería para brindar una verdadera formación integral.

### 3. Los sistemas dinámicos como aporte a la formación integral del ingeniero del futuro

El ingeniero actual debe ver al mundo como un sistema vivo, constantemente pulsante y cambiante, interconectado, de relaciones rápidamente interactuantes, en las cuales el orden surge naturalmente del caos sin ser controlado.

Esta perspectiva de sistemas vivos ha surgido de las nuevas ciencias del siglo XX: física cuántica, ecología, matemáticas de la complejidad y la teoría del caos.

El nuevo ingeniero debe prepararse para ver a las organizaciones humanas, para tomar el trabajo como forma de vida, como células biológicas o seres vivos, donde se encuentran inmersos sistemas sociales, interacciones humanas que no pueden ser medidas ni cuantificadas a través de los axiomas impuestos por el mundo mecanicista de Newton.

La formación en Sistemas Dinámicos permite que los ingenieros puedan desarrollar una serie de capacidades y competencias claves para leer, analizar e interactuar con el mundo actual, ya que brinda herramientas para entender la realidad no solo con números y medidas, sino que permite comprender las relaciones de refuerzo y equilibrio que se presentan en los sistemas naturales, también posibilita trabajar con arquetipos sistémicos para proponer nuevas formas de ver la realidad, construir diagramas o circuitos causales que inducen a reconocer patrones complejos de conexiones entre los diversos elementos que



forman un sistema, con el fin de analizar las causas y las consecuencias que puede traer una decisión.

El estudio de los sistemas dinámicos permite formar profesionales competentes, capaces de tratar problemas complejos de manera eficaz.

## 4. El GEIO y su aporte a la formación de ingenieros con visión sistémica

El GEIO de la Universidad Tecnológica de Pereira, consciente de la necesidad de formar ingenieros que busquen cambiar el mundo y no solo defenderse de él, ha realizado un gran trabajo desde su línea de investigación en Sistemas Dinámicos, pues, desde su labor, busca aportar a la formación de competencias sistémicas en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial.

Durante los últimos años, el grupo ha fortalecido su línea de investigación a través de varios proyectos que se han aportado para que los integrantes del equipo “futuros ingenieros” se formen como profesionales con habilidades técnicas en Dinámica de Sistemas y que adquieran competencias humanas relacionadas con el pensamiento sistémico.

Por medio de esta línea investigativa, se han llevado a cabo trabajos de grado que han permitido interpretar con mayor profundidad algunos sistemas de la universidad y la región, algunos de ellos los siguientes:

### 4.1 GEIO, una visión integral [2]

Este trabajo desarrollado por dos miembros del equipo presenta, a través de la teoría general de sistemas, los procesos identificados y definidos dentro de la dinámica del grupo, logrando su organización administrativa.

También proporciona una breve introducción a las teorías necesarias para obtener una visión integral del equipo (dinámica de sistemas, arquetipos sistémicos, diagramas causales y diagramas Forrester). Todo esto permitió observar las relaciones que se dan entre los diferentes elementos que afectan la dinámica del GEIO como grupo de investigación.

### 4.2 Diseño de un conjunto de herramientas que permitan la aplicación y enseñanza del pensamiento sistémico en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira [3]

Esta investigación ayudó a identificar una necesidad latente de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje al encontrar diferentes vacíos en los procesos académicos diarios. En este trabajo se investigaron las diferentes partes que forman la Facultad de Ingeniería Industrial como son el estudiantado, el cuerpo docente y el personal administrativo de la misma. Toda la investigación se desarrolló bajo la perspectiva y guía del pensamiento sistémico, el cual permitió analizar la facultad como una totalidad en la que intervienen diversidad de factores internos y externos. Teniendo esto en cuenta, se creó una pro-

puesta que integra el pensamiento sistémico al proceso de enseñanza-aprendizaje como un paso hacia la mejora continua, este es un método que va a la vanguardia del mundo actual en el desarrollo de las llamadas organizaciones inteligentes.

#### **4.3 Identificación de las competencias laborales de los ingenieros industriales solicitados actualmente en Colombia [4]**

Este trabajo desarrollado a través de una técnica de investigación cualitativa permitió determinar las competencias requeridas para los profesionales en ingeniería industrial solicitados por las empresas de la actualidad.

Esta investigación comprobó que el pensamiento sistémico es una de las habilidades que deben formar parte del perfil del ingeniero industrial solicitado por el mercado laboral.

#### **4.4 Aplicación de la dinámica de sistemas en el cultivo del café (*coffea arabiga*) en sus cuatro aspectos básicos (instalación, producción, producción plena y economía) en la finca Maracay del municipio Montenegro, departamento del Quindío [5]**

Con esta investigación, el grupo se encuentra actualmente incursionando en dar apoyo y soporte investigativo en la maestría en Investigación Operativa y Estadística de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. El trabajo está desarrollándose, y busca modelar a través de diagramas causales y Forrester el comportamiento y relación entre variables de uno de los renglones más representativos para la economía de la región como lo es la producción del café, con

esto se pretende tener una visión mucho más sistémica en relación a la producción del grano.

#### **4.5 Modelo de cadenas productivas con dinámica de sistemas**

Este trabajo también fue desarrollado en la maestría en Investigación Operativa y Estadística. A través de él se corroboró la pertinencia de la dinámica de sistemas como una herramienta adecuada para el modelamiento de cadenas productivas, pues por medio de diagramas causales y diagramas Forrester se pueden simular de manera adecuada este tipo de comportamientos. La investigación utilizó la cadena de suministros del Juego de la Cerveza, ilustrada en el libro de *Quinta Disciplina* de Peter Senge [6].

Buscando la formación integral de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial,

se han llevado a los salones de clase actividades lúdicas como:

- Cuentos infantiles que se enseñan conceptos claves de la dinámica de sistemas como son los arquetipos y los diagramas de influencias.
- El juego de los mamuts es una actividad donde se induce a los estudiantes a que ellos mismos construyan un diagrama causal. A partir de este pueden elaborar un diagrama Forrester.
- *Fish bank*, que busca que los estudiantes, a partir de su comportamiento como propietarios de empresas pesqueras que explotan el mar, comprendan la importancia de la toma de decisiones, basados en el conocimiento del sistema con ayuda de los arquetipos sistémicos, así como al desarrollo de una conciencia ambiental a partir del desarrollo sustentable.

Las anteriores investigaciones y trabajos relacionados con los sistemas dinámicos han permitido que por medio del GEIO se impulse la implementación de esta temática en la formación del ingeniero del futuro, pues se

ha comprobado que el pensamiento sistémico, holístico, relacional, debe ser un elemento transversal en el desarrollo de las demás competencias que se requieren para hacerle frente al actual mundo cambiante, en donde el ingeniero debe aprender a cuantificar, medir, tomar datos y realizar descripciones cuantitativas, pero además a debe ser capaz de comprender, relacionar y analizar de una manera global e interrelacionada haciendo comparaciones que permitan analizar la naturaleza de los eventos.

La capacitación de ingenieros para el futuro sustentada en las teorías sistémicas está enfocada en la consolidación de una facultad que busca la formación integral humana antes que una capacitación profesional demasiado temprana. Se desea formar ingenieros enfocados en ciencia, tecnología y sociedad, que impacten y desarrollen estrategias para transformar el mundo.

- Aunque los esquemas mentales y el aparato conceptual de las personas estén condiciona-

dos por la herencia de Descartes, Kepler y Newton, es necesario promover ambientes desde la universidad que permitan el desarrollo de un pensamiento divergente que conlleve a romper paradigmas tradicionales para responder y cambiar realidades operantes.

- Los modelos educativos actuales deben propender no solo por la formación integral de un ingeniero profesional, sino por la formación personal, para hacer de este un ciudadano comprometido con el desarrollo y bienestar de la sociedad.
- La enseñanza de este tipo de temáticas deben hacerse en ambientes activos y manipulables por parte del estudiante, llevándolo a un verdadero aprendizaje significativo y no a un simple manejo conceptual, pues el conocimiento sin práctica es simple información.



## 5. Referencias

- [1] P. Senge, “Evaluación y medición”, en *La danza del cambio*. Barcelona: Editorial Gestión, 2000, pp. 138-269.
- [2] M. L. Osorio Quiceno y D. P. Duque Vinasco, “GEIO, una visión integral” (trabajo de grado). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, 2007.
- [3] J. Quintero Quintero y L. C. Yepes Agudelo, “Diseño de un conjunto de herramientas que permitan la aplicación y enseñanza del pensamiento sistémico en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira (trabajo de grado). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, 2009.
- [4] L. A. Mejía Ospina, “Identificación de las competencias laborales de los ingenieros industriales solicitados actualmente en Colombia” (trabajo de grado). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, 2009.
- [5] E. Álvarez Tobón y J. J. García Merchán, “Aplicación de la dinámica de sistemas en el cultivo del café (*coffea arabica*) en sus cuatro aspectos básicos (instalación, producción, producción plena y economía) en la finca Maracay del municipio de Montenegro, departamento del Quindío” (tesis de maestría). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, 2009.
- [6] P. Senge, “Modelos mentales”, en *La Quinta disciplina en la práctica*. Argentina: Ediciones Granica, 1994.

## 6. Bibliografía complementaria

G. Hoyos, “La Universidad Tecnológica y la idea de universidad” (ponencia presentada en el evento de los primeros cincuenta años de la Universidad Tecnológica de Pereira). Colombia, 2011.



# Cocreación estratégica de las organizaciones

*Organizations Strategic Co-Creation*

## Resumen

La creación conjunta de valor, basada en modelos de cocreación y entornos colaborativos, combinados con la planeación estratégica, permite a las organizaciones repensarse y elaborar de manera eficiente sus estrategias futuras. La presente ponencia es un trabajo empírico, desarrollado en el Centro de Investigación Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia, que, basado en la metodología de *Knowledge Safari*, combinada con la planeación estratégica, se definió un norte claro para el futuro papel que el centro debería jugar para aportar de forma decidida al desarrollo de la comunidad académica.

**Palabras clave:** cocreación, colaboración, innovación, inteligencia colectiva, planeación estratégica

## Abstract

Conjoint value creation based on co-creation models and collaborative environments combined with strategic planning, allow organization rethinking and draw up efficiently their future strategies. The present speech is an empiric work developed at Environmental Investigation Center of Engineering Faculty of Universidad de Antioquia, in which under Knowledge Safari methodology combined with strategic planning was defined the clear north for the future role that the Center would have to play to contribute in a decided way to the academic community development.

**Keywords:** co-creation, collaboration, collective intelligence, innovation, strategic planning.

Alejandra María Bedoya Ossa\*  
Miguel Darío Aristizábal\*\*  
Jaime Alberto Echeverri\*\*\*



- \* Universidad de Antioquia.  
Correo electrónico:  
[alejandra@udea.edu.co](mailto:alejandra@udea.edu.co)
- \*\* UNE Telecomunicaciones.  
Correo electrónico:  
[miguel.aristizabal@une.com.co](mailto:miguel.aristizabal@une.com.co)
- \*\*\* Universidad de Medellín.  
Correo electrónico:  
[jaecheverri@udem.edu.co](mailto:jaecheverri@udem.edu.co)

# 1. Introducción

En un ambiente cambiante, donde el ecosistema empresarial se transforma rápidamente, las organizaciones que sobrevivan serán las que se adapten a los cambios de forma estratégica, por esto es necesario repensarlas de manera permanente [1]. En este sentido, el reto para los líderes de las organizaciones está en innovar.

Innovar es actualizar una idea. La innovación es la capacidad de los ejecutivos y de las sociedades de gerenciar y materializar el cambio [2]. Innovar no depende del equipo gerencial o del departamento de I+D, únicamente. Todos los *stakeholders*<sup>1</sup> de una organización pueden y deben ser activos en su cadena.

Para hacer partícipes a los diferentes agentes en la planeación estratégica es necesario convertir esta práctica en cultura organizacional desde su inicio. Lo anterior facilita saber cuál es el rumbo y hacia dónde se quiere llegar con las medidas y los cambios

que se implementen para alcanzar las metas propuestas. La interacción y participación de varios agentes permiten la creación de una inteligencia colectiva, fruto de la suma de las inteligencias individuales [3]. Esta suma de inteligencias proporciona la identificación de necesidades de forma colaborativa y disminuye la probabilidad de encontrar problemas inesperados en la implementación de la estrategia.

Como solución a los problemas de interacción y la falta de participación de los implicados en los cambios estratégicos de las organizaciones, existen técnicas de cocreación [4] que vinculan las partes interesadas en la creación de valor con la organización para beneficio de todos. Estas técnicas se pueden utilizar en las diferentes etapas del proceso de innovación, desde la identificación de problemas y necesidades, hasta la ejecución, prueba y validación, así como la comunicación de resultados del proyecto organizacional.

Una técnica utilizada para la planeación estratégica de las organizaciones ha sido el *Knowledge Safari*: un *brainstorming* estructurado para la exploración colaborativa de aspectos específicos presentados como estaciones de trabajo donde los participantes se mueven y crean un panorama de ideas y sugerencias a manera de *Wiki Incremental* [5]. Además, esta técnica se ha utilizado para otras aplicaciones como el levantamiento de requisitos de *software* en forma colaborativa y la generación de ideas para elaboración de proyectos en conjunto para el sector TIC, con excelentes resultados empíricos.

Cuando se trata de planear estratégicamente y repensar las organizaciones, se deben vincular a las partes interesadas, ya que las buenas ideas pueden ser aportadas por cualquier integrante de la organización. Lo importante es estructurar actividades que permitan dinamizar el trabajo en equipo e incentivar la creatividad y la colaboración, dado que estas técnicas aumentan la participación, el consen-

---

1 *Stakeholders* o partes interesadas.



so, la captura de ideas y la objetividad, además de convertir la innovación en una cultura para las organizaciones, al incluir a las personas en la cadena de innovación.

Vincular a las personas involucradas con la organización en cada una de sus áreas para examinar cuál puede ser su ventaja competitiva, planear su estrategia y proponer un norte claro de acuerdo con sus capacidades, parece una tarea difícil, por la dificultad para llegar a un acuerdo o por la misma dinámica de los integrantes del equipo; sin embargo, estructurando sesiones con técnicas basadas en la colaboración, con objetivos específicos, una buena gestión del tiempo y con la exigencia de comportamientos efectivos, se puede aprovechar la inteligencia y la experiencia de cada participante en un proceso creativo, con el objeto de encontrar el norte al que todos le apuestan para dar cumplimiento a una estrategia diseñada por todas las áreas de la organización de manera conjunta. Esta participación motiva a las personas a apropiarse

de los resultados y a llevar a cabo acciones para llegar a tal fin.

El Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería y varios grupos de investigación de la Universidad de Antioquia decidieron desarrollar sesiones para la co-creación de su estrategia con profesores, estudiantes y empleados de la Facultad. Estos ejercicios arrojaron resultados importantes en cuanto al aprovechamiento de los recursos para diseñar servicios adicionales que contri-

buyan a la generación de valor y de alto impacto, que, como Universidad Pública, deben generar en la sociedad. A continuación, se mostrará la metodología utilizada en el proceso de planeación estratégica, el cual parte de una sesión de diagnóstico, un análisis de los resultados y posteriormente una sesión “presencial” de co-creación donde se vinculan a diferentes interesados que forman parte de las funciones misionales del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería.

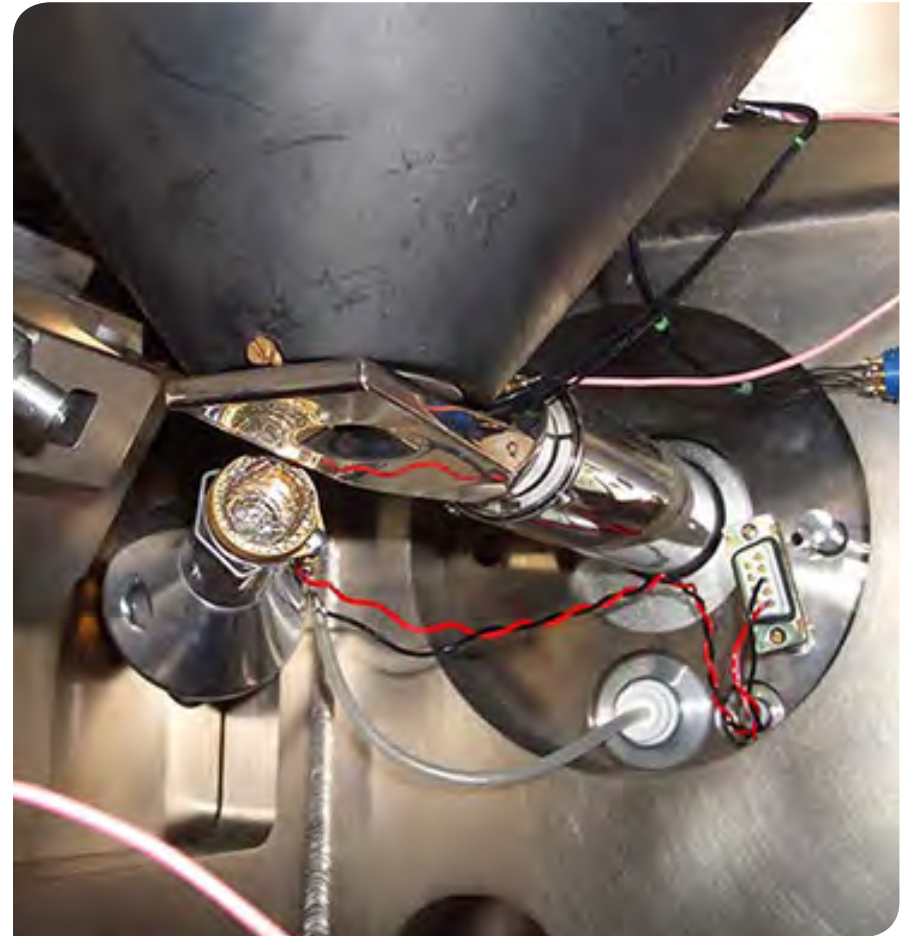


## 2. Contenido

El Centro de Investigaciones Ambientales y de Ingeniería (CIA) fue creado el 25 de marzo de 1975, mediante el Acuerdo Superior 7. Su creación fue motivada por la necesidad de responder a los temas de conservación y mejoramiento del ambiente, al impulso y desarrollo de estudios relacionados con los métodos de medición y control de contaminantes, y a la demanda de servicios de asesoría, consultoría y asistencia técnica para resolver problemas específicos.

El trabajo interdisciplinario en el CIA ha evolucionado a lo largo del tiempo desde la reunión transitoria de un grupo de profesionales de múltiples disciplinas para la ejecución de un proyecto, hasta la composición permanente de grupos de investigación y trabajos especializados en diferentes áreas del conocimiento.

En la actualidad, y en concordancia con lo definido por el Acuerdo Superior 204 del 6 de noviembre de 2001, la labor del Centro ha sobrepasado el ámbito ambiental para convertirse en promotor de todas aquellas actividades que fomenten la investigación en todas las disciplinas de la ingeniería y el apoyo a los grupos de investigación en el desarrollo de sus proyectos.



### 3. Misión

La Misión del Centro de Investigación Ambientales y de Ingeniería es “proponer políticas de investigación para la Facultad, promover la investigación tanto a nivel del pregrado como del posgrado, fomentar las relaciones de los investigadores con la sociedad y apoyar administrativamente el desarrollo de los proyectos de investigación”.

Con el fin de tener un primer acercamiento al ejercicio de planeación estratégica del centro, se convocó a los profesores de los grupos de investigación y a los que participan en los procesos del CIA, para vincularlos en el diagnóstico y recolección de información y la posterior identificación de problemas del Centro. Con la información recogida en dos reuniones previas al taller de cocreación de la estrategia del Centro se alimentó una matriz, compuesta por tres columnas y cinco filas. La matriz fue definida por los integrantes del comité técnico<sup>2</sup> del Centro, como áreas importantes para el desarrollo de la misión del CIA (véase la tabla 1).

<sup>2</sup> Comité que participa de todos los procesos de decisión del CIA.

Tabla 1. Esquema de la matriz de áreas afectadas por la gestión del CIA

	Docencia	Investigación	Extensión
Pregrado			
Posgrado			
UdeA			
Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología SNCyT			
Sistemas internacionales			

## 4. Metodología

Después de tener como insumo el diagnóstico de la situación actual del Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, el comité decidió crear un taller interactivo, basado en técnicas de cocreación para madurar el futuro del CIA y conocer cuáles son las funciones incluyentes y de alto impacto que debería cumplir como Centro de Investigaciones de la Universidad de Antioquia, a corto, mediano y largo plazo. Se propuso una adaptación de la metodología *Knowledge Safari*: un *brainstorming* estructurado, para la exploración colaborativa de aspectos específicos, presentados como estaciones de trabajo donde los participantes se mueven y crean un panorama de ideas y sugerencias de manera incremental (véase la fotografía 1).

El objetivo principal del taller fue pensar en el futuro del centro, alimentando la tabla 1, pero de forma positiva, con ideas de las funciones que el CIA debería gestionar para impactar la sociedad en el ámbito regional, nacional e internacional.

Al taller asistieron quince personas, las cuales fueron distribuidas en tres grupos para trabajar la matriz por filas, ejemplo: fila de posgrado, como es la interacción del CIA con el posgrado en las áreas de docencia, investigación y extensión, luego trabajaría la

fila de investigación y así sucesivamente. En cada fila pueden surgir ideas comunes para los aspectos de docencia, investigación y posgrados, para lo cual se debe ubicar la misma información en las celdas que el equipo considere pertinente.

Fotografía 1. Trabajo colaborativo



► De izquierda a derecha: Natalia Gaviria (Coordinadora del Centro), Ricardo Moreno (Grupo de investigación de Diseño Mecánico), María Esperanza López (Grupo de Investigación GIPIMME) Juan Guillermo Villegas (Grupo INCAS) y Mauricio Hernández (Grupo GIBIC).

Se crearon cinco estaciones, una por cada fila. En cada nueva estación los participantes analizaron la fila en cuestión, debatieron y crearon una serie de ideas, conceptos y propuestas que escriben en hojas de papel a modo de pistas para que los próximos ex-

ploradores de la estación Safari tengan pistas para la creatividad de los participantes, aportando el mayor número de ideas en un tiempo determinado de quince minutos por estación (véase la fotografía 2).

Fotografía 2. Trabajo colaborativo



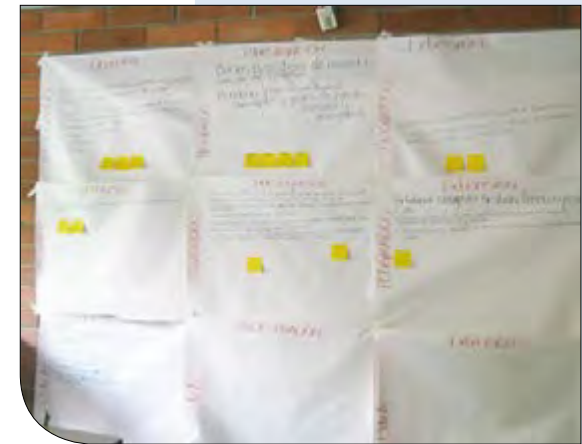
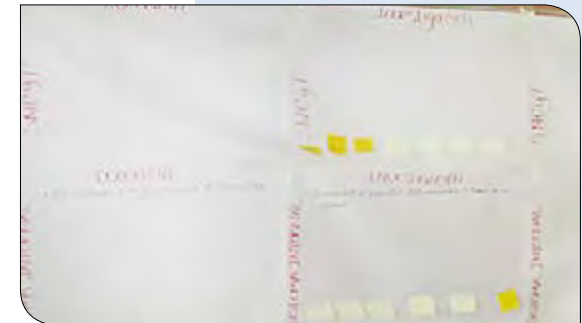
► De izquierda a derecha: Jaime Valencia (Grupo Gimel), Juan Fernando Salazar (Grupo GIGA) Óscar Ortega (Grupo Sicosis) y Juliana Osorio Echavarría (Grupo Bioprocesos).

El taller se llevó a cabo para la identificación de ideas y propuestas de cambio que, posteriormente, deberán priorizarse de acuerdo con la relevancia y viabilidad. Así se llegaría a seleccionar las principales ideas que se podrían desarrollar, para convertirlas en estrategias y definir estrategias para el logro de las metas en el corto, mediano y largo plazo.

Después de dictar el taller, se tomó la información que aportaron todos los asistentes sobre lo que debería hacer el Centro de In-

vestigaciones de la Facultad de Ingeniería, y se alimentó la matriz de la situación futura del centro, que se muestra en la fotografía 3; esta información será utilizada como insumo para la planeación estratégica del Centro de Investigaciones, con lo que se dio prioridad a las ideas y acciones por su viabilidad y pertinencia. Además, se deben tener en cuenta las capacidades organizacionales del mismo centro.

Fotografía 3. Resultado trabajo-Matriz futura



## 5. Conclusiones y recomendaciones

En la evaluación posterior a la metodología, los participantes concuerdan con que la gestión del trabajo en equipo y la cocreación de proyectos y actividades en las que se utilizan técnicas para incentivar la creatividad aumentan la productividad del equipo, suma inteligencias, permite detectar necesidades y problemas que otros no habían considerado, además de que permite encontrar soluciones efectivas. Allana el camino para integrar y estructurar ideas en conjunto, en aras de que su implementación tenga un impacto mayor.

Como trabajo futuro se plantea la elaboración de un cuadro de mando integral que permita establecer la estrategia del Centro con sus respectivos instrumentos de control y evaluación del impacto de las acciones que se ejecuten a corto, mediano y largo plazo.

## 6. Agradecimientos

Se agradece el apoyo de Artica (Alianza Regional para las TIC Aplicadas) y del proyecto de cocreación que es soportado por la Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Sede Medellín, Universidad Pontificia Bolivariana, Universidad EAFIT, Universidad de Medellín y UNE EPM Telecomunicaciones.

## 7. Referencias

- [1] C. K. Prahalad y M. S. Krishnan, *La nueva era de la innovación: cómo crear valor a través de redes globales*. México: McGraw-Hill, 2009.
- [2] D. Gómez. (2011). “Condenados a innovar: memorias de un asistente a Charlas N”. Ruta N. Consultado el 4 de abril de 2011 en [www.rutanmedellin.org/info/Paginas/condenados-a-innovar-memorias-de-un-asistente-a-Charlas-N.aspx](http://www.rutanmedellin.org/info/Paginas/condenados-a-innovar-memorias-de-un-asistente-a-Charlas-N.aspx)
- [3] F. Cembranos y J. Á. Medina, *Grupos inteligentes: teoría y práctica del trabajo en equipo* (2.a ed.). Madrid: Editorial Popular, 2003.
- [4] C. K. Prahalad y V. Ramaswamy, *El futuro de la competencia: creación conjunta de valor único con los consumidores*. España: Gestión, 2000, 2004.
- [5] P. Martínez. (2011). Futour / Nomadic Future Center. Consultado el 4 de abril de 2011 en [www.futour.it/english/](http://www.futour.it/english/)



# Enseñando ingeniería por medio de los dibujos

## Método del pensamiento visual

*Engineering Teaching Through the Drawings: Method of Visual Thinking*

### Resumen

La sociedad avanza en un proceso de mejoramiento continuo. Una de las áreas que avanza rápidamente es la enseñanza, sobretodo en la búsqueda de la facilidad de aprendizaje de los alumnos mediante la actividad dinámica. Así mismo, se observa el auge del entretenimiento por medio de los dibujos en sus distintos formatos (revistas, periódicos, películas, entre otros). Al combinar estos dos factores, se crea una metodología atrayente para los alumnos. La forma más fácil de juntar los dos factores presentes (enseñanza y dibujo) es a través del método del pensamiento visual. Este método nos permite encontrar conceptos inmersos en los dibujos que no son visibles a simple vista, utilizando una serie de pasos analíticos de manera simple.

**Palabras clave:** aplicación, creatividad, ingenio, método, pensamiento.

### Abstract

The society is advancing a process of continuous improvement. Education is the area more rapidly advancing, looking for ease of student learning through dynamic activity. It also shows the increase of entertainment by means of drawings in various formats (magazines, newspapers, movies, etc.) by combining these two factors creates an attractive approach for students. The easiest way to bring the two factors present: (teaching and drawing method) is through visual thinking. This method allows us to find concepts embedded in the drawings are not visible to the eyes, using a series of analytical steps simple.

**Keywords:** application, creativity, method, thought, wit.

Margarita Rosa Caicedo Ardila\*

Universidad Central del Valle (Uceva)



[http://fc05.deviantart.net/fs70/f/2010/320/4/6/los\\_pinguinos\\_de\\_madagascar\\_by\\_pdmyp-nf-d3304d7.jpg](http://fc05.deviantart.net/fs70/f/2010/320/4/6/los_pinguinos_de_madagascar_by_pdmyp-nf-d3304d7.jpg)

\* Correo electrónico:  
[caicedomargarita@hotmail.com](mailto:caicedomargarita@hotmail.com)

## 1. Introducción

En la vida actual se observa el incremento en auge de los procesos de entretenimiento relacionado con los dibujos en sus distintos formatos. Los ingenieros no le dan gran importancia a este avance, ya que están más centrados en analizar datos estadísticos, que en producir resultados matemáticos.

Debido a esto, la propuesta es analizar esos dibujos con el pensamiento visual, que nos permita observar abiertamente los conceptos de ingeniería inmersa en gran cantidad de dibujos por medio de simples pasos analíticos.

El pensamiento visual es la práctica de utilizar imágenes para resolver problemas, reflexionar sobre cuestiones y comunicar con claridad. A medida que la sociedad crece, hay mayor cantidad de información, lo que complica la asimilación de la misma. Por eso necesitamos una forma de simplificar la complejidad que nos rodea para poder recuperar nuestra capacidad de pensar, crear y comunicar.

El 80% del cerebro se dedica al procesamiento de información visual, al escuchar cualquier palabra se proyecta una imagen en nuestro cerebro. Este procesamiento es parte de la historia del ser humano donde vemos que el lenguaje escrito procede del mismo dibujo.

En este mundo cambiante se observa un aumento constante en los temas relacionados con la animación (proceso utilizado para dar la sensación de movimiento a imágenes o dibujos) en el ámbito de la tecnología, con aplicación de distintos *software* que nos enseñan paso a paso el desarrollo de un tema en particular desde ingeniería, arquitectura, idioma, publicidad y muchos más.

## 2. Proceso del pensamiento visual

Este proceso consta de cuatro fases:

- Mirar (recopilar y seleccionar): proceso semipasivo para absorber la información visual que nos rodea. Mirar se relaciona con recopilar los estímulos y hacer una evaluación inicial de lo que tenemos en frente, para poder saber cómo responder.
- Ver (seleccionar y agrupar): proceso en el cual nuestros objetos se activan de manera consciente. Aquí seleccionamos la información que merece una inspección más detallada.
- Imaginar (ver lo que no está presente): ocurre después de que los aspectos visuales se han recopilado y seleccionado y cuando llega el momento de empezar a manipularlos.
- Mostrar (dar claridad a todo): es el proceso de encontrar y entender las pautas para descubrir elementos nuevos en ellas y para revelarlas a los demás.





### 3. Características de los hemisferios del cerebro

En la tabla 1 se observan las características de cada uno de los hemisferios.

**Tabla 1. Características de los dos hemisferios**

Hemisferio izquierdo	Hemisferio derecho	Hemisferio izquierdo	Hemisferio derecho
Lógico	Holístico e intuitivo	Objetivo	Subjetivo
Abstracto	Concreto	Intelectual	Sentimental
Secuencial	Global	Deduce	Imagina
Lineal	Aleatorio	Explícito	Implícito
Realista	Fantástico	Convergente	Divergente
Verbal	No verbal	Pensamiento vertical	Pensamiento horizontal
Temporal	Atemporal	Sucesivo	Simultáneo
Literal	Simbólico	Intelecto	Intuición
Cuantitativo	Cualitativo	Secuencial	Múltiple
Lógico	Analógico		

Fuente: Schnarch [2010, 135].



El hemisferio izquierdo se centra en el análisis, lo analítico y explicativo. Es común que un ingeniero que apruebe los test de análisis maximiza este hemisferio. El hemisferio derecho se ocupa de la creatividad; en el campo de la ingeniería este no es utilizado al máximo.

Sin embargo, si una persona puede desarrollar estos dos hemisferios por igual, tendrá un gran alto potencial en la empresa donde labore.

## 4. La visión y el oído

Como se había dicho, el presente documento trata de explicar la utilización de los dibujos en sus diferentes formatos.

Uno de estos formatos es la animación donde se hace presente la utilización principal de dos sentidos fundamentales, la vista y el oído.

El proceso de la visión inicia cuando la luz se convierte en señales nerviosas, penetra el cristalino, la enfoca sobre la retina, llegan a los receptores de luz, que son los conos y bastones, se impulsan al nervio óptico, donde se convierten en imágenes, y llegan al cerebro, el cual organiza la información. En realidad, vemos con el cerebro a través de los ojos.

El 90% de la información visual que nos llega fluye por los ojos hacia la corteza visual por vía del cuerpo lateral geniculado, el 10% toma una vía diferente a través del cólico superior. El 90% de la señal visual pasa por una vía más nueva y recorre el cuerpo lateral geniculado, la estación central del triángulo o clasificación visual inmediata, que está ubicada en la parte frontal del lóbulo derecho e izquierdo de la neocorteza.

La neocorteza es la parte de nuestro cerebro responsable del pensamiento consciente, de la toma de decisiones analíticas, de dominar las cosas y de un alto nivel de procesamiento.

El proceso del oído inicia cuando los sonidos llegan al cerebro después de viajar por el conducto del oído y pasan por el nervio auditivo y bulbo raquídeo en donde transitan por estaciones repetidoras que transmiten los sonidos a la corteza auditiva que registra los impulsos sonoros de ambos oídos. Las señales llegan a la corteza auditiva, en el cerebro, y son interpretadas, registradas, agrupadas y almacenadas. Esta parte del cerebro está muy comunicada con los centros que procesan el lenguaje y le dan sentido a los sonidos del habla.

La animación permite tratar temas de mayor categoría porque incorpora sonido, lo que permite el involucramiento de un tema y entendimiento en gran manera.



Imagen tomada de: [http://img.desmotivaciones.es/201205/images\\_1262.jpg](http://img.desmotivaciones.es/201205/images_1262.jpg)

## 5. Regla del 6 x 6

Esta regla define que por cada seis maneras de ver hay una manera correspondiente de mostrar, tal como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2. Regla del 6 x 6

Maneras de ver	Maneras de mostrar
Quién/Qué	Retrato
Cuánto	Gráfico
Dónde	Mapa
Cuándo	Cronograma
Cómo	Diagrama de flujo
Por qué	Matriz de variables múltiples

Fuente: Schnarch [2010, 135].

Una de las formas que tenemos para explicar es centrarnos en cualquier tema de interés, por sencillo que sea, y visualizarlo en la mente.

- **Quién/Qué:** son los elementos que creamos y reconocemos, estos objetos se visualizan mediante las características de sus aspectos medibles y de sus atributos cualitativos

- **Cuánto:** mientras una parte de la mente está ocupada en identificar los objetos, otra parte ve los números; es decir, la cantidad de objetos que se perciben, como la cantidad de sillas en un parque o la cantidad de animales presentes.
- **Dónde:** una tercera parte de nuestro sistema de visión se ocupa simultáneamente de notar la ubicación de todos los objetos y cantidades.
- **Cuándo:** es la posición en el tiempo, cuando visualizamos en la mente se observa que los elementos no están estáticos, estos pueden variar de un lugar a otro, pero seguirán siendo el mismo objeto.
- **Cómo:** es la combinación de los quién/qué, cuántos y dónde. Es la materia prima que juntamos para ver cómo ocurren las cosas.
- **Por qué:** es la explicación que le damos a nuestras actividades imaginadas en la mente; es decir, sabemos inconscientemente el proceso que se lleva cabo, como relacionar por qué un perro está en un parque y por qué su ama(o) lo sacó a pasear.

A continuación, se dará una explicación del tema con la serie Pepita, una caricatura en formato de periódico, tal como se aprecia en la figura 1.

Figura 1. Caricaturas de Lorenzo y Pepita



Fuente: periódico *El País* (octubre 15 de 2011).

- Quién/Qué: el personaje principal, Lorenzo (figura del empleado de oficina).
  - Dónde: empresa (mapa de la oficina).
  - Cuándo: domingo en la mañana (cronograma del día no laboral).
  - Cómo: computador (diagrama de flujo: de las actividades que debe realizar el empleado).
  - Por qué: adelantar trabajo (matriz de variables múltiples: relación de tareas con otras).
- Con esta caricatura podemos observar el clima organizacional que se vive en algunas empresas del mundo, con la relación empleador-empleado.
- Ahora pasamos a aplicar el marco del 6 X 6 a los dibujos de animación. Traeremos dos ejemplos donde se presentarán temas más analíticos para ingeniería.

## 6. Dilbert

A continuación, basados en el cómic Dilbert, capítulo “El nombre”, se presentará la preparación de un proyecto.

Descripción del episodio: Dilbert es elegido para crear el nuevo producto estrella de su empresa y tendrá que enfrentar algunas dificultades técnicas. Empezando por las fases que se requieren para realizarlo y el poco tiempo de preparación brindado por su jefe<sup>1</sup>.

- Quién/Qué: Dilbert/ Retrato: ingeniero.
- Dónde: empresa (retrato: cubículo).
- Cuándo: día laboral (cronograma: tiempo de preparación del proyecto).
- Cómo: notas, archivos (diagrama de flujo: planeación de actividades programadas).
- Por qué: actividad encomendada (matriz de variables múltiples: aumentar ingresos mediante un nuevo producto estrella).

---

<sup>1</sup> Adjunto el enlace de la animación: [www.youtube.com/watch?v=IXg-KQU4ICQ](http://www.youtube.com/watch?v=IXg-KQU4ICQ) (parte 1) y [www.youtube.com/watch?v=uGLN08oWUOI](http://www.youtube.com/watch?v=uGLN08oWUOI) (parte 2).

## 7. Conclusiones

- Se observa que la ingeniería no solo se aplica a datos matemáticos, podemos encontrarla en cualquiera de los elementos de nuestra vida cotidiana.
- Con el avance de la animación, los dibujos en sus distintos formatos tienen auge, por lo cual se permite obtener beneficio si se usan como temas acordes con la ingeniería.
- Mediante la utilización adecuada de los pasos aplicados al modelo del pensamiento visual se puede acceder a conceptos difíciles de observar.

## 8. Recomendaciones

Como ingenieros que somos, no debemos obviar algunos elementos que al principio no percibimos como buenos temas de ingeniería.

## 9. Bibliografía

- Adam, S. (1989). *Dilbert Comic Strip*. Kansas: Andrews McMeel Publishing.
- Arnheim, R. (1998). *El pensamiento visual*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Arnheim, R. (2002). *Arte y percepción visual: psicología del ojo creador*. Madrid: Alianza Editorial.
- Nickelodeon. *Los pingüinos de Madagascar* [serie de televisión]. Estados Unidos, s. f.
- Roam, D. (2009). *La clave es la servilleta: resolver problemas y vender ideas mediante dibujos*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- Schnarch, A. (2010) *Creatividad aplicada* (2.a ed.). Bogotá: ECOE ediciones.
-

# Ruteo de un sistema de vehículo guiado automatizado

## para mejorar la logística interna de un centro de almacenamiento

John Camilo Cifuentes Taborda\*  
Óscar Mauricio Rojas Moscoso\*\*

Universidad Central

*Guided Vehicle Routing to Improve Internal Logistics of Center Storage*

### Resumen

El presente trabajo integra los procesos de modelamiento matemático y simulación de un problema de ruteo en un entorno real, el cual fue construido de un modelo físico a escala, bajo un conjunto de parámetros controlados. Para tal fin, se partió de un caso en el cual existe un centro de almacenamiento con capacidad limitada. Para modelar el sistema, se parte del problema clásico del agente viajero (TSP), en el que se pretende que un vehículo guiado automatizado (AGV, por sus siglas en inglés) recorra un conjunto de puntos (posiciones de almacenamiento), con el fin de minimizar un objetivo, logrando satisfacer restricciones de recorridos y minimizar las distancias entre puntos.

**Palabras clave:** logística interna, problema del agente viajero, ruteo de vehículos, vehículos guiados.

### Abstract

This work integrates the processes of mathematical modeling and routing's simulation problem in a real environment with the construction of a physical model to scale, under a controlled set of parameters. To this end, exists a case in which there is a storage facility with limited capacity. To model the system, its begins with the classic traveling salesman problem (TSP), in which its pretend that an Automated Guided Vehicle AGV traveling by set of points (storage locations) in order to minimize an objective, complying with restrictions Displacement and minimization of distances between points.

**Keywords:** internal logistics, guide vehicles, traveling salesman problem, vehicle routing.



\* Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico: [jcifuentest2@ucentral.edu.co](mailto:jcifuentest2@ucentral.edu.co)

\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico: [orjasm2@ucentral.edu.co](mailto:orjasm2@ucentral.edu.co)

# 1. Introducción

## 1.1 Definición del problema

Dentro de las redes logísticas de distribución, los sistemas de almacenamiento pueden ser considerados como operaciones de transporte en los cuales la unidad de distancia en la que se desplaza un producto es igual a 0, pero existen costos por cada unidad de tiempo que el producto dure siendo desplazado (almacenado). Los sistemas de almacenamiento cuentan con dos funciones primordiales (Ballou, 1991), (Simchi-Levi, 2008), [2], [7], las cuales son: mantenimiento de inventarios y manejo de mercancías; esta última corresponde a las actividades de carga, descarga y transporte del producto a las diferentes zonas de almacén.

El problema que se aborda en este trabajo parte de la función de manejo de mercancías dentro de una bodega capaz de almacenar un conjunto de ítems durante un tiempo determinado, y en donde los procesos de transporte interno se hacen por medio de sistemas de vehículos guiados automatizados, capaces de recorrer todas las posiciones de almacenamiento.





## 2. Los sistemas AGV

Los AGV puede ser definidos como sistemas de transporte sin conductor, los cuales se utilizan para el movimiento de materiales de forma horizontal o vertical (Vis, 2006) [8]; por otro lado, Insa et ál. [3] definen los sistemas AGV como equipos de manejo de materiales, los cuales se orientan y desplazan a través del uso de rutas o redes que se utilizan guías de ubicación o puntos de destino.

Un AGV puede ser utilizado para modelos de transporte de logística externa e interna (función de manejo de mercancías en un Sistema de Almacenamiento), en donde esta última se encarga de los procesos de transporte de materiales dentro de bodegas de almacenamiento, centros de conexión (*cross docking*), líneas de producción y centros de proceso y ensamble, otros autores enuncian aplicaciones como transporte de *pallets* entre secciones de recepción, almacenamiento y producción, clasificación, embarque o transbordo; los cuales también sirven para

el manejo de mercancías entre varios modos de transporte [3], [8].

En la literatura [4], [5], [8], se presenta una gran cantidad elementos tácticos y operativos que deben ser tenidos en cuenta a la hora de diseñar un sistema de AGV, dentro de estos se destacan los siguientes:

- Flujos de rutas
- Administración del tráfico
- Ubicación de puntos de cargue y descargue
- Requerimientos del vehículo
- Diseño de rutas
- Programación de vehículo
- Administración de baterías
- Programas de administración de fallas

Por otro lado, para medir el desempeño de estos sistemas, se han usado criterios como Vis [8]:

- Maximizar el *Throughput* del sistema (número de cargas manejadas por unidad de tiempo).

- Minimizar el tiempo requerido para completar todas las tareas.
- Minimizar los tiempos de distancias recorridas del vehículo.
- Minimizar el costo total de movimiento.
- Minimizar los tiempos de espera en la carga.



[http://www.kba.com/fileadmin/user\\_upload/Products/Commander\\_CL/AGV-Cortina06\\_Patras\\_S\\_8.jpg](http://www.kba.com/fileadmin/user_upload/Products/Commander_CL/AGV-Cortina06_Patras_S_8.jpg)

### 3. Propuesta de solución

Con base en lo anterior, la presente investigación propone entonces desarrollar el ruteo de un AGV, con el ánimo de reducir el tiempo de recorrido de las rutas, para lograr mejoras en la logística interna de una bodega.

De manera formal, los problemas de minimización de distancias y construcción de rutas han sido abordados por varios autores, la primera caracterización conocida de este tipo de situaciones fue el popular problema del agente viajero (*Traveling Salesman Problem*), el cual hizo su aparición en Europa en el siglo XVII. “El punto principal de la ruta del agente viajero consiste en visitar tantos lugares como sea posible sin tocar un lugar dos veces” Boigt (1832). Posteriormente, el matemático irlandés William Rowand Hamilton diseñó un juego que consistía en hacer un recorrido por los veinte puntos de un icosaedro, que iniciara y terminara en el mismo punto sin repetir lugares visitados, este tipos de recorridos se conocen actualmente como ciclos Hamiltonianos.

Ya en 1930, el matemático Karl Menger, quien se encontraba radicado en Viena, planteó matemáticamente por primera vez el problema del agente viajero (Applegate, 2006) [1].

El problema consiste en que existe  $n$  sitios por recorrer y entre cada par de ellos hay una ruta o un costo de recorrido, si se analiza la cantidad de ciclos hamiltonianos que pueden resultar en un problema propuesto, se encuentra que son Sin embargo, en la medida que el tamaño de  $n$  crece, la solución del problema tiende a ser más compleja debido al crecimiento exponencial del número de posibles soluciones [1].

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta las necesidades actuales de la academia de buscar nuevas forma que faciliten la enseñanza de las temáticas de la ingeniería industrial, además de partir de los principios de la investigación de operaciones, se desarrolló un proyecto que combina el modela-

miento de los problemas de ruteo con los espacios didácticos disponibles en la Universidad Central. Esto con el fin de que los alumnos tengan un acercamiento práctico a problemas de difícil complejidad, y que puedan experimentar de manera vivencial muchas de las soluciones que son obtenidas teóricamente.

En la actualidad, la investigación desarrolla su primera fase en la que se parte de la función del manejo de mercancías de una bodega para recrear de manera básica las condiciones de una almacén de productos que transporta sus mercancías por medio un sistema de AGV, con el fin de lograr de manera fácil y didáctica la optimización de rutas y mejorar los recorridos, por medio del diseño de modelos matemáticos que permiten hallar ciclos hamiltonianos para rutas que recorran distintos puntos de cargue o descargue de mercancías del almacén.

---

## 4. Desarrollo del problema

Se diseñó una bodega con distintas posiciones de cargue o descargue, que a su vez son puntos de recorrido para la construcción de la ruta, que deba ser seguida por un AGV que realice los recorridos de recolección de material dentro de la bodega.

Para el desarrollo de la investigación, se plantearon cuatro instancias en las cuales se variaron la cantidad de puntos a visitar dentro del centro de almacenamiento. La primera utilizó tres puntos, la segunda cinco, posteriormente, se usaron siete y, por último, se hizo una ejercicio con diez puntos, los cuales estuvieron distribuidos de forma aleatoria, tal como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Plano de la bodega



Como se mencionó con anterioridad, el problema tiende a progresar en complejidad en la medida que el número de puntos  $n$  por

visitar crece. Sin embargo, para el desarrollo de proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

- Entre nodos (puntos de almacenamiento) solo existe una ruta, en caso de existir más se toma la de menor distancia.
- No se tiene en cuenta la cantidad de ítems por transportar.
- El vehículo tiene capacidad ilimitada.
- Todas las rutas son bidireccionales.

Para el desarrollo del trabajo se definieron parámetros de información para las cuatro instancias:

**Tabla 1. Instancias evaluadas**

Instancia	Productos	Variables
1	3	9
2	5	25
3	7	49
4	10	100

Para hallar la ruta que minimiza los recorridos de recolección, se usó un modelo programación lineal enunciado por Sarker y Newton (Sarker, 2008) [6]. A partir de este, se obtuvo la ruta óptima que debe seguir el vehículo al momento de hacer su recorrido al interior del centro de almacenamiento.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} C_{ij} X_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{i=0, i \neq j}^n X_{ij} = 1 \quad \forall j = (1 \dots n + 1) \quad (2)$$

$$\sum_{j=1, j \neq i}^{n+1} X_{ij} = 1 \quad \forall i = (0 \dots n) \quad (3)$$

$$U_i - U_j + N X_{ij} \leq N - 1 \quad \forall i, j = (i > 1) \& (i \neq j) \quad (4)$$

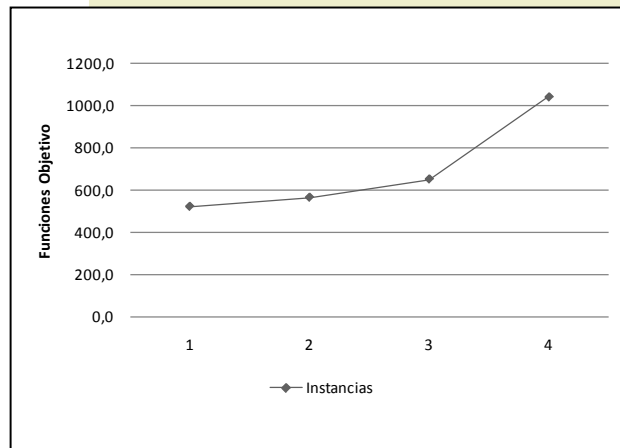
La formulación del modelo se hizo en GAMS y con base en los resultados derivados del uso del *solver* Cplex, se obtuvieron los siguientes datos:

**Tabla 2. Resultados por instancia**

Instancia	Ruta óptima	Distancia (cm)
1	1-4-3-2-1	522,0
2	1-2-4-3-6-5-1	565,5
3	1-2-8-3-6-7-4-5-1	652,5
4	1-2-8-10-11-3-9-6-7-4-5-1	1044,0

## 5. Implementación

Figura 2. Resultados obtenidos con GAMS



Por otro lado, para la cuarta instancia se utilizó la heurística del vecino más cercano, la cual es muy práctica para este tipo de problemas y que es más intuitiva a la hora de enseñar la situación a los estudiantes, esta heurística arrojó los siguientes resultados, con lo que se ubicó en un 4.1% del óptimo.

Tabla 3. Comparación de resultados

Instancia	Ruta	Distancia (cm)
4	1-2-8-10-11-3-9-6-7-4-5-1	1044,0
4*	1-2-5-4-7-6-9-3-11-10-8-1	1087,5

\* Resultado heurística del vecino más cercano.

Una vez conocidos los resultados finales para las instancias del modelo, se construyó una maqueta a escala, con base en los diseños originales, la cual representa una bodega de cuatro metros cuadrados que posee ocho estantes de almacenamiento y en donde se deben ubicar los productos; así mismo, en el piso de la maqueta se diseñó un sistema de líneas negras, que simbolizan los flujos de las rutas por los cuales se puede mover el vehículo, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3. Maqueta de la bodega



Posteriormente, para la investigación se ensambló un vehículo guiado que fue desarrollado a través de los módulos de Fischertechnik, los cuales son sistemas de construcción modular inspirados en la industria, además están orientados a la educación. Este sistema cuenta con una serie de bloques plásticos de construcción, elementos electrónicos, por lo que se pueden encontrar una gran variedad de sensores y de dispositivos de control programables, como también elementos eléctricos de potencia (motores, válvulas, etc.). El AGV cuenta con una unidad de programación (PLC) y sensores seguidores de línea, de ultrasonido y de colores.

**Figura 4. Vehículo guiado automatizado AGV**

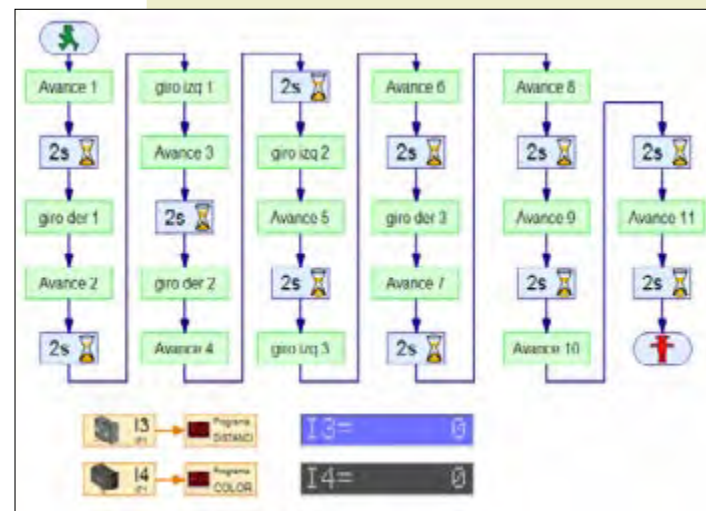


Las rutas encontradas por medio del *software* de modelamiento GAMS fueron programadas en el AGV, a partir del uso de los elementos con los que está equipado, los seguidores de línea se usaron con la idea de detectar el flujo de las rutas dentro de la bodega, así mismo, el sensor ultrasónico permite que el vehículo se ubique, identificando elementos que puedan obstruir su camino como paredes de la bodega u otros objetos que puedan estar en la ruta; por último, para identificar

las posiciones en las que se cargan y descargan los productos, se utiliza el sensor de color, que indica al AGV el lugar de almacenamiento en donde se debe detener.

La programación del vehículo se hizo a través del *software* Robo Pro, que es una herramienta informática que se utiliza para programar las unidades de los modelos que se fabriquen con los módulos Fischertechnik. Este sistema tiene incorporado una variedad de comandos que son presentados al usuario por medio de una interfaz gráfica.

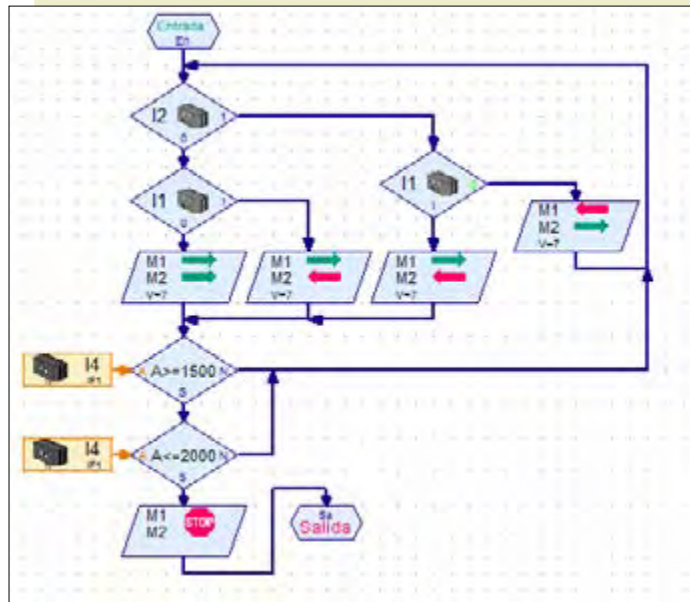
**Figura 5. Programación en Robo Pro**



La programación con este *software* consiste en ubicar una serie de iconos que representan los diferentes actuadores, de forma tal que estos trabajen de acuerdo con la rutina que el modelo requiere. Esta herramienta permite ajustar los parámetros de cada elemento del sistema, lo que facilita el diseño de programas que se asemejan en un gran porcentaje a las operaciones realizadas por maquinaria y equipo industrial. Se muestra a continuación el diagrama de flujo que compone la programación de las instancias simuladas.

## 6. Conclusiones

Figura 6. Programación de rutas del vehículo



El desarrollo de la investigación integra actividades de modelamiento matemático, principios de automatización y simulación a escala, con la idea de permitir a los estudiantes implementar soluciones a problemas complejos, en ambientes de trabajo que representen entornos reales de manera adecuada.

Los resultados de este proyecto serán utilizados como herramienta pedagógica para los cursos de logística de la Universidad Central, los cuales estarán enfocados, principalmente, en las temáticas de ruteo, y abordarán temas como diseño y distribución de bodegas y procesos de almacenamiento.

De manera particular, los estudiantes que interactuaron con el proyecto han identificado nuevas ideas que les permiten profundizar en temas de su interés y que aportan para el desarrollo de futuras investigaciones que se puedan convertir en trabajos de grado de un gran nivel académico.

## 7. Referencias bibliográficas

- [1] Applegate, D. L., et ál. (2006). *The Traveling Salesman Problem*. New Jersey: Princeton University Press.
  - [2] Ballou, R. H. (1991 ). *Logística empresarial: control y planificación*. Madrid: Díaz de Santos.
  - [3] Insa, A. et ál. (2007). “Scheduling and Routing of Automated Guided Vehicles: A Hybrid Approach”. *Computers & Operations Research*, 34, pp. 1688-1707.
  - [4] Koff, G. A.(1987). “Automatic Guided Vehicle Systems: Applications, Controls and Planning”. *Material Flow*, 4, pp. 3-16.
  - [5] Malmborg, C. J. (1990). “A Model for the Design of Zone Control Automated Guided Vehicle Systems”. *International Journal of Production Research*, 28, pp. 1741-1758.
  - [6] Sarker, R. A. y Newton, C. S. (2008). *Optimization Modelling: A Practical Approach*. Boca Raton, FL: CRC Press.
  - [7] Simchi-Levi, D. et ál. (2008 )*The Logic of Logistics*. New York: Springer.
  - [8] Vis, I. (2006). “Survey of Research in the Design and Control of Automated Guided Vehicle Systems”. *European Journal of Operational Research*, 170, pp. 677-709.
-



# Diseño de un juego para la competencia

## del trabajo en equipo

*Design of a Game for the Teamwork Competence Development*

### Resumen

A continuación, se presentará un caso de aplicación con la metodología propuesta por M. C. Gómez Álvarez para el diseño de juegos con propósito educativo. El objetivo principal de esta práctica es contribuir al desarrollo de la competencia del trabajo en equipo.

El juego, llamado *Team Ladder*, evidencia que el método propuesto es práctico, estructurado y comprensible, de tal forma que se puede sugerir como guía para docentes universitarios que están formando futuros profesionales en el pregrado o potencializando profesionales en el posgrado, así como para las áreas de gestión humana de organizaciones interesadas en desarrollar competencias gerenciales en sus empleados.

**Palabras clave:** diseño de juegos, experiencias, trabajo en equipo.

### Abstract

It shows an application case based on M. C. Gómez Álvarez, to design games for educational purposes, with the main objective of contribute to the competition teamwork development.

The game called *Team Ladder*, it was evident that the proposed method is practical, structured and understandable, which may suggest as a guide for college teachers are training future professionals in the undergraduate or potentiated professionals in the level of graduate, as well as the areas of human management of organizations interested in developing management skills in their employees.

**Keywords:** experiences, game design, team work.

Miguel David Rojas López\*  
Diana Carolina Duque Reyes\*\*

Universidad Nacional de Colombia,  
Sede Medellín



\* Correo electrónico:  
[mdrojas@unal.edu.co](mailto:mdrojas@unal.edu.co)

\*\* Correo electrónico:  
[diacduquerey@unal.edu.co](mailto:diacduquerey@unal.edu.co)

# 1. Introducción

Las organizaciones interesadas en sobrevivir en un mercado global cada vez más exigente han descubierto en el capital humano una gran ventaja competitiva. Una de las competencias de configuración psicológica que integra diversos componentes cognitivos y cualidades de la personalidad [1], [2], y de las que son más valoradas por las organizaciones en la actualidad, es el trabajo en equipo, ya que permite, por medio del esfuerzo colectivo, obtener mejores resultados de los que se obtendrían de forma individual. Surge entonces un gran interrogante: ¿cómo enseñarle a un adulto a trabajar en equipo? En este punto aparece la lúdica como canal de enseñanza para transmitir conocimientos y desarrollar habilidades por medio del juego.

Una vez identificado el trabajo en equipo como un factor de éxito en el logro de objetivos comunes y la lúdica como una herramienta de enseñanza, aparece la necesidad de contar con un método que permita de forma secuencial llevar una temática al formato juego. Al revisar la bibliografía sobre las metodologías propuestas para diseñar juegos de experiencias como herramienta de apoyo educativo o para el desarrollo de habilidades gerenciales, se encontró en el método propuesto por María Clara Gómez, una propuesta interesante para cumplir con este objetivo.

---



## 2. Metodología

El método propuesto por Gómez [3] se fundamenta en diez pasos para diseñar un juego con propósito educativo, estos son: 1) identificar la temática del juego, 2) establecer el propósito del juego, 3) plantear los objetivos instruccionales del juego, 4) identificar y definir conceptos generales de la temática, 5) seleccionar las técnicas candidatas, 6) seleccionar la(s) técnica(s) más apropiada(s) según caracterización, 7) incorporar el conocimiento específico en el juego, 8) desarrollar sesiones piloto, 9) consolidar el juego, y 10) elaborar encuesta de evaluación.

El objetivo es avanzar a través del tablero (con cincuenta casillas, ilustrado con escaleras y toboganes), mientras se desarrolla cada una de las pruebas propuestas por medio del trabajo en equipo, para lo cual se sugieren tres o cuatro equipos compuestos por cuatro o seis jugadores. Los objetivos de las instrucciones del juego son: 1) reconocer el trabajo en equipo, 2) identificar la existencia de di-

ferentes roles estratégicos, y 3) identificar las principales características.

Cada una de las ocho pruebas es un escenario el facilitador del juego narra una situación laboral, posteriormente se describen las acciones que deben llevar a cabo los participantes y finalmente se detalla el desenlace de la actividad propuesta, se describen los comportamientos que se pretendían ejercitar, la cooperación, la comunicación no verbal, la coordinación, la complementariedad [4], la confianza, definida como un mecanismo de control para permitir a los empleados trabajar juntos de una forma productiva y eficaz [5] y el compromiso.

**Los criterios:** organización, creatividad, uso adecuado del material de apoyo, efecto en el participante y contribución al trabajo se adicionaron para complementar el juego.

Se hizo una encuesta adicional, que servirá al facilitador como herramienta de apoyo

educativo para diagnosticar las debilidades de cierto equipo de trabajo. Las preguntas son: 1) ¿enfrentaron el juego en grupo o equipo?, 2) ¿cada uno ejecutó diferentes tareas *de manera complementaria* para lograr la meta común?, 3) ¿considera que todos trabajaron de forma *coordinada* para multiplicar el rendimiento del equipo?, 4) ¿hubo *comunicación* abierta y franca, teniendo en cuenta los diferentes puntos de vista?, 5) ¿todos asumieron el *compromiso* para cumplir las pruebas?, 6) ¿se evidenció un ambiente de *confianza* para cumplir con los retos propuestos?, 7) ¿considera que realizaron un trabajo *cooperativo* cuando algún compañero lo requería?, 8) ¿usted aportó lo mejor de sí durante el juego?, 9) ¿considera que había una o varias personas que intervenían demasiado y esto afectó el desempeño del equipo?, y 10) ¿está satisfecho con los resultados obtenidos por su equipo de trabajo? Luego se generó la versión definitiva del juego *Team Ladder*.

## 3. Resultados

La versión definitiva se aplicó al primer grupo objetivo, veinticuatro estudiantes de pregrado de la UN de Seminario II. El docente estaba interesado en sensibilizar a los alumnos sobre la importancia del trabajo en equipo.

Al finalizar la sesión de juego, se realizó la encuesta. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

### 3.1 Calificación del juego

#### • Diversión

El 95,8% de los participantes lo calificaron como “Muy divertido” y 4,2% con “Cierta grado de diversión”. Este criterio tuvo nota promedio de 8,2, que corresponde a la escala “Muy divertido”. Lo anterior infiere que el juego se puede utilizar como una herramienta para desarrollar la competencia de trabajo en equipo.

---

#### • Simplicidad

En este criterio, el 79,2% de los participantes lo catalogaron como “Muy fácil de jugar” y 20,8% con “Cierta grado de dificultad”. En términos generales, el parámetro simplicidad obtuvo un promedio de 7,6, el cual corresponde al rango “Muy fácil de jugar”. Este resultado evidencia que las normas fueron claras y fáciles de entender.

#### • Organización

La mayoría de los encuestados (91,7%) catalogaron el juego como “Muy organizado”. Se concluye que el juego y los escenarios están bien estructurados y ordenados.

#### • Creatividad

La calificación promedio de 9,1 en creatividad corresponde en la escala a “Muy creativo”, por lo tanto, se considera que la creatividad en el juego es un aspecto atractivo y motivante para los participantes.

#### • Utilidad del material de apoyo

La nota promedio de este ítem, de 9,6, equivale a “Excelente utilidad del material de apoyo”, ratificando que los materiales audiovisuales y los de apoyo, diseñados para cada uno de los escenarios, fueron adecuados y convenientes para los participantes.

#### • Causa efecto en el participante

El 87,5% de los participantes respondieron que el juego “Causa un efecto significativo en el participante”, lo que permitió al interesado utilizar este juego como una herramienta para desarrollar la competencia trabajo en equipo.

#### • Contribución para el trabajo

La nota promedio de 8,5 equivale a “Valiosa contribución para el trabajo”, esta calificación permite a los docentes el desarrollo de la competencia trabajo en equipo considerar el juego como instrumento práctico para cumplir con este objetivo.

### 3.2 Verificación del cumplimiento de los objetivos instruccionales del juego

Para validar este criterio se formularon las siguientes tres preguntas:

- ¿Cuál cree que es el factor de éxito para lograr los objetivos planteados en cada prueba?

El 75 % respondió que trabajo en equipo, el 42 % la comunicación, el 21 % la cooperación y 13 % la coordinación.

- ¿De acuerdo con la experiencia, cuál rol desempeñó dentro del equipo?

El 92 % desempeñó un rol dentro del equipo, dos estudiantes no desempeñaron ningún rol. Estas respuestas permiten validar el objetivo instruccional: “Identificar la existencia de diferentes roles estratégicos para el desempeño de un equipo de trabajo”. El 46 %

desempeñó más de un rol, esto evidencia que las personas no desempeñan un rol único y que algunos asumen el “papel” que mejor se adapta a las exigencias.

Sugerencias o cambios al juego: no hubo sugerencias al juego.

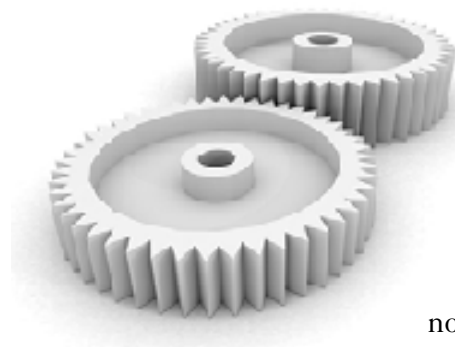


Tabla 1. Diagnóstico equipo amarillo

Pregunta 1	Equipo: 66,70 %	Grupo: 33,30 %	
Pregunta 2	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 3	Siempre: 83,30 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 0 %
Pregunta 4	Siempre: 100 %	A veces: 0 %	Nunca: 0 %
Pregunta 5	Siempre: 100 %	A veces: 0 %	Nunca: 0 %
Pregunta 6	Siempre: 83,30 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 0 %
Pregunta 7	Siempre: 100 %	A veces: 0 %	Nunca: 0 %
Pregunta 8	Siempre: 83,30 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 0 %
Pregunta 9	Siempre: 0 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 83,30 %
Pregunta 10	Sí: 100 %	No: 0 %	

Fuente: elaboración propia.

- ¿Cuáles son las tres principales características de un equipo de trabajo de alto desempeño?

El 71 % respondió la comunicación, el 63 % respondió la coordinación, el 58 % respondió el compromiso, el 50 % respondió la cooperación, el 25 % respondió la y el 13 % respondió la confianza. El 21 % mencionó otras como el liderazgo y la creatividad. Con esto se evidencia el cumplimiento del tercer objetivo.

### 3.3 Evaluación: diagnóstico de la competencia trabajo en equipo

Se hicieron diez preguntas para detectar posibles dificultades en el desempeño de los equipos de trabajo.

En el cuadro 1, los porcentajes de las respuestas se presentan de la siguiente manera: se asignó el color gris claro para el porcentaje más alto, el color gris oscuro para el positivo, el negro para el poco conveniente y fondo negro para crítico.

En la tabla 1, el equipo amarillo presenta complementariedad, coordinación, comunicación, compromiso, confianza y cooperación. Durante el juego, este equipo ganó dos pruebas de seis.

Tabla 2. Diagnóstico equipo azul

Pregunta 1	Equipo: 66,70 %	Grupo: 33,30 %	
Pregunta 2	Siempre: 16,70 %	A veces: 83,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 3	Siempre: 0 %	A veces: 100 %	Nunca: 0 %
Pregunta 4	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 5	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 6	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 7	Siempre: 100 %	A veces: 0 %	Nunca: 0 %
Pregunta 8	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 9	Siempre: 0 %	A veces: 66,70 %	Nunca: 33,30 %
Pregunta 10	Sí: 33,30 %	No: 66,70 %	

Fuente: elaboración propia.

La tabla 2 revela que el equipo azul presentó dificultades en complementariedad, como la falta de coordinación. El 66,7 % consideró que varias

personas afectaban demasiado el desempeño del equipo con sus intervenciones. El 66,7 % (cuatro personas de seis) no estaban satisfechos con los resultados. Este diagnóstico es acertado porque el equipo no ganó ninguna prueba.

Tabla 3. Diagnóstico equipo rojo

Pregunta 1	Equipo: 83,30 %	Grupo: 16,70 %	
Pregunta 2	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 3	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 4	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 5	Siempre: 83,30 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 0 %
Pregunta 6	Siempre: 83,30 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 0 %
Pregunta 7	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 8	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
Pregunta 9	Siempre: 0 %	A veces: 0 %	Nunca: 100 %
Pregunta 10	Sí: 100 %	No: 0 %	

Fuente: elaboración propia.

## 4. Conclusiones

La tabla 3 muestra al equipo rojo balanceado con complementariedad, coordinación, comunicación, compromiso, confianza y cooperación, por lo que logró buen desempeño. Este equipo ganó el juego son tres de seis.

El equipo verde evidencia mejora en complementariedad, coordinación y comunicación, además, varias personas afectaron el desempeño del equipo con sus intervenciones (véase la tabla 4).

El diagnóstico del desempeño de cada equipo sirvió para reconocer las debilidades de los equipos y, así mismo, para acompañar y soportar más a los que lo requieren.

**Tabla 4. Diagnóstico equipo verde**

<b>Pregunta 1</b>	Equipo: 83,30 %	Grupo: 16,70 %	
<b>Pregunta 2</b>	Siempre: 16,70 %	A veces: 83,30 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 3</b>	Siempre: 16,70 %	A veces: 83,30 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 4</b>	Siempre: 50 %	A veces: 50 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 5</b>	Siempre: 83,30 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 6</b>	Siempre: 100 %	A veces: 0 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 7</b>	Siempre: 83,30 %	A veces: 16,70 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 8</b>	Siempre: 66,70 %	A veces: 33,30 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 9</b>	Siempre: 50 %	A veces: 50 %	Nunca: 0 %
<b>Pregunta 10</b>	Sí: 66,70 %	No: 33,30 %	

Fuente: elaboración propia.

- En el diseño del juego *Team Ladder* se identificó un área de oportunidad en el paso 5. En este caso específico, fue necesario caracterizar la técnica escaleras y toboganes. La dificultad en este punto estuvo en no encontrar una guía para la elaboración de la caracterización de las técnicas, por esta razón fue necesario acudir a la experta para recibir orientación.
- El proceso de diseño, validación y ajuste del juego *Team Ladder* concluye que los juegos basados en experiencias son fáciles de implementar porque no implican pago de licencias. Requiere el conocimiento de la temática para llevarlo al formato de juego, los cambios o ajustes resultantes en las pruebas piloto son valiosos para la versión definitiva del juego y además, no implican grandes inversiones de tiempo o dinero, debido a la simplicidad de los materiales requeridos.
- Un aspecto importante fue el desarrollo de las pruebas piloto, en este caso, los participantes sugirieron siete cambios del juego inicial. Esto permitió desarrollar la sesión con el grupo objetivo sin inconvenientes, ni inconsistencias en las reglas y validando el

cumplimiento de los objetivos instruccionales del juego.

La efectividad de los ajustes se evidenció en la evaluación del grupo objetivo, donde no se sugirió ningún cambio.

- Las calificaciones obtenidas en la evaluación del juego al grupo objetivo (24 estudiantes), en una escala de 1 a 10 fueron: Nivel de diversión (8,2), simplicidad (7,6), organización (8,7), creatividad (9,1), utilidad del material de apoyo (9,6), causa efecto en el participante (8,5) y contribución para el trabajo (8,5), con lo que se afirmó que el juego *Team Ladder* es una herramienta motivadora y efectiva para desarrollar el trabajo en equipo, en el ámbito universitario y empresarial.
- El primer objetivo instruccional del juego *Team Ladder* es “Reconocer el trabajo en equipo como factor de éxito para el logro de objetivos comunes”. Con lo que se evidencia el cumplimiento, ya que en la encuesta a la pregunta a, el 75 % dijo trabajo en equipo, el 42% referenció la comunicación, el 21 % la cooperación y el 13% la coordinación.

- Las nuevas estructuras organizacionales, planas y con menos niveles jerárquicos entre los empleados, generan la necesidad de trabajar en equipo; implica mayor interacción interpersonal. Durante el desarrollo de este trabajo, se identificaron las principales habilidades relacionales para lograr el desempeño competitivo, estas son: la cooperación, la complementariedad, la confianza, la comunicación, la coordinación y el compromiso; estas a su vez se convirtieron en un concepto general de la temática en el proceso de diseño del juego. Finalmente, en la elaboración de la encuesta de evaluación, se incluyó una pregunta que tenía relación con la identificación por parte de los participantes de las principales características de un equipo de alto desempeño, de allí se obtuvo que: el 71 % respondió que una de las principales características para lograr un equipo de alto desempeño es la comunicación, el 63 % mencionó la coordinación, el 58 % optó por el compromiso, el 50 % eligió la cooperación, el 25 % la complementariedad y el 13 % la confianza. Estos resultados evidencian el

cumplimiento de uno de los objetivos del juego: “Identificar las principales características requeridas para lograr consolidar equipos de alto desempeño”.

Otro de los objetivos instruccionales del juego es la identificación de la existencia de diferentes roles estratégicos para lograr el buen desempeño de un equipo de trabajo. De acuerdo con los resultados obtenidos, el 92 % identificó el rol o roles desempeñados durante el juego.

El 46 % señaló que había desempeñado más de un rol dentro en su equipo de trabajo.

Esta fue una evidencia de que las personas no desempeñan un rol único; de acuerdo con las habilidades que poseen, cada quien asume el “papel” que mejor se adapta a las exigencias de cada escenario.

La encuesta adicional presentada para el diagnóstico de la competencia trabajo en equipo se fundamentó en las diez preguntas mencionadas anteriormente. Esta servirá a los interesados en aplicar el juego *Team*



## 5. Referencias

*Ladder* para detectar posibles dificultades en el desempeño de los equipos de trabajo. En el caso específico de la aplicación con el grupo objetivo, la evaluación permitió detectar falencias de comunicación y coordinación en algunos de los equipos participantes, este diagnóstico servirá al encargado de reconocer las debilidades de los equipos para acompañar y soportar más a los que lo requieren.

La realización de las pruebas piloto y la primera sesión de juego con el grupo objetivo permitieron evidenciar que los juegos basados en experiencias son una herramienta valiosa a la hora de facilitar el aprendizaje, ya que el juego, por sus características retantes, mantiene a las personas interesadas y motivadas. Además, mediante la experiencia se obtiene la retroalimentación y reflexión inmediata con respecto a los comportamientos o decisiones tomadas durante el juego. Finalmente, la realización de este tipo de juegos permite la interacción e integración de las personas involucradas, generando así ambientes de trabajo benévolos, en el ámbito personal y organizacional.

- [1] Castellanos, B., Llivina M. y Fernández, A. ( 2003). La formación de la competencia investigativa. Una necesidad y una oportunidad para mejorar la calidad de la educación. Evento Internacional de Pedagogía.
- [2] Cejas Yanes, E. (2006). *La formación de competencias laborales: proyecto de diseño curricular para el técnico en Farmacia Industrial* (tesis de doctorado). Ciudad de la Habana: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- [3] Gómez Álvarez, M. C. (2010). *Definición de un método para el diseño de juegos orientados al desarrollo de habilidades gerenciales como estrategia de entrenamiento empresarial* (trabajo de grado). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- [4] Rojas, M. D. (2004). *Administración para Ingenieros* (2.ª ed.). Bogotá: Ecoe Editores.
- [5] Mayer, R. , Davis J. y Schoorman F. (1995). “An Integrative Model of Organizational Trust. *Academy of Management Review*, 20(3), pp. 709-734.

# Validación de un juego didáctico

que simula el proceso productivo y administrativo de una empresa  
que trabaja por orden de fabricación

*Validation of a Didactic Game that for Way of a Simulated Scene there Allows Showing the Productive and Administrative Process Company that Works on Order of Manufacture*

## Resumen

El presente estudio muestra la estructuración y el análisis establecidos para la validación de un juego didáctico, a través de un preexperimento puro con una sola medición y un grupo de control, impartido a estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. Tal experimento permite evaluar el rendimiento académico de los estudiantes como producto de las metodologías de enseñanza utilizadas. Asimismo, soportados en la necesidad de incluir nuevas técnicas educativas, se quiere determinar la influencia que tiene el uso del juego didáctico como herramienta metodológica complementaria en el aprendizaje de los alumnos, así como observar si es pertinente su implementación o, por el contrario, no representa una variable significativa en cuanto al nivel o el mejoramiento del aprendizaje.

**Palabras clave:** herramienta metodológica, instrumento de medición, juego didáctico, rendimiento académico.

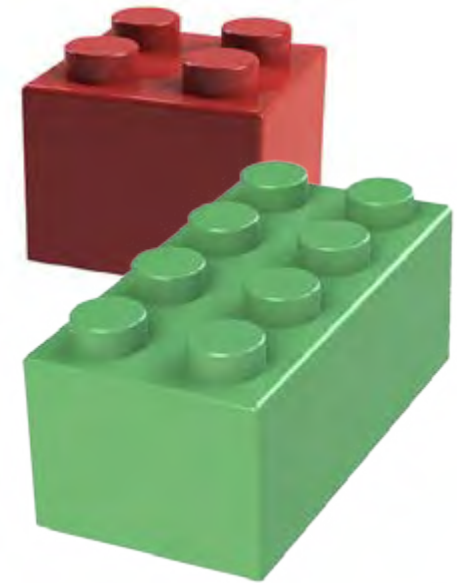
## Abstract

The present paper shows the structure and analyses established for the validation of a didactic game, across a pure pre-experiment with just one measurement and a group of control, given to students of Industrial Engineering of the Cordoba University; that allows to evaluate the academic performance of them as product of the methodologies of education used. Likewise, supported in the need to include new educational technologies, determine the influence that takes the use of the didactic games as a methodological complementary tool in the learning of the students, and if such implementation is pertinent, or if does not represent a significant variable as for the level or improvement of the learning.

**Keywords:** academic performance, didactic game, instrument of measurement, methodological tool.

Darío J. Martínez Hoyos\*  
Karim Mahuad Suárez\*\*

Universidad de Córdoba



\* Correo electrónico:  
[dariomar89@hotmail.com](mailto:dariomar89@hotmail.com)

\*\* Correo electrónico:  
[kasomasu@hotmail.com](mailto:kasomasu@hotmail.com)

# 1. Introducción

La tendencia general marcada en las metodologías de enseñanza es tipificar la clase como una cátedra, y aunque a través del tiempo se han incluido otras técnicas, esta sigue siendo dominante; es allí donde las nuevas metodologías son tomadas no como única estrategia a la hora de dictar la cátedra, sino como herramientas complementarias para facilitar la comprensión de algunos temas vistos en la clase magistral.

Los juegos didácticos no resultan ajenos al tema, ya que representan una de las técnicas aplicadas en clase a los estudiantes para tratar de mejorar sus conocimientos; puesto que con ellos se espera que los alumnos adquieran la información de forma más clara y concisa, debido a las competencias que involucra y a la capacidad de decisión que el estudiante adquiere al asumir un rol específico en escenarios simulados de entornos empresariales. De esta forma, es posible afirmar que “el juego se está convirtiendo en una alternativa de contenido interactivo, digno de

la exploración con fines de aprendizaje” [1]. Por lo tanto, la educación lúdica no es ajena al ser humano, dado que esta relación permite en cierta medida el desarrollo permanente del pensamiento individual en continuo intercambio con el pensamiento colectivo. En este orden de ideas, el presente estudio tiene como objetivo dar a conocer el impacto generado por la implementación de un juego didáctico como herramienta metodológica complementaria en el aprendizaje de los tópicos relacionados con la contabilidad de costos, enmarcado en el desarrollo de un preexperimento que sigue un diseño con posttest y grupo de control con estudiantes del programa de Ingeniería Ingeniería de la Universidad de Córdoba. Asimismo, se busca mostrar la pertinencia del uso de los juegos en la formación de ingenieros, ya que, según lo expuesto por algunos autores y en algunas investigaciones, es necesario continuar la búsqueda de evidencia empírica para determinar la influencia del juego didáctico en el rendimiento académico.



## 2. Justificación

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje están encaminadas a que en el proceso formativo de estudiantes se adquieran bases sólidas con el fin de poder enfrentarse a posibles escenarios en un futuro, ya que el entorno exige personas con buenas capacidades y habilidades; una de las posibles maneras de hacerlo es llevando a la práctica antes de enfrentarse a la realidad laboral los conceptos, nociones y teorías aprendidas durante su formación educativa. Así, el juego didáctico se constituye en una forma de trabajo docente que brinda una gran variedad de procedimientos para el entrenamiento de los estudiantes en la toma de decisiones para la solución de diversas problemáticas.

Con base en lo anterior, se busca determinar si realmente el juego didáctico permite que los estudiantes aprendan y relacionen en un ámbito real los conceptos adquiridos durante su formación educativa, así como

suscitar el espíritu de creatividad y criticidad. Además, este proyecto incluye varios aspectos pedagógicos e ingenieriles que propenden la enseñanza de tópicos relacionados con la contabilidad de costos de una manera más dinámica, didáctica e interactiva que permite un aprendizaje y una formación integral.

El interés de este proyecto, por lo tanto, en validar un juego que a través de un escenario simulado muestre el proceso productivo y administrativo de una empresa que trabaja por orden de fabricación radica en que, actualmente, la contextualización de los ingenieros industriales en el ámbito empresarial, específicamente en el área de contabilidad, no ha sido comprendido claramente, dado que, por la naturaleza de su perfil, su formación está orientada a garantizar un funcionamiento sistemático e integral de las organizaciones, mas no existe un énfasis

en este tipo de áreas que corresponda desde otro punto de vista a contadores. En este sentido, la finalidad de este proyecto se centra en aportar evidencia empírica a favor o en contra de los juegos, y más aún con orientación en una formación holística y competente para los ingenieros.

## 3. Planteamiento del problema

¿Tiene el juego didáctico, como herramienta metodológica complementaria, un impacto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes pertenecientes al curso de Contabilidad de Costos, del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba?

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo general

Determinar el efecto que tiene un juego didáctico como herramienta metodológica complementaria en el rendimiento académico de estudiantes pertenecientes al curso de Contabilidad de Costos, del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

### 4.2 Objetivos específicos

- Diseñar y validar un instrumento de medición que permita evaluar el rendimiento académico de los estudiantes.
- Comparar el rendimiento académico de los sujetos experimentales cuando se aplica la clase magistral y cuando esta se apoya del juego didáctico.
- Analizar la incidencia del juego didáctico como metodología de enseñanza en el curso de Contabilidad de Costos en el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.



## 5. Referente teórico

### 5.1 La contabilidad de costos

Se encarga de recoger, registrar y reportar la información relacionada con los costos y, de acuerdo con esta información, tomar decisiones adecuadas relacionadas con la planeación y el control de los mismos.

### 5.2 Costos por órdenes de fabricación

También conocidos con los nombres de costos por órdenes específicas de producción, por lotes de trabajo, o por pedidos de los clientes, es propio de aquellas empresas cuyos costos se pueden identificar con el producto, en cada orden de trabajo en particular, a medida que se van desarrollando las diferentes operaciones de producción en esa orden específica.

### 5.3 Acumulación de costos

En costos por órdenes de fabricación, las empresas deben tener en cuenta, en primera instancia, las órdenes de producción que deben ser elaboradas a pedido del departamento de ventas y de acuerdo con las necesidades de los clientes. Para cada una de ellas se emplea una hoja de costos de trabajo, en la que se van acumulando semanal o mensualmente los costos que por materiales directos, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación son necesarios para elaborar productos específicos o parte de las unidades que se están produciendo. Las hojas de costos por trabajo suelen tener diferentes especificaciones, de acuerdo con las empresas y productos que elaboran.

### 5.4 Los juegos didácticos

Constituyen una técnica participativa de la enseñanza, encaminada a desarrollar en los

estudiantes métodos de dirección y conducta correcta, para estimular así la disciplina con un adecuado grado de decisión y autodeterminación; es decir, no solo propicia la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades, sino que contribuye al logro de la motivación por las asignaturas [2].

### 5.5 Rendimiento académico

Es el fruto de una verdadera constelación de factores derivados del sistema educativo, de la familia y del propio alumno como persona de evolución, pues un cociente sobresaliente no basta para asegurar el éxito, el rendimiento académico es un producto. Dentro de la literatura del tema se muestra que gran parte de los estudios sobre rendimiento académico toman como indicadores las calificaciones escolares y las pruebas objetivas [3].

### 5.6 Aprendizaje

Para Bruner, es el proceso de “reordenar o transformar los datos de modo que permitan ir más allá de ellos, hacia una comprensión”.

## 6. Metodología

Se desarrollará un estudio correlacional que pretende responder a preguntas como ¿a mayor uso del juego didáctico como herramienta de apoyo a la clase magistral, mayor será el rendimiento académico de los estudiantes? El propósito de los estudios de tipo correlacional es dar a conocer la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular (Hernández, 2004).

Para el diseño de la investigación se utilizará un preexperimento puro con una sola medición y grupo de control. Donde se seleccionaran aleatoriamente los estudiantes de ambos géneros (femenino y masculino) del V semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. A este al grupo de control se le aplicará un postest previamente validado en el cual se medirán sus conocimientos específicos frente al tema de Contabilidad de Costos, con el fin de observar si aprendieron los diversos conceptos relacionados con ese tema de Ingeniería Industrial.

Al grupo experimental, compuesto por sujetos diferentes al grupo de control, se le explicará el complemento y el tratamiento del juego didáctico; posteriormente se llevará a cabo postest para medir el rendimiento y establecer si hay una diferencia significativa frente a los estudiantes que solo recibieron clase magistral.

Los pasos de la actividad son los siguientes:

- **Revisión de literatura:** consiste en hacer una revisión bibliográfica acerca de los temas y/o conceptos correspondientes y de las anteriores investigaciones relacionadas con esta temática específica. Como en este caso se trabaja con la materia Contabilidad de Costos, serán todos los conceptos relacionados con los temas mencionados en el marco teórico.
- **Diseño y validación de los instrumentos de medición:** etapa en la cual se elabora y valida (por constructo y confiabilidad) un postest (prueba), para evaluar el nivel de conocimientos que los estudiantes tienen sobre los temas de contabilidad de costos.
- **Recolección de datos:** etapa en la cual se aplica el postest al grupo de control y experimental, con el fin de obtener calificaciones (notas cuantitativas) que representaran el rendimiento académico de los

alumnos de acuerdo con la metodología utilizada en el curso de Contabilidad de Costos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

- **Análisis de resultados:** etapa en la cual se estudian los datos obtenidos con la prueba y se lleva a cabo una de prueba de hipótesis sobre las posibles diferencias significativas en el aprendizaje, acorde con las metodologías desarrolladas.

## 7. Resultados

Hasta el momento se cuentan con resultados parciales debido al calendario académico del curso de Contabilidad de Costos; de este curso saldrá el grupo de control para llevar a cabo la prueba. Se hizo una revisión de literatura y estado de la cuestión sobre el tema.

Se diseñó el postest teniendo en cuenta los temas desarrollados en las clases y los que serán abordados en el juego didáctico, dictados en el curso de Contabilidad de Costos. Actualmente, el instrumento se encuentra en consenso de expertos para su validez de constructo.

## 8. Conclusiones y recomendaciones

Podemos dividir las conclusiones en dos ámbitos, aquellas relacionadas directamente con la implementación del juego didáctico y aquellas que tienen que ver con el efecto del rendimiento académico.

El juego didáctico es una oportunidad de ver y experimentar cómo funciona una empresa que trabaja por orden de fabricación, dentro de un escenario simulado creado por los estudiantes, en él se evalúan tanto conocimientos cualitativos como actitudes que toman los participantes del mismo, para efectos

de la validación, el estudio está orientado directamente a evaluar los conocimientos adquiridos en clase y al recibir dicho juego como refuerzo a la misma.

Esta herramienta didáctica lleva aproximadamente cinco años aplicada en la asignatura por el tutor encargado, con alto grado de aceptación por los estudiantes, debido a la diferenciación de la metodología con la clase magistral.

## 9. Referencias

- [1] V. Bouras et ál. (2004). “Juego basado en el aprendizaje utilizando las tecnologías web”. *Diario de Inteligente y Juegos de Simulación*, 3(2), pp. 67-84.
- [2] G. D. Argumedo y R. Y. Castiblanco. *Diseño e implementación de una lúdica para analizar procesos de toma de decisiones, basados en contabilidad del tráfico, mediante escenarios simulados de un sistema productivo en el laboratorio de ingeniería aplicada de la Universidad*

*de Córdoba* (trabajo de grado). Facultad de Ciencias Básicas e Ingenierías. Departamento de Ingeniería Industrial, 2008.

- [3] J. L. Castejon. *Determinantes del rendimiento académico de los estudiantes y de los centros educativos: modelos y factores*. Alicante: Editorial Club Universitario, 1996.

## 10. Bibliografía Complementaria

- D. M. Dickey. (2007). “Diseño del juego y el aprendizaje: un análisis de la forma conjetural masivo en línea de múltiples juegos de rol (MMORPG) favorecer la motivación intrínseca”. *Investigación de Tecnología Educativa y el Desarrollo*, 55(3), pp. 253-273.
- Ó. Gómez Bravo, *Contabilidad de costos* (3.<sup>a</sup> edición). Bogotá: McGraw-Hill, 2005.



# Una metodología práctica

## para fortalecer el proceso de formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial

*Practice methodology to strengthen the formation process of industrial*

### Resumen

El grupo del laboratorio de manufactura flexible de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, a través del desarrollo de una práctica fundamentada en la metodología constructivista C3, muestra un sistema de producción *Pull* en el que se utilizan centros de trabajo automatizado. Esto permite crear una analogía directa con la fábrica de vasos del Grupo GEIO al identificar conceptos como ‘Justo a Tiempo’ (JIT), ‘*Pull*’ y ‘*Kanban*’.

Al tener este tipo de experiencias, los estudiantes descubren, visualizan e interiorizan estos conceptos, con lo que adquieren seguridad para aplicar lo aprendido en cada contexto. En consecuencia, al interactuar en el laboratorio obtienen, perfeccionan y potencian habilidades y competencias necesarias en los procesos productivos.

**Palabras clave:** celdas de manufactura flexibles, competencias, metodología, práctica.

### Abstract

The practice developed by the students of “Flexible Manufacturing Cell of Industrial Engineer of Universidad Tecnológica de Pereira”, shows a Pull production system, which create a right analogy with glasses factory from GEIO group; by using automatic work stations, in this way a learning methodology is developed who consist on three steps, focus, concept and context.

Across this experience the students are able to feedback their own learning experience and they can correct mistakes they have made and get more confidence to what they have learned in every context, therefore the students beware of the interaction process in the laboratory, the students are capable to improve themselves and develop skills necessary to create, to establish, to lead and to improve production processes.

**Keywords:** capabilities, Flexible Manufacturing Cell, methodology, practice.

Juan Pablo Valencia Giraldo\*

Juan David García Arias\*\*

Alexánder Caro Vásquez\*\*\*

Diana J. Arenas Sepúlveda\*\*\*\*

Susan J. Hurtado Valoyes\*\*\*\*\*

María Elena Bernal Loaiza\*\*\*\*\*

Catherine Henao Bernal\*\*\*\*\*

Ana María Aguirre Henao\*\*\*\*\*

James Serna Hoyos\*\*\*\*\*

Universidad Tecnológica de Pereira

- \* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[juanp\\_1231@hotmail.com](mailto:juanp_1231@hotmail.com)
- \*\* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[jd\\_garciaarias@hotmail.com](mailto:jd_garciaarias@hotmail.com)
- \*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[acarou@utp.edu.co](mailto:acarou@utp.edu.co)
- \*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[dianitta\\_316@hotmail.com](mailto:dianitta_316@hotmail.com)
- \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[susanvaloyes@gmail.com](mailto:susanvaloyes@gmail.com)
- \*\*\*\*\* Docente de Ingeniería Industrial  
[mbernal@utp.edu.co](mailto:mbernal@utp.edu.co)
- \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[cathe\\_0821@live.com](mailto:cathe_0821@live.com)
- \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[anita05agui@hotmail.com](mailto:anita05agui@hotmail.com)
- \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial  
[jjserna@utp.edu.co](mailto:jjserna@utp.edu.co)

# 1. Introducción

Conscientes de la importancia de crear espacios propicios que faciliten el aprendizaje en los estudiantes, surge la necesidad de generar espacios en los que se implementen metodologías prácticas que fortalezcan el proceso de aprendizaje del ingeniero industrial y que les proporcionen la oportunidad de actuar en contexto, de tal forma que se empleen los conocimientos adquiridos en las aulas de clase.



Con este proyecto se busca evidenciar el desarrollo de una metodología práctica a través de una relación directa entre la lúdica en la fábrica de vasos del Grupo en la Enseñanza de Investigación de Operaciones (GEIO) y de la práctica de la Heladería Lean del grupo perteneciente al laboratorio de Manufactura Flexible de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira, las cuales se componen de un sistema de producción *Pull* basado en el *Kanban*, que se usa en los diferentes centros de trabajo automatizado.

Para llevar a cabo esta práctica, se tomó como referencia la metodología constructivista C3, la cual permite el análisis y la interiorización de conceptos propios de la Ingeniería Industrial, específicamente en el área de producción. Por lo tanto, al implementar esta metodología práctica se espera que los estudiantes desarrollen y fortalezcan tanto habilidades como competencias necesarias para dar soluciones a las problemá-

ticas de su entorno; con lo que se generan herramientas para la toma de decisiones en el mundo laboral.

## 2. Metodología

Para el desarrollo de la práctica se tomó como referencia la metodología constructivista C3 (descrita en Brenson [1]), y se identificó el contexto de las etapas mencionadas a continuación:

- **Concientización:** en esta etapa se facilita la comprensión del marco conceptual (sistema de producción *Pull* y el *Lean Manufacturing*) por medio de la práctica, de modo que los estudiantes experimenten y reflexionen los conceptos. Lo anterior tiene como fin establecer una relación entre la práctica y los conocimientos previos, para generar una mayor facilidad en la recordación del tema tratado.

- **Conceptualización:** en esta etapa se fortalece el marco conceptual (justo a tiempo [JIT], *Kanban* y sistemas de producción *Pull*), que llevan a interpretar y deducir de manera autónoma los conceptos, además de generar conclusiones y críticas constructivas que permiten la interiorización de los mismos.
- **Contextualización:** esta etapa consiste en integrar los conceptos previos, vivenciados y comprendidos en la práctica, con el objetivo de interiorizar los conocimientos construidos durante su desarrollo. A continuación, se induce a los estudiantes a relacionar el mar-

co conceptual vivenciado con el mundo laboral, a través de un espacio de autoevaluación y retroalimentación que permite la extrapolación de los conceptos.

De acuerdo con estas etapas, se identificaron las competencias que los estudiantes asistentes fortalecen con el desarrollo de la práctica (tabla 1). Estas se subdividen en tres niveles que se presentan a continuación:

- **Básico:** se refiere a la exploración de los conocimientos previos que han adquirido los estudiantes en las aulas de clase.

- **Intermedio:** consiste en el análisis de las opiniones de los demás estudiantes de forma que permita validar, interpretar y construir los conceptos propios de la actividad.
- **Avanzado:** corresponde a la relación existente entre los preconceptos y los conocimientos adquiridos durante la actividad, con lo que se genera una posición propia que permita la creación de nuevas propuestas, como también la extrapolación de los conceptos a su entorno.

**Tabla 1. Matriz de competencias**

Competencias	Niveles		
	Básico	Intermedio	Avanzado
Comunicación efectiva	Expresa su opinión, resume la práctica y comparte su aprendizaje.	Expresa su opinión sobre la aplicación de los conceptos previos.	Compara y relaciona los conceptos adquiridos, frente a conocimientos previos.
Análisis	Sintetiza los aspectos más relevantes de la práctica.	Deduce y compara los conceptos mediante un análisis de la práctica.	Propone casos para la aplicación de la práctica en la vida cotidiana.
Pensamiento estratégico	Identifica la aplicación de los conceptos previos en la práctica.	Relaciona los conocimientos previos para la construcción de los nuevos.	Traduce en acciones de la vida cotidiana lo vivenciado en la práctica.
Innovación y creatividad	Recursivo en el desarrollo de la práctica.	Propone alternativas de solución a los problemas formulados.	Busca nuevas alternativas de solución rompiendo los esquemas tradicionales.
Trabajo en equipo	Los objetivos propios son más importantes que los del grupo.	Actúa en función del equipo para conseguir los objetivos propuestos.	Colabora, manifiesta iniciativa y se destaca para alcanzar la meta grupal.

Fuente: elaboración propia.

## 3. Desarrollo de la práctica

En la práctica Heladería Lean se fabrican dos referencias, producto A y B, los cuales están compuestos por un vaso y dos fichas de Lego. La referencia del producto A contiene fichas de Lego amarillas, y la del producto B, verdes, simulando con cada referencia un sabor de helado. A continuación, se pone en práctica la metodología descrita (numeral 2) y se explica el procedimiento.

### 3.1 Primera etapa

Inicia con la presentación de la celda de Manufactura Flexible, luego se explica el proceso de la práctica Heladería Lean, donde se aplican conceptos como justo a tiempo (JIT), *Kanban* y sistemas de producción *Pull*. Posteriormente, se abre un espacio para preguntas, con el fin de aclarar las dudas, para finalmente dar paso a la ejecución de la práctica.

Para ello, se pide la participación de algunos estudiantes asistentes, los cuales tomarán roles de operarios y jefes de producción;

los demás se tienen como función observar la aplicación de los conceptos del marco conceptual respectivo.

### 3.2 Segunda etapa

Antes de iniciar con la práctica como primera medida se carga línea de producción con dos productos terminados de A y B, respectivamente. Dichos productos se encuentran en un contenedor, el cual posee una tarjeta *Kanban* de producción, representada por un color (el color morado representa el producto A, el color verde representa el producto B), con el cual se indica el tipo de producto a fabricar, las cantidades y las especificaciones pertinentes.

Para simular la demanda del cliente se arroja un dado, si el número resultante es par significa que se ha demandado el producto A, por lo tanto, el operario de la estación manual retira el vaso del contenedor y lo reemplaza por un vaso vacío, pero si el número

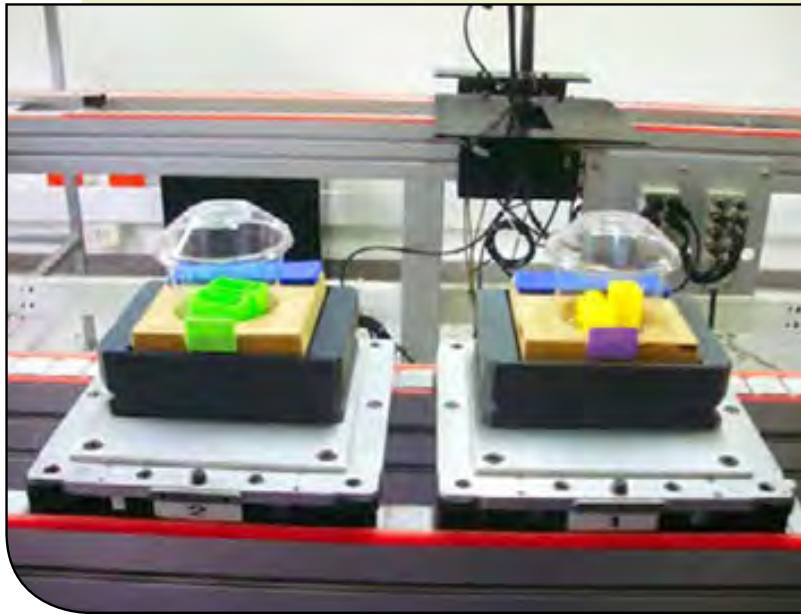
resultante es impar, significa que el producto B ha sido demandado y, se procede a realizar la misma operación. A continuación, desde la estación principal, se ejecuta el *software* que integra todos los componentes del laboratorio, fabricando la orden de producción de acuerdo con el *Kanban* de producción adherido al contenedor.

Luego, al llegar el contenedor a la estación del Robot, es transportado hacia la estación de llenado, en la cual el robot introduce dos fichas de Lego, para posteriormente ser transportado hasta la estación manual. En esta estación, el operario se encarga de accionar el tope manual, tomar un adhesivo, pinarlo y fijarlo en la parte inferior del vaso para finalmente proceder a tapanlo.

El paso siguiente consiste en hacer una inspección de calidad, de modo que se verifique su contenido, así como también la pin-

tura y fijación del adhesivo. Por último, el producto es transportado al almacén de producto terminado.

Figura 1. Producto terminado



### 3.3 Tercera etapa

Al finalizar la práctica, se explican los conceptos del marco conceptual (justo a tiempo [JIT], *Kanban* y sistemas de producción *Pull*), luego se llevan a cabo algunas preguntas, con el fin de aclarar las dudas al respecto, para así lograr la visualización de los mismos en la siguiente ejecución de la práctica.

Al culminar esta etapa, se procede a cuestionar de nuevo a los estudiantes, de tal manera que se generen conclusiones al respecto, logrando así retroalimentar y contextualizar el proceso experimentado. del proceso experimentado.

## 4. Análisis de resultados

Al terminar la práctica, se le entrega a cada estudiante la matriz de competencias, con la que se lleva a cabo una valoración, mediante una autoevaluación, en donde se establece el nivel alcanzado durante el desarrollo de la misma. La muestra seleccionada para la investigación la constituyeron quince estudiantes de la Facultad de Ingeniería Industrial de séptimo y octavo semestre, puesto que esta es la capacidad del laboratorio.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos (véanse figura 2 y tabla 2).

**Figura 2. Evaluación del nivel de competencias**



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2. Proporción del nivel de competencias**

Competencias	Básico	Intermedio	Avanzado
Comunicación efectiva	20 %	73,3 %	6,7 %
Análisis	40 %	26,7 %	33,3 %
Pensamiento estratégico	13,3 %	40,0 %	46,7 %
Innovación y creatividad	26,7 %	60,0 %	13,3 %
Trabajo en equipo	6,7 %	46,7 %	46,7 %

Fuente: elaboración propia.

La tabla 2 y la figura 2 muestran los resultados de la evaluación de niveles de competencias para la práctica de la Heladería Lean. Algunas de estas son las personas que participaron en la actividad, puede observar que en el nivel intermedio se destacan en mayor proporción las siguientes competencias: comunicación efectiva (73,3 %), innovación y creatividad (60 %) y trabajo en equipo (46,7 %), igualmente, en el nivel avanzado las competencias de pensamiento estratégico (46,7 %) y trabajo en equipo (46,7 %), es de anotar que en el nivel básico compite contra análisis (40,0 %).

De esta manera, podemos concluir que la mayoría de los estudiantes se autoevalúan en nivel intermedio y nivel avanzado; es importante mencionar que la competencia trabajo en equipo presenta igual proporción en los niveles intermedio y avanzado.

## 5. Conclusiones

Al aplicar la evaluación del nivel de las competencias se encontró que los estudiantes se autoevalúan en mayor proporción en el nivel intermedio, lo cual significa que muestran interés por relacionar los conocimientos previos con los de la práctica, así como también por el trabajo en equipo. De igual forma, en el nivel avanzado se sitúan en las competencias que los conllevan a relacionar la actividad con la vida cotidiana.

La metodología desarrollada por el grupo del laboratorio de manufactura flexible de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira permitió el fortalecimiento del proceso de formación de los estudiantes de Ingeniería Industrial, lo que les dio la oportunidad

de retroalimentar su aprendizaje, interiorizar los conceptos y adquirir una mayor comprensión de los mismos.

El uso del laboratorio de manufactura flexible como herramienta para el desarrollo de la práctica fortaleció los conceptos de sistema de producción *Pull*, basada en los conceptos justo a tiempo y el *Kanban*.

## 6. Referencias

- [1] G. Brenson. (1996). “Constructivismo criollo: una metodología facilitadora de la educación holística”. Fundación Neo-Humanista, Colombia. Consultado el 21 de marzo de 2010 en [www.amauta-international.com/CONSTRUCTIVISMO%20CRIOLLO.pdf](http://www.amauta-international.com/CONSTRUCTIVISMO%20CRIOLLO.pdf)

## 7. Bibliografía complementaria

- S. Estrada et ál. (2004). “Transversalidad curricular orientada a creación de empresas”. *Scientia et Technica*, 26. Colombia.
- Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones GEIO, *Lúdicas y laboratorios de ingeniería industrial*. Pereira: Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.

# Línea de ensamble

## de cuatrimotos en una celda de manufactura flexible

*Assembly line of motorbike toys in a Flexible Manufacturing Cell (FMC)*

### Resumen

Observando la posibilidad que brinda la celda de manufactura flexible (FMC, por sus siglas en inglés), se ha creado una práctica de laboratorio que permite a los estudiantes de Ingeniería Industrial la profundización de conceptos teóricos de las asignaturas Sistemas de Manufactura Flexible e Ingeniería de Métodos y Tiempos. Se trata de una línea de ensamble de juguetes con forma de cuatrimotos, desarrollada en la FMC según los pedidos del cliente. Con esta se puede inducir a los estudiantes a analizar la posibilidad de adaptación que permiten este tipo de celdas; además, se les puede invitar a diseñar nuevos productos y procesos que se implementen allí.

**Palabras clave:** línea de ensamble, manufactura flexible, métodos.

### Abstract

Looking at the possibility offered by the FMC, it has been created a lab that allows students of Industrial Engineering to apply theoretical concepts of the subjects: Flexible Manufacturing Systems and Engineering Methods and Times. This practice is about an assembly line from toys in motor bike shape processed in the cell according to request of customer. This may induce students to analyze the possibility of adaptation that allow this kind of cells; also it could aim them to design new products and processes to be implemented in this line.

**Keywords:** assembly line, flexible manufacturing, methods.



Jimmy Valencia Urbano\*

Julián A. Piedrahíta Monroy\*\*

María Elena Bernal Loaiza\*\*\*

Germán Cock Sarmiento\*\*\*\*

Universidad Tecnológica de Pereira

- \* Estudiante de VIII semestre Ingeniería Industrial. [jimvalu90@hotmail.com](mailto:jimvalu90@hotmail.com)
- \*\* Ingeniero Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. [piedrahitamonroy@hotmail.com](mailto:piedrahitamonroy@hotmail.com)
- \*\*\* Ingeniera de Sistemas, magíster en Investigación de Operaciones y Estadística. Docente Asistente. [mbernal@utp.edu.co](mailto:mbernal@utp.edu.co)
- \*\*\*\* Ingeniero Industrial, magíster en Investigación de Operaciones y Estadística. Docente Asistente. [cook20038@gmail.com](mailto:cook20038@gmail.com)



# 1. Introducción

La creación de esta práctica de ensamble se fundamentó con el desarrollo de la tesis denominada “Aplicación de Redes de Petri en los laboratorios académicos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira” por los egresados Carlos Andrés Rivas Oyuela y Julián Alejandro Piedrahíta Monroy, quienes, en procura de cumplir el objetivo principal de su tesis de grado, desarrollaron una línea de ensamble de cuatrimotos con las operaciones logísticas necesarias y, finalmente, con la aplicación del tema de Redes de Petri a todo el proceso.

Esta línea de ensamble fue prontamente adoptada por el equipo de trabajo de la celda de Manufactura Flexible, para pulir algunas de las partes de todo el proceso y desarrollar un discurso teórico para la presentación de la misma a los grupos académicos visitantes de la Facultad de Ingeniería Industrial.

El objetivo principal de la lúdica es que los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería Industrial puedan profundizar

los conceptos teóricos que se imparten en las asignaturas Sistemas de Manufactura Flexible e Ingeniería de Métodos y Tiempos. De allí que el desarrollo de la práctica permita la observación, el análisis y las conclusiones que puedan aportar los visitantes al laboratorio.

En el presente documento se describen las estaciones de trabajo con las respectivas piezas, materiales y herramientas necesarias para el procesamiento de las motos de cuatro ruedas, también se sustenta la relación que



tiene la práctica con la formación académica de los estudiantes, por último, se mencionan los resultados y conclusiones obtenidas tras el desarrollo de este trabajo.

## 2. Desarrollo de la práctica

La práctica de la línea de ensamble cuenta con tres estaciones de trabajo y una subestación. Para su desarrollo se requiere una persona en cada una de las estaciones, en la primera, en la segunda, y una más para el computador mientras que para la tercera estación son necesarias dos personas, todos harán las veces de empleados de la fábrica. Además, la simulación de suministro de materiales en cada estación de trabajo es continua, y cada operario cuenta con sus elementos de trabajo y materia prima en todo momento, por lo que no es necesario considerar un patinador para el desarrollo de la práctica.

A continuación, se enumera cada una de las estaciones de trabajo con sus herramientas, piezas y materiales necesarios para la práctica.

## 2.1 Primera estación

En esta estación de trabajo, una persona ensambla el chasis de las cuatrimotos, para ello se requieren las siguientes piezas y herramientas.

**Tabla 1. Materiales y herramientas de la primera estación**

Primera estación	
Herramienta	Destornillador plástico
Piezas o materiales	Dos piezas de chasis
	Tornillo plástico

## 2.2 Segunda estación

En esta estación interviene el brazo robot, que con la asistencia de una persona ensambla la carrocería con el chasis para cada cuatrimoto, la misma persona está encargada de alistar en la subestación o mesa de ensamble correspondiente a la carrocería.

## Subestación

Se ensambla con antelación la carrocería para que esté preparada cuando el brazo robot se acerque para tomarla y unirla con el chasis.

Las piezas y herramientas necesarias para la segunda estación aparecen en la tabla 2.

**Tabla 2. Materiales y herramientas para la segunda estación de trabajo**

Segunda estación		
	Subestación	Segunda estación
	Carrocería	Carrocería - chasis
Herramienta	Destornillador	Destornillador
Piezas o materiales	Tacómetro	Subensamble carrocería
	Manubrio	Subensamble chasis
	Tornillo metálico	
	Carrocería	

## 2.3 Tercera estación

En esta última estación de trabajo, dos personas (situadas a ambos lados de la banda transportadora) se encargan de terminar el producto e instalar las llantas y piezas finales correspondientes (parachoques y parrilla). Para el desarrollo de la siguiente actividad se requieren los siguientes materiales:

**Tabla 3. Materiales y herramientas para la tercera estación de trabajo**

Tercera estación	
Herramienta	Destornillador plástico
Piezas o materiales	Cuatro llantas
	Parrilla
	Parachoques

Antes de iniciar la práctica, los materiales y herramientas necesarias para cada estación deben estar debidamente ubicados, también es necesario dar instrucción a los participantes sobre el proceso que les corresponde ejecutar y se explica a todo el grupo el objetivo de

la práctica, además de resaltar los conceptos académicos que permite la aplicabilidad, de acuerdo con la asignatura que cursen los estudiantes visitantes.

Se cargan todas las estaciones de trabajo y se comienza a producir hasta abastecer el inventario mínimo requerido en la bodega de producto terminado (se establece que al menos deben existir dos cuatrimotos disponibles para la venta, suponiendo que se ha investigado sobre la demanda del producto en el mercado).

Después de tener el inventario mínimo abastecido, se comienza a trabajar con órdenes de producción que surgen, conforme los clientes demandan el producto, lo que quiere decir que a medida que el inventario baje, se debe garantizar el mínimo mencionado.

Los productos son transportados sobre bases especiales y pallets, desplazándose a través de una banda que comunica las tres estaciones y es controlada desde el computador central.

El proceso inicia y cada persona es responsable de su estación de trabajo; quien está en el computador central se encarga de detener los pallet con los topes automáticos para la segunda estación y ejecutar o activar el programa correspondiente para el brazo robot; el programa se ejecuta con el *software* llamado Cosirop, mientras que los topes se detienen con el *software* denominado Minitex IV.

**Figura 1. Cuatrimoto en proceso de ensamble**



### 3. Práctica desde el punto de vista de la Ingeniería de Métodos y Tiempos

En lo relacionado con la Ingeniería de Métodos y Tiempos, durante el desarrollo de la lúdica, los estudiantes pueden apreciar y practicar muchos de los conceptos que se ven en clase, algunos de ellos son los siguientes:

- a. Hacer una descripción global del proceso, los visitantes están capacitados para identificar todas las tareas y actividades que forman parte del ensamble de las cuatrimotos.
- b. Delimitar las actividades, según los intereses de los estudiantes y del profesor; desde el inicio de la práctica, los estudiantes se agrupan en cada una de las estaciones de ensamble con el objetivo de hacer un análisis más profundo en cada estación.
- c. Describir las actividades y el puesto de trabajo, mediante la observación directa de los educandos en cada una de las estaciones de ensamble.
- d. Identificar todos los recursos y elementos requeridos para desarrollar la tarea que es analizada: materia prima, herramientas y materiales.

e. Identificar los indicadores que se van a medir: productividad, tiempo estándar por unidad, eficiencia y rendimiento.

Durante la ejecución de la práctica, los visitantes pueden hacer mediciones de tiempo de las tareas, analizar los diferentes movimientos de los operarios y desplazamientos dentro de la misma estación de trabajo. Después de analizar la información, los estudiantes pueden llevar a cabo las diferentes inferencias acerca de los tiempos, suplementos por fatiga y personales, los *therbligs* (presentados por Frank B. Gilberth), además de aplicar los principios de economía de movimientos.

Al finalizar la práctica, los estudiantes pueden aportar referentes al diseño del puesto de trabajo, mejoras que se pueden aplicar en cada una de las estaciones de ensamble y en el proceso, además de los diferentes beneficios que dichas sugerencias representarían

para el operario, para la línea de producción y para la práctica en general.

### 4. Práctica desde el punto de vista de la Manufactura Flexible

Referente a la asignatura Manufactura Flexible, los estudiantes pueden visualizar el concepto de *Kanban* y *Pull*, ya que durante el desarrollo de la lúdica se observa cómo esta planta de producción simulada trabaja de acuerdo con las necesidades de un cliente (expresadas por un vacío en la bodega de producto terminado); por lo tanto, se produce exclusivamente la cantidad demandada. Cada estación de trabajo producirá lo que se encuentre para procesar en ella y solo podrá liberar el producto en proceso si la estación siguiente se encuentra disponible para recibir trabajo, de esta manera se observa la aplicación del criterio de traba-

## 6. Bibliografía

jo *Pull*. Como se menciona la Universidad de Barcelona (2002) “Permitir que la primera estación ensamble la cantidad de productos que su eficiencia le permita, sin contar con el ritmo de trabajo de las siguientes estaciones, generaría un exceso de inventario en las estaciones más lentas, lo que va en sentido contrario a las nuevas tendencias de producción”.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

Durante la realización de la práctica denominada “Línea de ensamble de cuatrimotos en una celda de manufactura flexible”, los estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería Industrial pueden aplicar muchos de los conceptos que se ven en la clases magistrales, de este modo se estimula la for-

mación integral de los ingenieros industriales, y se desarrollan e interiorizan los saberes y competencias de una manera más efectiva.

Después de ejecutar la práctica se observa que muchos estudiantes obtienen conclusiones destacables y apuntes referentes a cambios en las estaciones de trabajo, inclusive la aplicación del concepto *Pull* ha sido dada por uno de los mismos estudiantes asistentes a una de las presentaciones.

Esta lúdica facilita que otros estudiantes e investigadores realicen más adaptaciones, logrando resultados diferentes respecto a la formación académica para estudiantes de Ingeniería Industrial, ya que se pueden añadir procesos y conceptos relacionados con la producción, además de practicar los conceptos de ingeniería. Esto abre las puertas para que la práctica no se extinga y, por el contrario, se actualice de acuerdo con las tendencias emergentes en manufactura e ingeniería.

M. Groover, *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing*. Estados Unidos: Pearson-Prentice Hall, 2008.

J. Piedrahíta y C. A. Rivas, *Aplicación de redes de Petri en los laboratorios académicos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira*. Tesis de pregrado. Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 2010.

Universidad de Barcelona. (2002, marzo). “Definición de términos utilizados”. Consultado el 1 de junio de 2002 en [www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/JIT\\_concepte\\_carac.pdf](http://www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/JIT_concepte_carac.pdf)



# Una mirada a las capacidades en investigación y administración de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira

*Looking for management and research capacities to Industrial Engineering Faculty in Universidad Tecnológica de Pereira*

## Resumen

El presente texto muestra un análisis de las capacidades en investigación y administración en la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). Inicia con un panorama general acerca del comportamiento de variables relacionadas con la investigación y la manera como influyen sobre las capacidades de administración. Posteriormente, se habla de un recorrido histórico en la Facultad con el crecimiento y desarrollo de diez grupos de investigación reconocidos por Colciencias y su impacto en la calidad de formación en el pregrado. Se postula una idea de creación de un grupo de investigación con una metodología bastante particular, como lo es la del GEIO, así como la forma en que su funcionamiento ejerce fuerza para la creación de otros grupos a lo largo del tiempo. Finalmente, se plantea la propuesta de analizar las ventajas que trae la aplicación y profundización de diversos temas en tan solo una actividad lúdica.

**Palabras clave:** administración, capacidades, ingeniería industrial, investigación.

## Abstract

This paper shows an analysis of researching and management capacities in Industrial Engineering faculty from Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). It begins with a overview of researching variables and how it influences management capacity. Then we walk about a historical in the faculty growth and development of 10 research groups recognized by Colciencias, and its impact on the quality of education at the undergraduate. It posits an idea of creating a research group with a very particular approach, as is the group GEIO and how it works exerts force for the creation of other groups over time. Finally there is the proposal to analyze the advantages that brings the development and deepening of various issues in just a recreational activity.

**Keywords:** administration, capacities, industrial engineering, research.

Wilson Arenas Valencia\*

Laura A. Mejía Ospina\*\*

Universidad Tecnológica de Pereira



\* Correo electrónico:  
[warenas@utp.edu.co](mailto:warenas@utp.edu.co)

\*\* Correo electrónico:  
[laanmejia@utp.edu.co](mailto:laanmejia@utp.edu.co)

# 1. Introducción

El presente texto pretende ilustrar un panorama general de la relación entre las capacidades en investigación y en administración, desde y para la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP), examinando cada uno de los factores relevantes que intervienen en el proceso de investigación y extensión en este contexto.

Inicialmente, se expone el escenario acerca de cómo se encontraba la Facultad de Ingeniería Industrial de la UTP, en términos de grupos de investigación registrados en Colciencias y proyectos asociados a comienzos del año 2000, para compararlos con los resultados que se han obtenido a lo largo de diez años de trabajo desde las áreas funcionales de nuestra institución educativa, en línea con el desarrollo de los procesos de investigación y extensión.

El punto clave de esta presentación exhibe al Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO) como un motor del desarrollo en investigación para la Facultad

de Ingeniería Industrial de nuestra institución, puesto que, debido a su dinámica y funcionamiento desde sus inicios, ha propiciado la generación de ideas hacia otros problemas de investigación para ser estudiados.

Por último, se presenta un caso en el cual, desde el desarrollo de una lúdica, se promueven estudios y reflexiones profundas acerca de habilidades y competencias (de carácter cualitativo y cuantitativo), para propiciar una formación profesional integral, así se permite ejemplificar la importancia del uso de la lúdica para la profundización de determinados conceptos y la apropiación social del conocimiento.



## 2. Un panorama general

Teniendo en cuenta que se concibe la dinámica como un método que combina el análisis y la síntesis, se suministrará un ejemplo concreto de la metodología sistémica y las relaciones causa-efecto; la dinámica de sistemas suministra un lenguaje que permite expresar las relaciones que se producen en el seno de un sistema, y explicar cómo se genera su comportamiento [1].

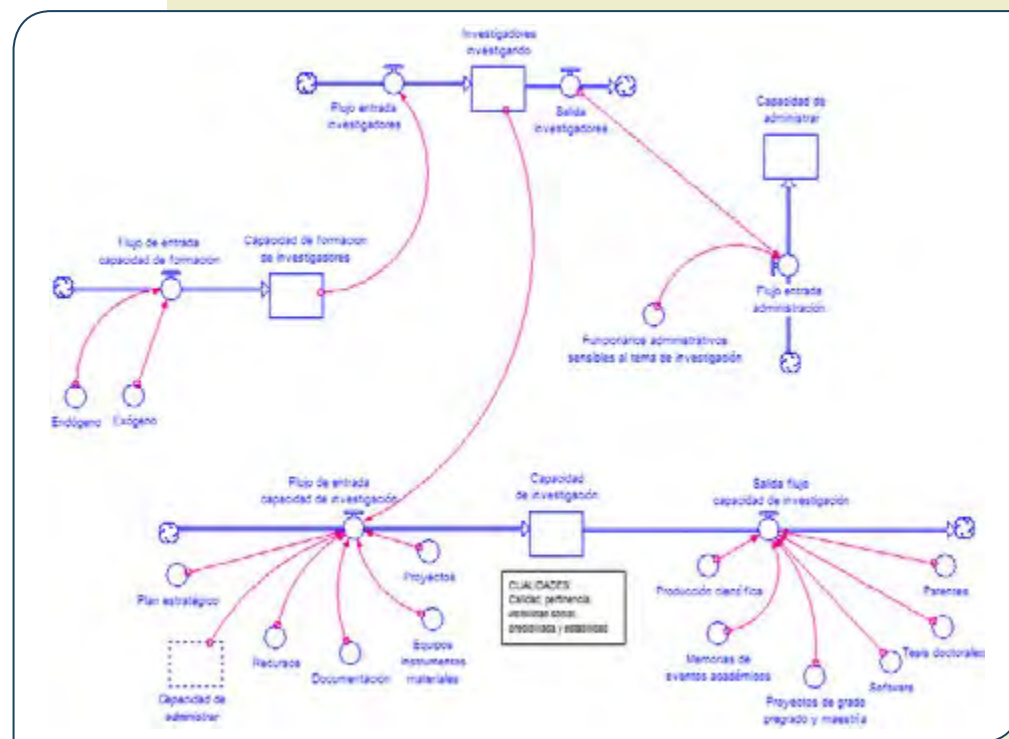
La figura 1 ilustra una perspectiva analizada desde la Facultad de Ingeniería Industrial de la UTP, en donde se identifican las capacidades en investigación para la misma. Se cuenta inicialmente una variable de nivel en donde se expone la capacidad de formación de investigadores, quienes, durante un lapso, generan resultados desde los proyectos de investigación asignados o propuestos (Investigadores investigando). Estos resultados influyen sobre una capacidad para administrar; dada la cantidad de investigadores salientes del sistema, se cuenta con probabilidad de que sus resultados o sus experiencias influyan en el proceso administrativo.

El nivel denominado Investigadores investigando genera un impacto directo sobre las capacidades en investigación de la Facultad, la cual invierte una serie de recursos físicos, humanos e intelectuales (como también la capacidad de ad-

ministración), para elaborar producciones científicas, patentes, proyectos de grado, tesis doctorales, proyectos de in-

vestigación, memorias de eventos académicos, entre muchos otros productos de investigación científica.

**Figura 1. Análisis de las capacidades en investigación y administración de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UTP**



Fuente: elaboración propia.



### 3. Un recorrido por la formación investigativa de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UTP

Durante los últimos once años, la Facultad de Ingeniería Industrial ha generado una serie de desarrollos científicos, gracias a la creación, crecimiento y desarrollo de grupos de investigación en temas relevantes para las áreas funcionales de la Ingeniería Industrial: administración, manufactura flexible, investigación de operaciones y finanzas. A continuación, se ilustra dicho crecimiento (véase la figura 2).

Se puede extraer del gráfico anterior que, entre los años 2002 y 2003, el número de grupos de investigación registrados en Colciencias correspondía a cinco, y para el año 2004 esta cantidad casi se duplica. Lo importante de analizar es que para el año 2000 se contaba con una mínima cantidad de grupos o proyectos de investigación en desarrollo, y para el año actual, la facultad cuenta con diez grupos de investigación, no solamente registrados en Colciencias, sino también con un grado de clasificación: dos grupo en categoría D, cinco en categoría C, uno en categoría B y dos grupos en categoría A [2].

Con estos resultados, se presentan cada uno de los entes que operan para la Facultad, entre grupos y proyectos asociados a la misión de la misma. Algunos de ellos son los siguientes:

Los programas de pregrado y posgrado, los laboratorios virtuales, los grupos de investigación, el organismo certificador del producto, Zeiky, el cuerpo docente y los estudiantes de pre y posgrado.

Figura 2. Relación de crecimiento de los grupos de investigación de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UTP



Fuente: elaboración propia.

## 4. Una idea como motor de desarrollo

La figura 3 ilustra la propuesta investigativa del GEIO, desde comienzos del año 2000, con su creación como grupo de investigación, y sus posibles acercamientos hacia las motivaciones para que un grupo de docentes procuraran la formación de nuevos grupos de investigación.

De acuerdo con la dinámica inicial del GEIO, se comienzan a generar resultados en cuanto a su quehacer investigativo (promover espacios pedagógicos en el salón de clase de manera constructiva). Estos resultados también generan una aproximación hacia los docentes, para que refuercen sus expectativas en cuanto a investigación, y de allí se genera una "diáspora" hacia la y formación y desarrollo de otros grupos de investigación.

Figura 3. Relaciones causales entre la dinámica del GEIO y su influencia en la creación de nuevos grupos de investigación



Fuente: elaboración propia.

## 5. La investigación en un juego

Como capítulo final, se ilustrará el trabajo para demostrar toda la aplicación y nivel de profundidad que se puede llegar a generar desde una sola actividad lúdica, de las que propone el GEIO. Se trata de la construcción de la autopista y su aplicación desde el punto de vista administrativo y de investigación de operaciones.

Con los resultados obtenidos en el análisis de la aplicación y profundización de esta actividad, se cuenta con la información que aparece en la tabla 1.

**Tabla 1. Ilustración de aplicaciones de la actividad lúdica. La construcción de la autopista desde los enfoques cualitativo y cuantitativo**

DESARROLLO EN LO CUALITATIVO	DESARROLLO EN LO CUANTITATIVO
<ul style="list-style-type: none"><li>• Toma de decisiones</li><li>• Solución de conflictos</li><li>• Comunicación</li><li>• Estilos de liderazgo</li><li>• Consenso</li><li>• Planeación de ciudad</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicaciones en el área de Investigación de Operaciones.<ul style="list-style-type: none"><li>– Proceso Analítico Jerárquico</li><li>– Programación Lineal</li><li>– Programación en software especializado</li></ul></li></ul>

La actividad lúdica permite profundizar y reflexionar acerca de temáticas relacionadas con el talento humano, en donde se involucren temáticas que desde lo cualitativo aporten a la formación del ingeniero: toma de decisiones, solución de conflictos, comunicación, liderazgo, planeación de ciudad, son algunas de las competencias clave de potenciar con esta actividad. En cuanto a los conceptos relacionados con las ciencias cuantitativas, se pueden encontrar aplicaciones a partir de varias herramientas que propone la investigación de operaciones con el fin de encontrar soluciones desde el punto de vista de rutas por construir y de criterios de desempeño: programación lineal, proceso analítico jerárquico, AHP, programación en *software* especializado, metaheurísticas.

Fuente: elaboración propia.

## 6. Conclusiones y recomendaciones

- Es importante llamar a la reflexión acerca de las capacidades en investigación que tienen las instituciones de educación superior, ya que en cada uno de los factores que se identifiquen dentro de ellas pueden surgir estrategias innovadoras para promover un desarrollo constante a través de la generación de proyectos, que conlleven a la generación de un impacto en el desarrollo local, regional y nacional.
- Este impacto se puede visualizar en el sector de educación superior, con la consolidación y desarrollo de la red GEIO nacional, donde, con una idea innovadora de gestión del conocimiento para la Ingeniería Industrial, se puede lograr la formación de un profesional altamente integral.



## 7. Referencias

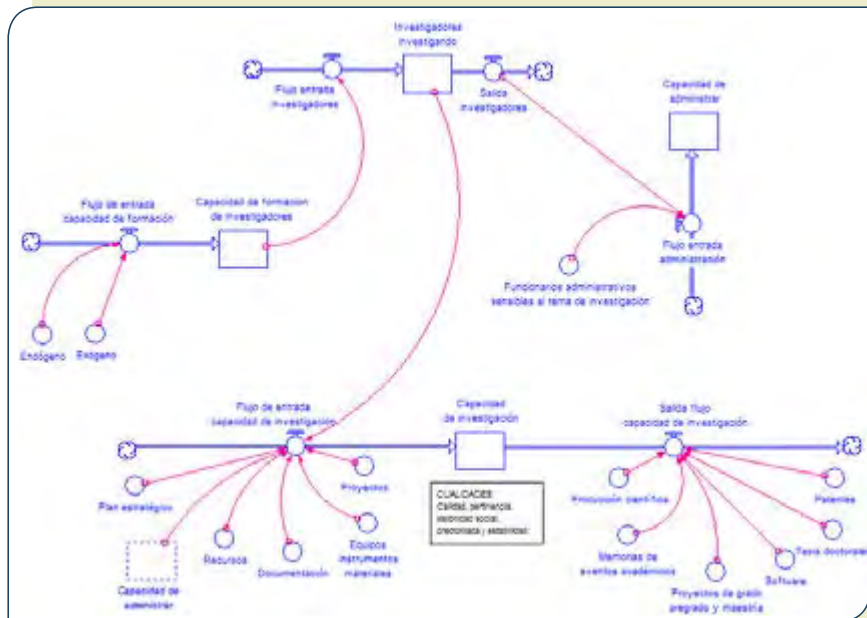
- [1] J. Aracil y F. Gordillo. *Dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza, 1997.
- [2] Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión. (2011). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Consultado el 3 de mayo de 2011 en [www.utp.edu.co/vicerrectoria/investigaciones/investigaciones/listar\\_grupos/242/Facultad%20De%20Ingenieria%20Industrial/1](http://www.utp.edu.co/vicerrectoria/investigaciones/investigaciones/listar_grupos/242/Facultad%20De%20Ingenieria%20Industrial/1)

## 8. Bibliografía complementaria

- Grupo en la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO), *Lúdicas y laboratorios para ingeniería industrial*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Industrial, 2009.
- L. A. Mejía y C. M. Zuluaga. (2011). “Escenario lúdico en el salón de clases para enseñar la técnica de investigación operativa AHP”. *Scientia et Technica*, 2(48).

## 9. Anexos

### Anexo 1. Análisis de las capacidades en investigación y administración de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira



### Anexo 2. Relaciones causales entre la dinámica del grupo GEIO y su influencia en la creación de nuevos grupos de investigación



# La inclusión del enfoque sistémico en la universidad

César Jaramillo Naranjo\*

Laura Mejía Ospina\*\*

Universidad Tecnológica de Pereira

*The inclusion of systemic approach in the university*

## Resumen

Este artículo contiene los resultados de un proceso de investigación documental, etnográfica, cuantitativa y cualitativa, los cuales fueron desarrollados durante los últimos cinco años en GEIO. Inicialmente, se justifica la transición metodológica desde el mundo mecanicista (*hard* y reduccionista) hacia el moderno mundo sistémico (*soft* y constructivista). Luego se ilustran algunos de los eventos presentes en el modelo de proceso de funcionamiento de la universidad como eslabón fundamental del devenir científico y social de la humanidad. También se gestionan conocimientos relacionados con un ciclo realimentado general: el mundo, la visión de este, la universidad, el egresado y su participación en ese mundo. Seguidamente, se presenta un análisis más profundo de algunas de las transiciones y de resultados presentes en ese ciclo realimentado general.

Este análisis incluye la formulación de modelos sistémicos particulares, identificados en la investigación, y la mención de la percepción de algunas autoridades sobre temas definitorios de esas transiciones. Durante todo el trabajo se ilustran profusamente los temas con diagramas causa-efecto y con diagramas de Sistemas Dinámicos. Finalmente, se mencionan investigaciones nacionales sobre algunos de los aspectos presentes en el modelo general y se proponen algunas conclusiones.

**Palabras clave:** competitividad, enfoque sistémico, sistemas dinámicos.

## Abstract

This paper contents a researching process results: documental, ethnographic, quantitative and qualitative, developed during last five years inside GEIO. Initially methodological transition is justified, since mechanicist world (hard and reductionist), through Systemic modern world (soft and constructivist). Then some current events in the University process as an important part of scientist and social humanity are shown and analyzed. Also there are knowledge management related to a general feedback loop: the world, the world's vision, the University, the graduate and his participation in that world. Subsequently this paper shows a complex analysis of some transitions and particular current results, identified inside the researching, and some authorities' perceptions about important themes of these transitions are mentioned. During whole this work we show the topics through causal loop diagrams and Forrester diagrams. Finally we mentioned national research in some variables presents in our general model. And we show some conclusions.

**Keywords:** competitiveness, dynamic systems, systemic approach.



\* Correo electrónico:  
[cejana@utp.edu.co](mailto:cejana@utp.edu.co)

\*\* Correo electrónico:  
[laanmejia@utp.edu.co](mailto:laanmejia@utp.edu.co)

## 1. Introducción

A principios del siglo XX, debido a la emergencia de las corporaciones y a la gran influencia de las relaciones humanas en el trabajo, fue imposible de defender la visión mecanicista, derivada de los desarrollos del siglo XVII. Los cambios fueron impulsados entre 1940 y 1970 por nuevos modelos administrativos que aumentaron la benevolencia de las organizaciones.

En los años ochenta, debido a las crisis del petróleo de principios de los setenta, las prácticas administrativas de Occidente se sometieron a un riguroso examen, obligando a cambiar los conceptos del “fordismo” y el “taylorismo”. Y el cambio alcanzó su máximo a inicios de los noventa con la obra de Peter Senge, con los reconocimientos de la investigación cualitativa, los procedimientos *soft*, las visiones sistémicas, antipositivistas y constructivistas.

Este texto inicia la gestión de las ideas con un diagrama que ilustra nuestro mundo, y seguidamente utiliza herramientas de enfoque sistémico, así se profundiza en algunas de las transiciones ilustradas en este diagrama. La parte final de este trabajo invita a plantear una serie de inquietudes acerca de la necesaria aplicación del enfoque sistémico para obtener soluciones exitosas a las problemáticas universitarias.

## 2. Nuestra vida

Inicialmente, el trabajo comienza reconociendo la necesidad de incluir el pensamiento sistémico como competencia necesaria de formación para los ingenieros industriales, obligados a vivir

en un mundo sistémico. El aviso clasificado siguiente muestra el esfuerzo que hace una empresa buscando profesionales con esta competencia.

Figura 1. Aviso clasificado, en el que se solicita un profesional con determinadas competencias



Fuente: [elempleo.com](http://elempleo.com)

La situación anterior ilustra el ciclo realimentado que siguen los vínculos entre el mundo, la Facultad de Ingeniería Industrial, sus procesos de formación, los bachilleres, y los ingenieros industriales graduados.

El clasificado siguiente fue publicado por la Universidad EAFIT con el fin de encontrar un buen observador que le maneje su telescopio. Se identifica la competencia estudiando el primer párrafo.

**Figura 2. Aviso clasificado, categoría, enfoque sistémico, código ENS 225002**

**Coordinador de Mercadeo y Ventas para el Centro de Educación Continua de la Universidad EAFIT**



**Principales responsabilidades:**

- Identificar e investigar en el mercado actual local, nacional o internacional las oportunidades de formación y/o desarrollo de programas o servicios, alianzas nichos de mercado y demás para los diferentes públicos y/o áreas académicas de formación continua definidos o por definir.
- Planear, diseñar, verificar y controlar la ejecución de los procesos de promoción, mercadeo y ventas de los programas abiertos o cerrados, eventos especiales y programas de educación continua virtual definidos en el Centro de Educación Continua.
- Asegurar el cumplimiento de las metas y planes definidos en el presupuesto de ventas, logrando satisfacer y fidelizar a los clientes en el largo plazo y generando e implementando ofertas de valor agregado y de mejora continua en los procesos en consonancia con la filosofía y pautas de la institución.

**Requisitos:**

- Profesional en Administración de Empresas y Afines.
- Experiencia en Mercadeo.

**Formación Complementaria:**

- Inglés nivel avanzado.
- Metodologías y modelos de investigación.
- Manejo de herramientas de sistemas.

**Experiencia:**

- 5 años como mínimo en cargos similares.

**Beneficios:**

- Planes para aducción formal, en forma o virtual para empujar, fono y correo del empleado, tarifas económicas en cursos deportivos, descuentos en viajes artísticos, prestaciones extrasalariales prima extra por año y diciembre, vacaciones extraordinarias.

**La oferta salarial es de \$4.114.503 más prestaciones legales y extrasalariales**

**Interesados enviar hoja de vida: [www.eafit.edu.co](http://www.eafit.edu.co) - Contáctenos - Trabaje con nosotros - Ofertas de empleo - Coordinador de Mercadeo y ventas, a través del correo electrónico [238076@ejadvida.iaz](mailto:238076@ejadvida.iaz)**

**EM 2024**

Fuente: aviso de la ETB en periódico de circulación nacional.

Sirve también el diagrama anterior para recordar las comparaciones de velocidades hechas por Toffler: “mientras el carro del mundo va a 160 km/h el carro de la educación va a 15 km/h”. El caso más documentado que se ha encontrado [1] lo presenta una universidad mexicana que con-

fiesa: “desde el momento cuando se detecta la necesidad de un nuevo tipo de profesional, hasta cuando se gradúa la primera promoción, transcurren ocho años”. Aquí nos encontramos ante la presencia de un arquetipo sistémico llamado compensación entre proceso y demora.





### 3. La pertinencia

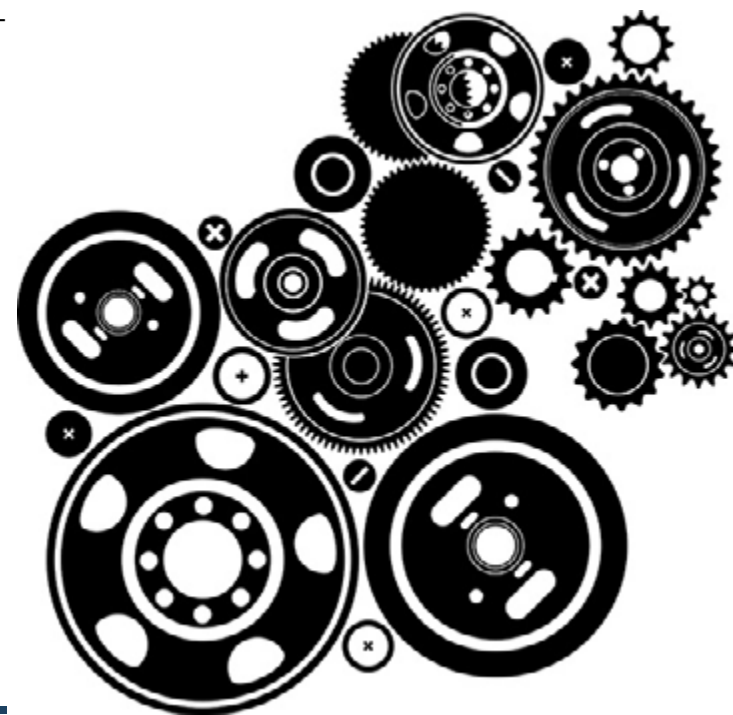
Estas son algunas ideas de Moisés Waserman, rector de la Universidad Nacional, de Colombia sobre el tema:

El primer extremo es el de una universidad absolutamente pertinente(...). Esta universidad explotó en fragmentos cuando se quebró el sistema y dispersó por todo el mundo a sus mejores talentos ávidos de libertad académica(...). El otro extremo es el de muchas universidades latinoamericanas y europeas, famosas por su oposición destructiva a todo, y también a su contrario(...). Aunque se autodenominó la defensora del interés público, se constituyó de hecho en el principal argumento y motor para el fomento de la educación privada(...). La pertinencia es la búsqueda de lo eficiente, es la forma de llevar a cabo los grandes planes de la sociedad, es el hombro empujando en la dirección acordada por una mayoría. La impertinencia es el espíritu alerta, la duda, el control de la calidad, el filtro de los errores.

Como afirmaba Walt Disney: “Necesitamos quien cante diferente a Julio Iglesias. Para cantar como Julio Iglesias, ya tenemos a Julio Iglesias”.

La ministra de educación expone su punto de vista frente a este tema:

“Necesitamos tener más técnicos y tecnólogos con educación de buena calidad, que sea pertinente con las necesidades que tienen los empresarios a nivel regional(...). Educamos profesionales en disciplinas que el sector productivo no contrata, porque no los necesita(...). Y el país necesita más profesionales formados con maestrías y doctorados para que pueda avanzar en innovación y desarrollo científico”.



## 4. La cadena de suministro

Pensar en el sistema total es, por lo general, más eficiente que trabajar aisladamente.

El candidato multipartidista a la alcaldía de Pereira, Juan Manuel Arango, propone para la educación en Pereira “un proceso integral”, que parte desde la primera infancia hasta la formación superior y especializada.

Se hace necesario analizar el problema educativo que cumpla con el primer consejo del pensador sistémico: “Hay que observar todo el paisaje”, de manera que es aconsejable incluir desde el prejardín hasta el doctorado todos los componentes del proceso de formación del ingeniero. El diagrama de Forrester siguiente ilustra un segmento de la cadena, correspondiente a la etapa de pregrado típica en una universidad. En el flujo

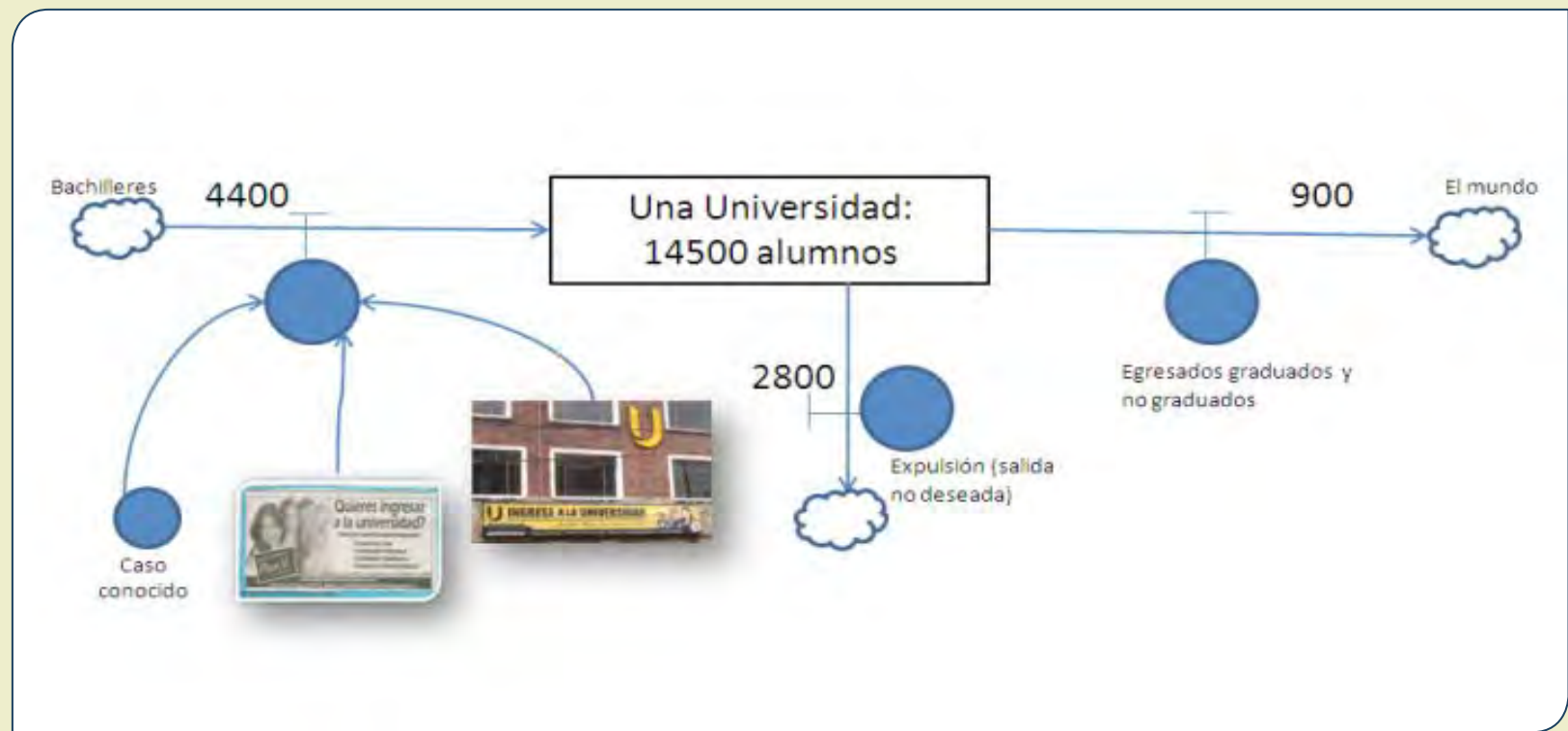
de entrada se pueden observar factores que influyen sobre la transición desde el grado de bachillerato al primer nivel del pregrado. Una de las variables que influye este flujo es la presencia de una entidad que intenta optimizar dicha transición.

También vale la pena mencionar algunos esfuerzos hechos por universidades que ya están ofreciendo unos años preuniversitarios, destinados a nivelar las competencias necesarias para aumentar la probabilidad de éxito de los estudiantes en su programa académico y, posiblemente, disminuir fenómenos como la deserción. También se ilustra la influencia de unas entidades que ayudan a obtener muy buenos resultados en los exámenes de admisión y la presencia de estudios que in-

tentan de manera cualitativa y cuantitativa predecir el éxito de los estudiantes que entran a la universidad.

Pero puede ser que esto sea la presencia de un arquetipo sistémico como el de soluciones rápidas que fallan o ¿no será más lógico examinar profundamente el bachillerato que produce esos graduados?, ¿no se podrían establecer canales de comunicación, constantes y efectivos, entre las instituciones de educación superior y las instituciones de educación básica y media, en relación con las competencias necesarias para formar a los estudiantes desde que ingresan al bachillerato?, ¿y corregir allí las debilidades prometidas por las dos variables influyendo sobre el flujo de entrada?

Figura 3. Diagrama de Forrester del comportamiento del sistema universitario con las variables de estudiantes bachilleres y egresados



Fuente: elaboración propia.

También el diagrama de Forrester es útil para hacer comparaciones entre los flujos de entrada y salida a una universidad que cuenta con 14500 alumnos. La comparación entre la entrada y la suma de las salidas genera muchas conjeturas que pueden conducir a conclusiones muy dicentes. Las cifras son extraídas de una universidad

colombiana. Al nivel están entrando 4400 estudiantes anualmente y saliendo 3700, con una diferencia de 700, ¿estarán saliendo, o se estarán quedando en el nivel? La respuesta a esta pregunta conlleva al análisis de otro arquetipo sistémico: el límite del crecimiento.



## 6. Conclusiones y recomendaciones

- La ayuda que pueden brindar el enfoque sistémico para el análisis de la gestión universitaria es incuestionable e inmensa. Es importante destacar las ventajas que trae esta herramienta al momento de analizar sistemas tan complejos y dinámicos como es el de la universidad.
  - Las herramientas de enfoque sistémico nos permiten analizar los problemas que surgen por las diferencias de velocidades entre el mundo y la universidad.
  - La construcción de los modelos aumenta considerablemente la comprensión de los fenómenos reales. Este trabajo se considera en una etapa inicial, en donde se plantean claramente el comportamiento en algunos de los procesos de la gestión universitaria, cabe aclarar que a partir de esta investigación, se plantean muchos cuestionamientos para ser profundizados en investigaciones posteriores.
  - Es bienvenido el moderno modelado *Or Soft* para el proceso de simulación de la universidad.
  - Los intentos por desarrollar soluciones correctivas a los problemas universitarios seguirán siendo soluciones sintomáticas si no logramos un mejor entendimiento de los sistemas universitarios.
- 



## 7. Referencias

- [1] L. R. Vega y L. A. Rodríguez. (2010). “Metodología para determinar el tiempo de respuesta de las carreras de ingeniería a las necesidades operativas de la plataforma tecnológica de la industria mexicana”. *Universidad Eafit*, 46(157).
- [2] L. O. Gómez, J. P. Racedo y J. C. Osorio. (2009). “Pensamiento sistémico como herramienta para identificar debilidades del proceso formativo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad del Magdalena”. Memorias del 7.º Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Santa Marta.
- [3] G. Ruiz, Y. Torres y H. Andrade. (2009). “Modelo basado en Dinámica de Sistemas para apoyar la planeación de la Universidad Industrial de Santander”. Memorias del 7.º Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. Santa Marta.
- [4] L. A. Mejía. *Identificación de las competencias laborales de los ingenieros industriales solicitados actualmente en Colombia*. Proyecto de grado. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira, 2009.

## 8. Bibliografía complementaria

- J. Forrester. (2000). “Comportamiento contraintuitivo de los sistemas sociales”. *MIT Technology Review*.
  - La tarde* (2011, mayo 22). La educación para el próximo cuatrienio [sección “Política”].
  - K. E. Maani y R. Y. Cavana, *Systems Thinking and Modeling*. New Zealand: Pearson Education, 2004.
  - P. Senge et ál. *Schools that Learn*. New York: Doubleday, 2000.
  - A. Toffler y H. Toffler, *La revolución de la riqueza*. Colombia: Debate, 2006.
  - Wietse de Vries y Y. Navarro. (2011). “¿Profesionistas del futuro o futuros taxistas? Los egresados universitarios y el mercado laboral en México”. *Revista Iberoamericana de Educación Superior (RIES)*, 2(4).
-

# Desarrollo de un OVA para física mecánica

*Development OVA for Mechanics Physics*

## Resumen

Este proyecto se centró en el diseño y desarrollo de material educativo computarizado (MEC) basado en objetos virtuales de aprendizaje (OVA) para el curso de Física Mecánica, con el fin de determinar componentes pedagógicos, comunicativos, técnicos y de gestión que permitieran desarrollar un proceso de formación. Se trabajó bajo la metodología del MEC (análisis, diseño, desarrollo, evaluación e implantación). Los componentes pedagógicos se analizaron por medio de estrategias determinadas por la identificación de estilos de aprendizaje, y los componentes comunicativos fueron alcanzados mediante la utilización del estándar GLO-Maker. Teóricamente, el proyecto se basó en la aplicación de la teoría neurolingüística de Neil Fleming y se diseñó con formato híbrido Flash-Flex.

**Palabras clave:** estándares Glo-Maker, estilos de aprendizaje, materiales educativos computarizados, OVA.

## Abstract

This project was designed and developed Materials Virtual Learning Objects (OVA), for the Physics Mechanics course, determining the pedagogical components, communication, technical and management that develop a training process. Methodology developed under Computerized Educational Material - MEC (analysis, design, development, testing and deployment), the components were analyzed recognizing teaching strategies identified by the identification styles. Communication components in the development of OVA were achieved using the standard GLO-Maker. Theoretically, based on the application of the theory Neurolinguistic Neil Fleming and hybrid format is designed with Flash, Flex.

**Keywords:** computerized educational material, learning styles, OVA, standard Glo-Maker.

Jorge A. Obando Bastidas\*

Mónica Silva Quiceno\*\*

Universidad Cooperativa de Colombia



\* Correo electrónico:  
[jorge.obando@campusucc.edu.co](mailto:jorge.obando@campusucc.edu.co)

\*\* Correo electrónico:  
[monica.silva@campusucc.edu.co](mailto:monica.silva@campusucc.edu.co)

# 1. Introducción

En el proceso de enseñanza y aprendizaje implementado en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio, se detectaron debilidades reflejadas en la falta de comprensión, bajos resultados obtenidos en las pruebas Saber-Pro y deserción continua de estudiantes a causa de la impotencia en el aprendizaje de matemáticas y física. Los métodos y las estrategias que tiene el docente para la enseñanza de esta ciencia no se apartan del tablero y escasamente recurren a prácticas en el laboratorio, lo cual genera ambientes hostiles para la comprensión de esta ciencia. Los procesos de evaluación tradicionales se enfrentan a una evaluación por competencias, en donde el uso del contexto y la actividad diaria están implicados. Los métodos tradicionales de evaluación generan un abismo de incompreensión que aleja al estudiante de los buenos resultados.

Los objetos virtuales, que se constituyen como una herramienta de apoyo para encontrar canales que faciliten la interacción del mundo moderno y los conceptos de la física

tradicional en el contexto del aula de clase, tienen el propósito de facilitar el aprendizaje en todos los campos del saber, lo que corresponde a estrategias motivadoras que permiten la navegación por micromundos virtuales que se pueden adaptar a las situaciones reales y, por lo tanto, contribuir con el aprendizaje de una manera más clara.

El increíble avance tecnológico de los últimos años ha permitido que los procesos de enseñanza sean llevados al mundo virtual, logrando así diversificar los esquemas, introduciéndolos en un plano en donde el estudiante no se debe desplazar a un centro especializado, sino que desde la comodidad de su propio hogar puede acceder a planes de educación tanto formal como no formal. Frente a esta premisa, la virtualidad resuelve muchos de los problemas que la educación tradicional con sus estrategias no puede enfrentar.

Por otro lado, en los últimos años, la educación ha utilizado como soporte específico y complementario la educación virtual a través

de plataformas virtuales de aprendizaje, que incluyen herramientas para facilitar el aprendizaje, la comunicación y la colaboración; sin embargo, cuando el estudiante se enfrenta a estas plataformas, en algunas ocasiones las encuentra áridas.

Se requiere entonces, mediante OVA, motivar en los estudiantes la navegación por plataformas institucionales, despertar el interés por adquirir nuevos conocimientos, desarrollar una autoevaluación que permita validar por parte del mismo estudiante su avance en el conocimiento y el manejo del tiempo libre. Estas estrategias pedagógicas deben guardar estrecha relación con el mundo de la informática y tienen que estar a la par del avance tecnológico. La tecnología debe estar al servicio de la academia y el docente debe contar con recursos informáticos para desarrollar sus procesos de formación.



## 2. Componentes

Los OVA han adquirido especial trascendencia e importancia en los últimos años, dada la forma como consiguen conectar los procesos educativos con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), además se les considera herramienta esencial para potenciar los procesos de educación (hasta el punto que la Unesco se ha comprometido en su análisis y desarrollo bajo el esquema de formatos de acceso abierto conocidos como OER [Open Educational Resource] y que se puede revisar en [www.unesco.org/iiep/](http://www.unesco.org/iiep/)).

### 2.1 Componente pedagógico

Un entorno virtual de aprendizaje se define como una plataforma tecnológica que trata de reproducir las condiciones y recursos educativos de una clase presencial, y proporciona a profesores y estudiantes las facilidades para la comunicación y la interacción; de esta manera, los actores implicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje vencen la necesidad de coincidir temporal y geográficamente.

Los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) y los objetos virtuales de aprendizaje (OVA) están directamente relacionados con las teorías de la enseñanza, las cuales presentan dos enfoques en particular; el primer enfoque considera el aprendizaje como un proceso mecánico de asociación de estímulo y respuesta, su fundamento es biológico; el segundo enfoque corresponde a las teorías constructivistas y considera que en todo tipo de aprendizaje interviene de manera decisiva el entendimiento o estructura interna del sujeto y, asociados a este último tipo de

aprendizaje, los aprendizajes significativos y aprendizajes autónomos.

Para determinar el conjunto de requisitos que deben satisfacer los OVA es conveniente partir de las estrategias de aprendizaje que deben integrar y de las potencialidades de su aplicación didáctica. Los entornos de aprendizaje constructivistas facilitan la elaboración del conocimiento a partir de la adaptación de los esquemas conceptuales a los modelos cognitivos de los estudiantes, lo cual propicia un aprendizaje significativo.

La búsqueda de estrategias de aprendizaje lleva al uso de la teoría de Neil Fleming (teoría neurolingüística) que propone implementar formas educativas a través de la identificación en los estudiantes de cuatro estilos de aprendizaje: visual, aural, lector, kinestésico (VARK). En la página [www.vark-learn.com](http://www.vark-learn.com) se puede consultar el instrumento para detectar estilos de aprendizaje que fue seleccionado para desarrollar el presente trabajo con los estudiantes del curso de Física Mecánica.

## 2.2 Componente comunicativo

La apropiación del estándar que brinda el generador de aplicaciones GLO-Maker permite proporcionar un diseño amable y apropiado para el trabajo que se pretende desarrollar.

El formato dado por la aplicación GLO-Maker se realiza en Flash y sigue todas las indicaciones para registrar elementos teóricos, gráficos, videos y simulaciones.

El estándar GLO-Maker permite una navegación libre, en donde el menú principal con todas sus opciones siempre está a la vista del usuario.

Los menús visibles en todos los pantallazos y la interacción de botones en el interior de cada forma ofrecida por el estándar GLO-Maker permiten concentrar la atención del usuario; por lo tanto, el estándar GLO-Maker

es una estrategia cognoscitivista que ayuda al aprendizaje de los estudiantes.

El estándar GLO-Maker permite al usuario entrenar su mente en la manipulación de símbolos, codificarlos, simbolizarlos y decodificarlos; es decir, como un mecanismo de cómputo dentro de la cabeza; sin considerar, necesariamente, al contexto socio histórico en el cual se desarrolla el objeto virtual de aprendizaje (OVA).

## 2.3 Componente técnico

La teoría de Neil Fleming y sus estilos de aprendizaje son propicios para adaptarlos a ambientes virtuales, pues brindan estrategias que se fortalecen con el uso de TIC, tales como mapas mentales para visuales, mapas conceptuales para lectores, videos para aurales y visuales, y laboratorios virtuales (*applets*) para kinestésicos.

En este sentido, es necesario incorporar a los ambientes de aprendizaje generados por los OVA los estilos de aprendizaje adecuados a los medios tecnológicos, de tal manera que la adquisición del conocimiento por parte de los estudiantes avance a la par con el desarrollo tecnológico.

Como resultado de este ejercicio, se construyen marcos teóricos marcos teóricos que recurren a diferentes fuentes y autores registrados en comunidades virtuales, textos, libros, páginas web, entre otros.

## 3. Metodología

Para la elaboración del MEC, seguimos la programación estructurada y legible propuesta por Álvaro Galvis Panqueva, con el propósito de hacer uso adecuado del material educativo cuando se requiera y adecuarlo a la necesidad respectiva.

### 3.1 Análisis

El instrumento VARK, con el que se busca identificar el estilo de aprendizaje, está basado en una encuesta que contiene un total de dieciséis preguntas, todas identificadas con acciones que permiten determinar en el estudiante un grado de inclinación hacia un determinado estilo de aprendizaje. El estudiante encuestado puede señalar más de una opción. Cada pregunta está construida de tal manera que los estilos visual, aural, lector y kinestésico aparecen en forma aleatoria. La tabla 1 muestra los resultados encontrados en la aplicación de la encuesta VARK a dieciséis estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas.

**Tabla 1. Resultados observados en la prueba VARK, al entrevistar a veinte estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Villavicencio**

	V	A	R	K
1	7	15	14	12
2	10	6	5	16
3	10	7	18	5
4	14	8	8	8
5	13	7	18	11
6	11	13	6	12
7	15	16	4	8
8	11	10	15	10
9	20	12	12	7
10	12	6	12	13
11	13	9	11	12
12	14	11	9	11
13	13	9	17	12
14	14	7	10	4
15	17	13	6	7
16	19	9	12	13

Fuente: elaboración propia.

### 3.2 Diseño

La observación de estos resultados permite identificar a una muestra multimodal, con alta tendencia hacia lo visual y hacia la capacidad lectora, y con menos inclinación hacia lo visual y aural. Los resultados permitieron,

desde el análisis de estadígrafos, llegar a esta aseveración.

Esta conclusión permitió construir una aplicación de tipo multimodal en donde se aprecia el aspecto visual en la construcción de mapas mentales y mapas conceptuales (figura 1).

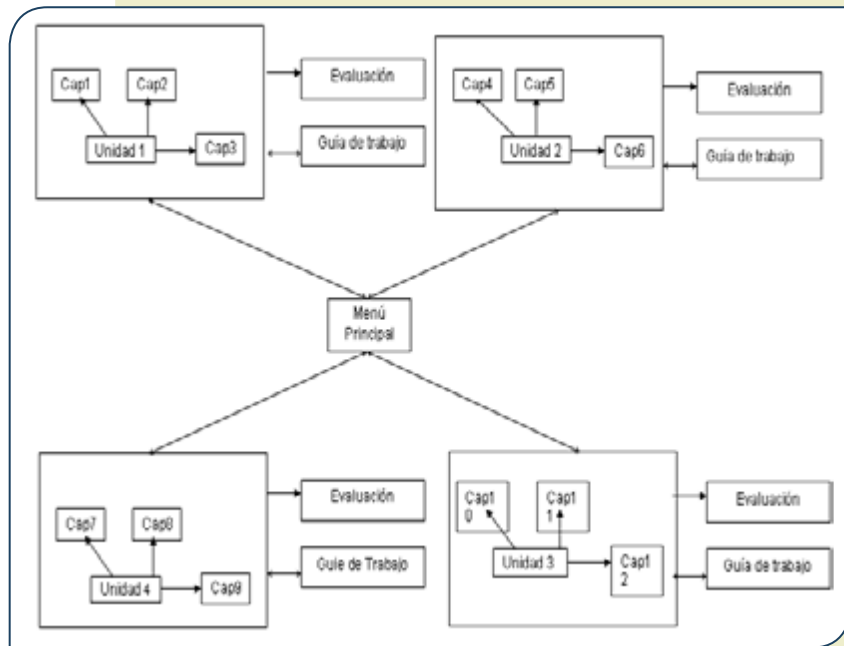
Para hacer un diseño computacional se acude a las necesidades educativas, se establecen las funciones que se desean cumplir con el MEC en apoyo de sus usuarios, el profesor y los estudiantes. El hecho de presentar en un solo pantallazo de visualización el menú principal da al usuario la libertad de navegación; de la misma manera, libertad para abandonar el *software* cuando lo considere necesario (figura 2).

Figura 1. Pantalla mapa mental vectores



Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Diseño del MEC



Fuente: elaboración propia.

### 3.3 Desarrollo

Haciendo correspondencia al estilo multimodal identificado, el estilo de aprendizaje aural se presenta en los videos que se transmiten a lo largo del desarrollo de los contenidos en las diferentes unidades de aprendizaje (véase figura 3).

Figura 3. Video introductorio al OVA de física mecánica



Fuente: elaboración propia.

La figura 4 demuestra cómo se beneficia el estilo de aprendizaje kinestésico por cuanto implica una exploración con la pantalla para poder reconocer diferentes conceptos relacionados con las palancas.

Figura 4. Presentación de máquinas en vectores

Fuente: elaboración propia.

El estilo de aprendizaje lector se evidencia cuando el estudiante se enfrenta al reto de probarse, mediante el desarrollo y entrenamiento de una prueba estilo Ecaes (figura 5).

Figura 5. Presentación de evaluación en dinámica

Fuente: elaboración propia.

## 4. Evaluación

El menú principal ofrece cuatro botones de navegación relacionados con cuatro unidades de aprendizaje. El acceso a cualquiera de las unidades de aprendizaje despliega un menú en la parte izquierda de la pantalla dando acceso a los contenidos de cada capítulo del OVA de Física Mecánica (véase la figura 6).

Figura 6. Vista inicial capítulo vectores



Fuente: elaboración propia.

Una vez identificados y adquiridos los diferentes conocimientos a través de las diferentes estrategias de visualización (mapas mentales), audición (videos), lectura y de interacción (kinestésico), se tiene acceso en forma libre a la evaluación y autoevaluación de cada unidad de aprendizaje (véase la figura 7).

Figura 7. Presentación de evaluación en vectores



Fuente: elaboración propia.

## 5. Conclusiones y recomendaciones

La evaluación se evidencia en pantallazos que permiten la navegabilidad entre las diferentes preguntas y dos marcos en donde aparece la pregunta con su contexto, el cual puede ser gráfico o de texto. El botón entre comillas, visible en la parte inferior de la pantalla, permite al usuario navegabilidad (véase la figura 8).

Figura 8. Formato de evaluación



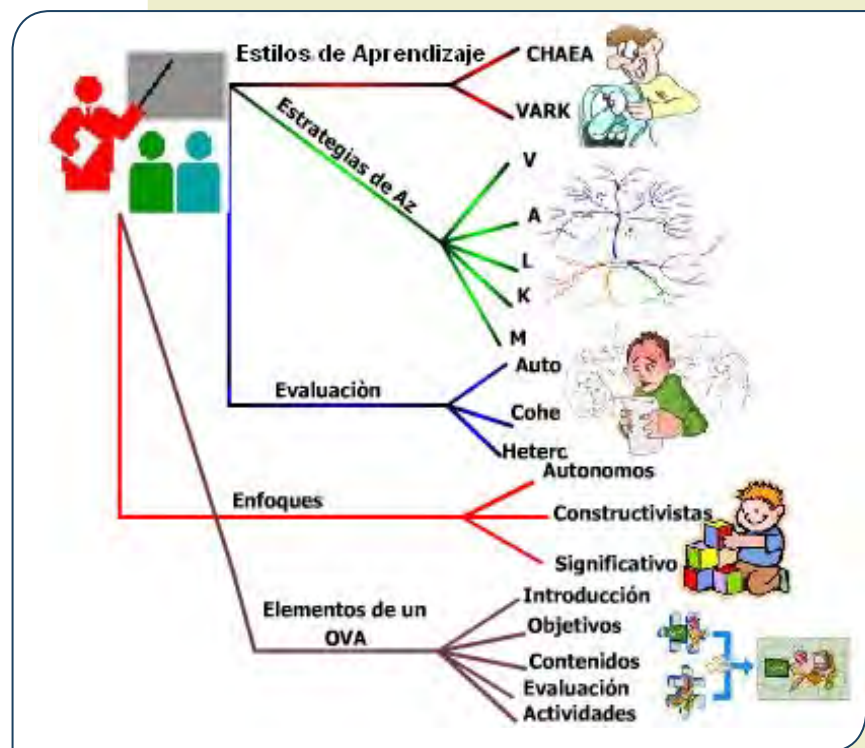
Fuentes: elaboración propia.

Se logró identificar los componentes pedagógicos, comunicativos, técnicos y de gestión necesarios para el desarrollo del OVA del curso de Física Mecánica. Cada uno de ellos está comprendido en el desarrollo de las etapas de la metodología MEC (véase la figura 9).

Mediante la aplicación del instrumento VARK, se identificaron los estilos de aprendizaje (visual, aural, lector y kinestésico). En el análisis de resultados de la encuesta, se determinó que los estudiantes del curso de Física Mecánica del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cooperativa de Colombia son multimodales; esta conclusión conllevó a identificar estrategias de aprendizaje, que motivaron evaluaciones, autoevaluaciones, enfoques pedagógicos y elementos que debe tener el OVA.



Figura 9. Componentes MEC



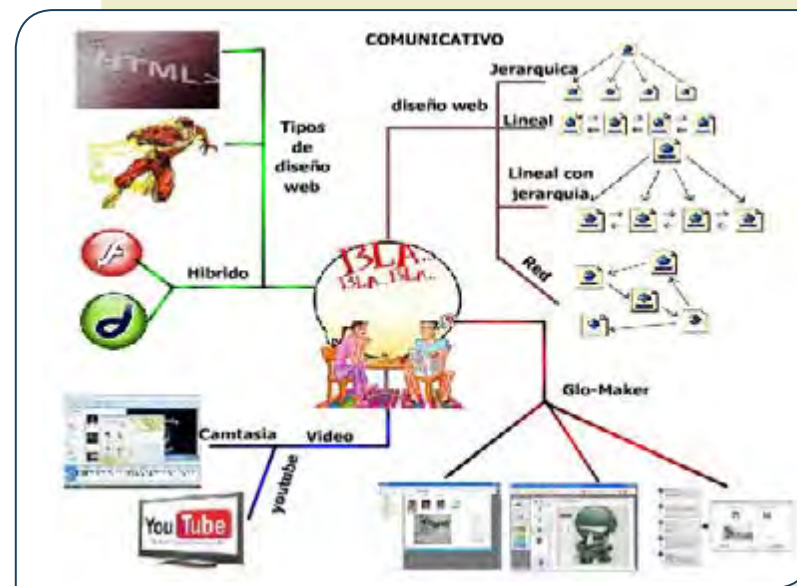
Fuente: elaboración propia.

La identificación del estilo multimodal en la muestra indicada llevó a la utilización de videos, sonidos, gráficos, mapas mentales, mapas conceptuales, juegos y pantallazos de textos, como estrategias de aprendizaje en el desarrollo del OVA de Física Mecánica.

Los componentes comunicativos (véase la figura 10) en el desarrollo del OVA se alcanzaron mediante la utilización del estándar GLO-Maker, el cual muestra menús y submenús, sin tener que abandonar el micromundo propuesto en el programa.

Cuando fue necesario navegar entre los subpantallazos internos del menú, además del estándar GLO-Maker, se tuvo en cuenta estilos de diseño para páginas web, como el diseño jerárquico y en cascada. Aplicaciones gratuitas y otras adquiridas como el Camtasia permitieron la edición y construcción de videos.

Figura 10. Componentes comunicativos



Fuente: elaboración propia.

Los componentes técnicos y de gestión se referenciaron a través del uso de internet, de páginas web, del manejo de *software* para el diseño de gráficos, de programas de diseño para videos y espacios especiales para digitación y arreglo de sonidos, además de equipos con sistema operativo Microsoft Windows XP.

Figura 11. Componentes técnicos y de gestión

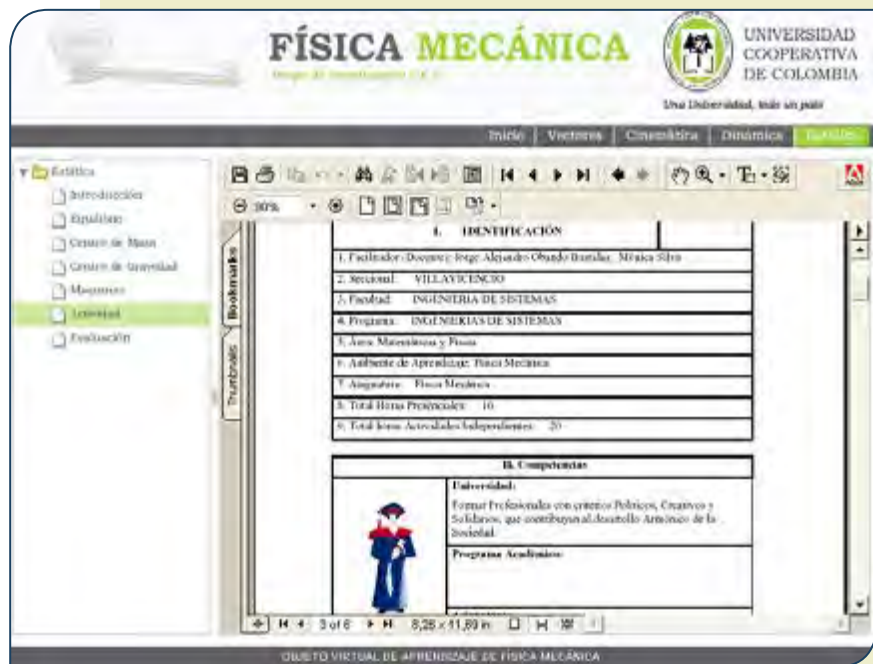


Fuente: elaboración propia.

Se desarrollaron mecanismos de evaluación y autoevaluación útiles para la supervisión y calificación del estudiante, propios de los OVA. Los mecanismos de evaluación se construyeron teniendo en cuenta pautas dadas en la construcción de preguntas estilo Saber-Pro, que permiten entrenar a los estudiantes para la presentación de pruebas nacionales en el área específica de física mecánica.

Para los mecanismos de autoevaluación se diseñaron formatos que se ajustan a los parámetros propuestos en las estructuras curriculares de la universidad, que contienen indicaciones que permiten medir el grado de aprendizaje alcanzado por cada estudiante, en el desarrollo de cada unidad de aprendizaje.

Figura 12. Mecanismos de autoevaluación



Fuente: elaboración propia.

El curso de Física Mecánica resulta en ocasiones complejo para la comprensión de los estudiantes. Los métodos de enseñanza vir-

tual muestran buenos resultados, en la medida que existan estrategias apropiadas para este tipo de enseñanza. Los OVA brindan herramientas de aprendizaje que ayudan en muchos aspectos a la comprensión de los temas; por lo tanto, se sugiere continuar con la construcción de OVA en los diferentes cursos, procurando seguir la misma metodología, implementada en el desarrollo del OVA que se presenta para el curso de Física Mecánica.

Los OVA brindan facilidad para ser archivados y reutilizados, se recomienda crear un banco de datos que contenga los metadatos de las actividades planteadas para las asignaturas, con el fin de unificar los contenidos que se brinden semestre a semestre a los estudiantes. Adicionalmente, este banco de datos deberá tener la opción de actualización.

Los OVA proponen un ambiente que permite generar un interés por con el conocimiento, por lo tanto, se recomienda que, mediante instrumentos, se verifique el grado de aceptación, aprendizaje y reconocimiento de estas herramientas. La idea es medir el grado de aprendizaje y establecer comparaciones entre la educación tradicional y la propuesta virtual de formación mediante OVA.

## 6. Bibliografía

- M. Del Moral y D. Cernea. (2005). “Diseñando Objetos de Aprendizaje como facilitadores de la construcción del conocimiento”. Universidad de Oviedo. Consultado el 20 de junio de 2011 en [www.uoc.edu/symposia/spdece05/pdf/ID1](http://www.uoc.edu/symposia/spdece05/pdf/ID1)
- D. J. Dorado, “Breve reflexión sobre entornos virtuales de aprendizaje”. XIII Encuentro de la Escuela Regional de Matemáticas. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, Ed. Vicens-Vives, 2006.
- N. Fleming. (s. f.). “Encuesta para estilos de aprendizaje. VARK”. Consultado el 8 de agosto de 2009 en [www.varklearn.com/english/index.asp](http://www.varklearn.com/english/index.asp)
- F. Gómez. (s. f.). *Plataformas virtuales y diseño de cursos*. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Consultado el 2 de abril de 2011 en [www.uvalpovirtual.cl/archivos/simposio2004/Francisca%20Gomez%20%20Plataformas%20Virtuales%20y%20Diseno%20de%20Cursos.pdf](http://www.uvalpovirtual.cl/archivos/simposio2004/Francisca%20Gomez%20%20Plataformas%20Virtuales%20y%20Diseno%20de%20Cursos.pdf)
- H. M. González Gutiérrez. (s. f.). “Modelo dinámico del estudiante en cursos virtuales adaptativos utilizando técnicas de inteligencia artificial”. Consultado el 4 de noviembre de 2010 en [www.bdigital.unal.edu.co/2317/1/75094455.20091.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/2317/1/75094455.20091.pdf)
- T. Husén y T. N. Postlethwaite. (1989). Enciclopedia Internacional de la Educación.
- M. Osorio. (s. f.). “El Aprendizaje. Tematización obligatoria en la práctica educativa”. Universidad del Norte. Consultado el 11 de noviembre de 2010 en [www.uninorte.edu.co/divisiones/iese/lumen/ediciones/1/articulo4.html](http://www.uninorte.edu.co/divisiones/iese/lumen/ediciones/1/articulo4.html)
- J. Valverde. (s. f.). TIC en el proceso enseñanza aprendizaje. Consultado el 4 de marzo de 2011 en [www.tendenciadigital.com.ar/sociedad/noticias/tic-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje.html](http://www.tendenciadigital.com.ar/sociedad/noticias/tic-en-el-proceso-de-ensenanza-aprendizaje.html)
-

# Taller de simulación de la cadena de suministro

## empleando tecnología EPC-RFID

*Supply chain simulation and EPC-RFID technology workshop*

### Resumen

El propósito fundamental de la lúdica Arroz UAO, desarrollada bajo una metodología de aprendizaje basada en problemas (ABP), es el mejoramiento de las competencias profesionales de los alumnos en las áreas de manufactura y logística. Con esto se busca gestionar de manera vivencial los procesos en la cadena de suministro, donde los participantes, integralmente y en forma simulada, operen y controlen el flujo del producto y de información. También se pretende mejorar el entendimiento de las tecnologías de código de barras, radiofrecuencia (RFID) y el sistema de información ERP, los cuales apoyan los procesos, con miras a fortalecer las capacidades para trabajar en equipo, gestionar información, tomar decisiones y evaluar resultados, medidos en indicadores de desempeño logístico.

**Palabras clave:** ABP, cadena de suministro, logística, lúdica, RFID.

### Abstract

The main purpose of the ludic, rice UAO, developed under a ABP learning methodology is improving the professional skills of the students in the areas of manufacturing and logistics, vivencial way to manage the processes in the supply chain where participants integrally and in simulated form operated and controlled the flow of product and information, improving understanding of bar code technology, RFID and ERP information system that supports the processes, strengthen their capacity for teamwork, manage information, make decisions and evaluate results, measured in logistics Performance Index.

**Keywords:** ABP, logistics, ludic, RFID, supply chain.

Hernán Soto García\*  
Élver Alfonso Bermeo\*\*  
Giovanni Arias\*\*\*

Universidad Autónoma de Occidente

- 
- \* Docente.  
Correo electrónico:  
[hsoto@uao.edu.co](mailto:hsoto@uao.edu.co)
  - \*\* Docente.  
Correo electrónico:  
[ebermeo@uao.edu.co](mailto:ebermeo@uao.edu.co)
  - \*\*\* Docente.  
Correo electrónico:  
[garias@uao.edu.co](mailto:garias@uao.edu.co)

## 1. Introducción

En el Centro Piloto de Tecnologías Logísticas, bajo un ambiente simulado de los procesos y con la metodología de aprendizaje basada en problemas (ABP), se lleva a cabo la lúdica Arroz UAO, que busca que los estudiantes de pregrado y posgrado, de manera vivencial y simulada, gestionen de manera integral los procesos de negocios de la cadena de suministro y que tengan la oportunidad de administrar las relaciones y ejecutar las operaciones para controlar el flujo del producto y de información a través de toda la cadena de suministro. El Centro Piloto de Tecnologías Logísticas está provisto de la infraestructura de *software*, *hardware*, tecnologías de código de barras y radiofrecuencia (RFID) de identificación y manejo de los productos para apoyar las transacciones, ya sea en forma semimanual o automática del sistema de información ERP Microsoft Dynamics GP. Este escenario permite que los estudiantes interactúen con dichas herramientas, con el fin de entrenarlos en ope-

ración y aprovechamiento para mejorar el desempeño del sistema, reducir costos y mejorar el nivel de servicio a los clientes.

Al concluir la lúdica, cada alumno debe tener las siguientes competencias:

- Identifica los procesos, las relaciones y la información que forman la CS.
- Administra en tiempo real el flujo del producto, los inventarios y corrige ineficiencias, que le permitan controlar la variabilidad y mejorar los resultados del sistema, medidos en indicadores de desempeño logístico.
- Opera las tecnologías RFID, código de barras y el sistema de información ERP, de tal manera que le permita evaluar las nuevas facilidades y las diferencias, para operar en forma semimanual o automática las transacciones y el flujo de la información.
- Ejecuta estrategias de operaciones, de proceso y logísticas, establece relaciones de colaboración para operar eficientemente, aprende a trabajar en equipo y a obtener y procesar información para evaluar el desempeño del sistema.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Cadena de suministro SC

Cuando hablamos de la “cadena de suministro”, nos referimos a la unión de todas las empresas que participan en la producción, distribución, manipulación, almacenamiento y comercialización de un producto y sus componentes; es decir, integra todas las empresas que hacen posible que un producto salga al mercado en un momento determinado. Esto incluye proveedores de materias primas, fabricantes, distribuidores, transportistas y detallistas.

La gestión de la cadena de suministros (supply chain management [SCM]), por su parte, está definida por el mismo Council of Logistics Management como “la coordinación sistemática y estratégica de las funciones de negocio tradicional y las tácticas utilizadas a través de esas funciones de negocio, al interior de una empresa y entre las diferentes empresas de una cadena de suministro, con el fin de mejorar el desempe-

ño en el largo plazo, tanto de las empresas individualmente como de toda la cadena de suministro”. En otras palabras, la SCM es la estrategia a través de la cual se gestionan todas las actividades y empresas de la cadena de suministro.

En la práctica, muchas empresas ven la logística como ese proceso interno donde se busca optimizar el flujo de los productos y la utilización de los recursos; y al observar cómo funciona al nivel de la cadena de suministro, vemos una serie de empresas independientes tratando cada una de mejorar sus propios procesos y de obtener beneficios, esperando que de esta manera todos salgan ganando.

Sin embargo, el reto ahora es claro. Cuando hablamos de la gestión de la cadena de suministros, estamos renunciando a esta visión, estamos hablando de ver todas las empresas como una sola, estamos viendo un flujo continuo del producto y tratando de mejorar los procesos para alcanzar un beneficio global.

## 2.2 El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica: una definición del ABP

Es una estrategia de enseñanza-aprendizaje en la que tanto la adquisición de conocimientos como el desarrollo de habilidades y actitudes resulta importante. En el ABP, un grupo pequeño de alumnos se reúne, con la facilitación de un tutor, a analizar y resolver un problema seleccionado o diseñado especialmente para el logro de ciertos objetivos de aprendizaje. Durante el proceso de interacción de los alumnos para entender y resolver el problema, se logra, además del aprendizaje del conocimiento propio de la materia, que puedan elaborar un diagnóstico de sus propias necesidades de aprendizaje, que comprendan la importancia de trabajar colaborativamente, que desarrollen habilidades de análisis y síntesis de información,

además de comprometerse con su proceso de aprendizaje.

El ABP se sustenta en diferentes corrientes teóricas sobre el aprendizaje humano, en particular la teoría constructivista. De acuerdo con esta postura, en el ABP se siguen tres principios básicos:

- El entendimiento, con respecto a una situación de la realidad, surge de las interacciones con el medio ambiente.
- El conflicto cognitivo al enfrentar cada nueva situación estimula el aprendizaje.
- El conocimiento se desarrolla mediante el reconocimiento y aceptación de los procesos sociales y de la evaluación de las diferentes interpretaciones individuales del mismo fenómeno.

El ABP incluye el desarrollo del pensamiento crítico en el mismo proceso de enseñanza-aprendizaje, no lo incorpora como algo adicional, sino que forma parte del mismo proceso de interacción para aprender. El

ABP busca que el alumno comprenda y profundice adecuadamente en la respuesta a los problemas que se usan para aprender con la consideración de aspectos de orden filosófico, sociológico, psicológico, histórico, práctico, etc. Todo lo anterior con un enfoque integral. La estructura y el proceso de solución al problema están siempre abiertos, lo cual motiva a un aprendizaje consciente y al trabajo de grupo sistemático en una experiencia colaborativa de aprendizaje.

## 2.3 En qué consiste la tecnología EPC-RFID

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es una nueva tecnología de almacenamiento, transmisión y captura de datos en tiempo real, con un número muy grande de aplicaciones y beneficios; esta herramienta les permite a las empresas abrirse a una nueva vía para tratar la reducción de costes, la mejora de la eficiencia de los procesos y la eficacia en la gestión de la cadena de suministro.

La RFID se muestra como el futuro con amplios beneficios en todos los sectores industriales, su empleo tiende a masificarse y, sin duda, será una exigencia para los proveedores de almacenes de cadena y grandes superficies y por empresas interesadas en mejorar el control, rastrear los artículos hasta su venta al cliente final, mejorar la trazabilidad, reducir costos y darle más visibilidad a los productos y transparencia a los datos.

La RFID utiliza una etiqueta que se adhiere al producto en el momento de su fabricación, dotada de un microchip y un circuito impreso a modo de antena, capaz de emitir una señal a un lector, con una serie de dígitos que sustituye el actual sistema de lectura e identificación con código de barras, superándola en aspectos como la capacidad de almacenamiento y transmisión de datos, captura automática en ambientes hostiles, la identificación de un artículo dentro de un grupo de miles, o sumergido en un medio como agua.

## El código electrónico de producto (EPC)]

El código electrónico de producto (EPC, por sus siglas en inglés) es un sistema único diseñado para identificar de manera exclusiva cualquier objeto en el mundo este es un número que además se encuentra almacenado en un TAG de RFID. Se entiende por EPC la estandarización de la RFID.

A diferencia del código de barras, las aplicaciones de EPC son ilimitadas y pueden brindar beneficios en todos los eslabones de la cadena de abastecimiento, incluyendo el sector transporte.

El objetivo del sistema EPC es volver la cadena de valor cada vez más eficiente y permitir una total visibilidad de los objetos que se mueven en ella; además, aumenta la calidad del flujo de información compartida entre los socios de negocios.

En pocas palabras, el EPC es una herramienta única para ejercer control y hacer se-



guimiento sobre la cadena de abastecimiento, que brinda información oportuna para tomar decisiones acertadas.

Esta solución, que ya está siendo adoptada en países como Estados Unidos e Inglaterra, es promovida en nuestro país por GS1 Colombia, dado que pertenece al grupo de estándares liderados y desarrollados por la organización mundial GS1.

En el ámbito internacional, esta tecnología se utiliza en empresas industriales, comerciales y de servicios. La RFID es una tecnología emergente cuyas aplicaciones pueden ser totalmente aprovechadas al combinarse con infraestructuras compuestas de otras tecnologías inalámbricas y sistemas empresariales de gestión como el ERP.

### 3. Centro Piloto Didáctico para la Aplicación de Tecnologías en la Red Logística

#### 3.1 Escenario

La lúdica Arroz UAO se desarrolla en el Centro Piloto Didáctico para la Aplicación de Tecnologías en la Red Logística, donde son simulados los procesos de la cadena

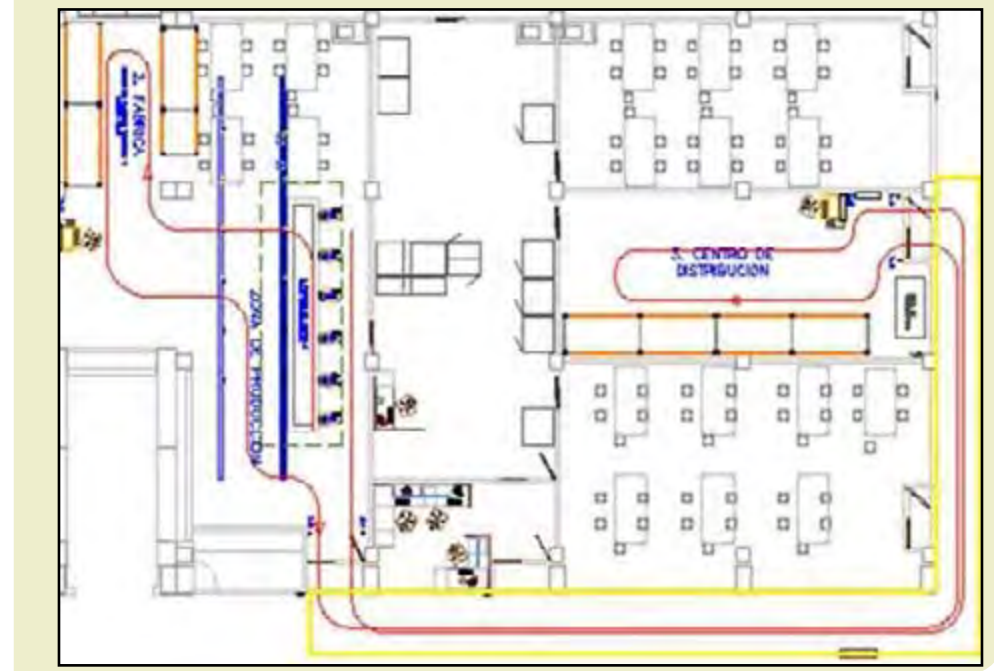
de abastecimiento de la industria de arroz, desde su suministro por el proveedor, la producción, el centro de distribución, el canal de distribución, hasta el consumidor final.

Las áreas de trabajo son las siguientes:

- Fábrica: 131 m<sup>2</sup>
- Centro de distribución: 57 m<sup>2</sup>
- Cliente: supermercado 64 m<sup>2</sup>

En la figura 1 se pueden ver el Centro Piloto, sus áreas y el flujo de los materiales y productos en la CS. 252 m<sup>2</sup>.

Figura 1. Distribución de áreas de laboratorio



## 3.2 Procesos

### 3.2.1 Almacén de materias primas

Es el área encargada almacenar las materias primas y temporalmente el producto terminado. Los procesos que se siguen son los siguientes:

- **Proceso 1:** recibo, ingreso y almacenamiento de materias primas.
- **Proceso 2:** generación de la orden de producción y alistamiento, entrega y proceso de la salida de materiales.

Figura 2. Almacén de materias primas



### 3.2.2 Planta

Es la encargada de la fabricación del producto (véanse figuras 3 y 4). Los procesos que se siguen son los siguientes:

- **Proceso 3:** alistamiento, fabricación, pegado de etiqueta en bolsa, empaque y pegado de etiqueta en caja.

Figura 3. Planta de producción



- **Proceso 4:** cierre de la orden de producción, proceso y entrega al almacén (figura 4).

Figura 4. Etiquetado RFID y empaque



### 3.2.3 Almacén producto terminado en fábrica (figuras 5 y 6)

- **Proceso 5:** recibo, aprobación, ingreso y almacenamiento de producto terminado.
- **Proceso 6:** alistamiento, proceso, remisión y despacho del pedido.

Figura 5. Almacén de producto terminado



Figura 6. Arroz UAO en estantería



### 3.2.4 Centro de distribución

Es el encargado de proveer el producto a los clientes; debe administrar el inventario, colocar los pedidos a la fábrica para su reabastecimiento, recepcionar y hacer la entrega de los pedidos a los clientes, para esto suponemos que el inventario inicial sea cero para contabilizar el ciclo de reabastecimiento y entrega al cliente. Los procesos que se siguen son los siguientes:

Bodega productos terminados (figura 7):

- **Proceso 7:** recibo del pedido al cliente, elaboración y proceso del pedido a la fábrica.
- **Proceso 8:** recepción, aprobación, proceso y almacenamiento del pedido a fábrica.
- **Proceso 9:** alistamiento, proceso, facturación y despacho del pedido al cliente.

Figura 7. Bodega de producto terminado



### 3.2.5 Cliente: supermercado

Es el encargado de comercializar el producto en el punto de venta, para esto se debe mantener surtidas las góndolas, controlar y tramitar el reabastecimiento del inventario, facturar y recibir el dinero en caja.

El supermercado cuenta con una bodega o trastienda, para el reabastecimiento interno de sus góndolas. Los procesos son los siguientes:

Trastienda (figura 8):

- **Proceso 10:** control de inventarios, elaboración y entrega del pedido al centro de distribución.
- **Proceso 11:** recogida, revisión y aprobación de los pedidos en el CD, procesamiento del ingreso y almacenamiento.
- **Proceso 12:** Surtido de góndolas, atención al cliente y registro de agotados.

Figura 8. Supermercado: góndola inteligente



Caja (figura 9):

- **Proceso 13:** proceso de la venta, facturación y recibo del dinero.

Figura 9. Caja del supermercado



### 3.3 Equipos

Solución de *software* y *hardware* de RFID.

Figura 10. Lector (*reader*) y antena para RFID



Figura 11. Impresoras para RFID y CB



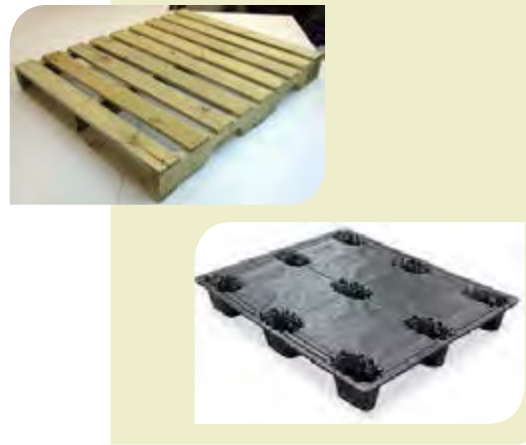
Figura 12. Televisor LCD y computadores



Figura 13. Estibadora y montacargas manual



Figura 14. Estibas en madera y plásticas



## 4. Organización de la lúdica

Bajo la metodología ABP, la lúdica nos formula un problema que hemos denominado caso Arroz UAO, el cual se originó en la necesidad que tienen las empresas de ser competitivas en el entorno globalizado, en el que la tecnología y la capacidad para gestionar las

CS juegan un papel fundamental en la supervivencia de las empresas.

### 4.1 Arroz UAO

En el sur de la ciudad de Cali, en el año 2003, se fundó la empresa Arroz UAO para responder a la necesidad de los agricultores de la región de procesar lo que se producía y cosechaba en el campo.

Con su creación, también se buscaba brindar asesoría técnica a los agricultores, como parte de la responsabilidad social empresarial, buscando reducir costos, vender productos de mejor calidad, y generar trabajo y desarrollo para la región.

Teniendo como objetivo la compra, producción, venta y distribución del arroz de la zona, la compañía lleva a cabo los procesos que componen la CS.

## Escenario

La compañía Arroz UAO es una de las empresas más tecnificadas de la región del Valle del Cauca, cuenta con el sistema de código de barras para identificar sus productos y para el 2012, busca poner en funcionamiento el sistema RFID, con el fin de mejorar el desempeño de la CS, ser más competitiva y obtener todos los beneficios que dicha tecnología ofrece.

Para tal fin, en el 2011, la empresa deberá realizar todas las pruebas técnicas y de operación, simulando los procesos de la cadena de suministro, para cuantificar los beneficios en eficiencia, costos, nivel de servicio al cliente, control de inventarios, reducción de agotados, solución de problemas de trazabilidad y tiempos de entrega, frente al sistema tradicional, para evaluar el impacto en los indicadores de gestión.

## 4.2 Líneas de productos

Arroz UAO se empaqueta en tres presentaciones, 500, 1000 y 3000 gramos, los cuales se muestran en la figura 15.

Figura 15. Arroz UAO de 500 y 3000 g



## 4.3 Equipos y roles de trabajo

Los estudiantes forman cuatro equipos de trabajo, nombran un gerente para Arroz UAO, un administrador para el supermercado y los clientes, con los siguientes roles:

**Grupo 1:** almacén: dos personas encargadas de la administración de los inventarios de materias primas y producto terminado en tránsito, ejecutan los procesos uno, dos, cinco y seis.

**Grupo 2:** fábrica: cuatro personas encargadas de la fabricación, empaque y control de la producción, ejecutan los procesos tres y cuatro.

**Grupo 3:** centro de distribución: dos personas encargadas de la administración de los inventarios de productos terminados, colocación de pedidos a la fábrica, atención al cliente, recepción, despacho y facturación de pedidos y de ejecutar los procesos siete, ocho y nueve.

## 5. Desarrollo de la lúdica

**Grupo 4:** supermercado tres personas encargadas de la administración de los inventarios, elaboración de pedidos, surtido de góndolas, caja y atención al clientes, y de ejecutar los procesos diez, once, doce y trece.

**Clientes:** realizan la compra de los productos.

**Gerente:** es el encargado de coordinar todos los procesos de Arroz UAO, dirige los equipos de trabajo, controla y reporta resultados.

**Administrador supermercado:** es el encargado de coordinar todos los procesos del supermercado, controla y apoya la elaboración de pedidos al centro de distribución de Arroz UAO, dirige el equipo de trabajo, controla y reporta resultados.

### 5.1 Tiempo de duración y situación inicial

La lúdica se programa para un tiempo mínimo de tres horas, y con un bajo nivel de inventarios y productos agotados en el supermercado y en el centro de distribución. Los inventarios en tránsito de productos terminados en el almacén de la fábrica deben estar en cero.

### 5.2 Activación de la demanda

Iniciada la lúdica, los clientes en el supermercado son los encargados de jalonar la demanda interna de productos en el supermercado, el grupo 4, encargado de la trastienda, deberá reaccionar al flujo de productos en tránsito de compra, surtiendo las góndolas y colocando continuamente, y bajo la supervisión del administrador, pedidos con rango de cantidad controlada por referencia al centro de distribución.

El centro de distribución deberá responder a la demanda, atendiendo los pedidos y colocando

pedidos de rango controlado a la fábrica, controlando los inventarios y evitando faltantes.

### 5.3 Desarrollo y resultados

Cada ejercicio es toda una experiencia para los estudiantes, las experiencias y los trabajos desarrollados han permitido alcanzar aprendizajes significativos y los logros propuestos. Con las simulaciones se ha podido comprobar las ventajas de la tecnología en las operaciones de identificación de las referencias y la cuantificación de las cantidades de producto terminado al momento de procesar las transacciones de entradas y salidas de inventarios, además, se evitan errores de digitación. Los resultados comparativos de las dos tecnologías muestran una reducción del 12,19% en los tiempos del ciclo estudiado; sin embargo, al ser las lecturas unitarias por referencia y caja, y lotes pequeños, el porcentaje de ahorro puede crecer significativamente, si los tamaños de los lotes aumentan.

## 6. Bibliografía

La lúdica ha permitido un gran entendimiento del concepto JIT, también ha permitido trabajar con los principios de control de inventarios y con los TAGS activos y conocer sus estados, lo cual ha sido de gran ayuda para su reabastecimiento.

El laboratorio y la lúdica son un gran escenario para la docencia en gestión de operaciones y logística, así como las metodologías activas muestran sus beneficios como herramientas pedagógicas de aprendizaje. Dado el alcance de la lúdica al ver toda la cadena de suministro como un sistema, se han logrado integrar todos los procesos en un contexto real simulado, el cual está al servicio de los profesores y estudiantes para el desarrollo de nuevos casos.

Se espera transferir a las empresas estas buenas prácticas y el empleo de la lúdica como herramienta pedagógica en la capacitación y entrenamiento del personal, dándoles apoyo y soporte en temas logísticos de la cadena de suministro, con el fin de evaluar situaciones particulares tanto de carácter técnico para el uso de estas tecnologías, como también en el comportamiento de los participantes, para el desarrollo de competencias en la gestión de los procesos logísticos, con ello se ha creado el camino para su implementación y para el mejoramiento de la competitividad regional.

W. C. Copacino, *Supply Chain Management. The Basics and Beyond*. St. Lucie Press, 1997.

Efalcom. (2009). “Experiencia en RFID. Cursos: fundamentos de la Tecnología RFID [online]”.

“Estudio, diseño y simulación de un sistema de RFID basado en EPC [online]”. Catalunya: Bibliotecnia, Universidad Politècnica de Catalunya, 2009.

E. Nieto, L. Montenegro y L. Calvo, *Evaluación de tecnologías RFID-Grupo Lápiz y Papel*. Argentina: Universidad de Buenos Aires, 2007.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Vicerrectoría Académica, Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. (s. f.). *El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica*.

Introducción a la identificación por Radiofrecuencia (RFID). (2006). Telectrónica.

L. A. Mora G. (s. f.). *Tendencias y proyecciones de la logística integral*.

E. Nieto, L. Montenegro, L. Calvo, M. Á. Di Stasi, S. Moroz y S. Schwartz, *Evaluación de tecnología RFID*. Buenos Aires: Curso de posgrado Logística y Solución de Casos, Universidad de Buenos Aires, (s. f.).

Proyectos RFID. (2008). *RFiD Magazine*, 1. EPC-Global.



# Diseño de una metodología experimental

## para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión de conocimiento

### Resumen

La siguiente propuesta busca encontrar herramientas metodológicas que permitan la medición y posterior mejora de los dispositivos pedagógicos usados en clase. Para lograrlo, es necesario investigar sobre los efectos del uso de determinado dispositivo en dos cursos de programación lineal. La investigación incluye la asignación sistemática de los estudiantes a uno de los dos grupos que representan formas alternativas de procesos de enseñanza-aprendizaje, utilizando para ello una metodología propia del diseño de experimentos, debatida en la literatura como forma de comparación entre diversas herramientas pedagógicas a través de un análisis estadístico relevante.

**Palabras clave:** aprendizaje activo, diseño de experimentos, programación lineal.

### Abstract

This article addresses the difficulties in design methodological tools that allow us to measure and improve the pedagogical tools that we use in the classroom. In order to achieve it, we investigate the effects of use a particular pedagogic prueba tool in linear programming courses. The investigation involved the systematic assignment of the students to one of two treatments representing alternative design approaches and assessment of the effects of these treatments on the quality of their design products in terms of knowledge integration. The two treatments approximate they differ in their assumptions on the nature of the design process, the form of knowledge, and the type of information representation.

**Keywords:** active learning, design of experiments, linear programming.



Jaír Eduardo Rocha González\*

Carlos Andrés Arango Londoño\*\*

Hernando A. Gutiérrez Sánchez\*\*\*

Universidad Central



---

\* Correo electrónico:

[ingjerg@gmail.com](mailto:ingjerg@gmail.com)

\*\* Correo electrónico:

[carlos8009@gmail.com](mailto:carlos8009@gmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:

[heralgusa@hotmail.com](mailto:heralgusa@hotmail.com)

# 1. Introducción

El presente texto presenta la metodología sugerida para la evaluación de la aprehensión de conocimiento a través de la utilización de dos herramientas de enseñanza: la clase magistral utilizada convencionalmente y la lúdica como alternativa innovadora.

Con la metodología propuesta se pretende probar la hipótesis de que las medias del nivel de aprehensión de conocimiento para cada una de las dos herramientas de enseñanza son diferentes, con el fin de proponer nuevas alternativas en los procesos de enseñanza–aprendizaje utilizados en ingeniería [1].

El proceso metodológico utilizado está soportado en un diseño experimental con preprueba y posprueba, en el que se utilizaron dos grupos, uno se considerara grupo control, y el otro, grupo experimental, en el cual se desarrollará la actividad lúdica “Lego my simplex” [2] en cuatro fases definidas:

## 1.1. Selección y asignación de las unidades muestrales en los grupos

Las unidades muestrales serán los estudiantes de Ingeniería Industrial que en el momento cursen el núcleo

temático de programación lineal, en una institución en particular. Por otro lado, la asignación de unidades muestrales se llevará a cabo a través de un proceso de selección de números aleatorios, mediante el método Montecarlo.

## 1.2 Diseño y realización de preprueba

La preprueba sugerida tiene como alcance de medición las competencias básicas requeridas para el análisis e interpretación de información y la operación de herramientas de solución de sistemas de ecuaciones lineales.

## 1.3 Diseño experimental

El diseño experimental propuesto tiene como objetivo analizar una variable dependiente (puntuación de

desempeño), con la cual se evaluará el nivel de impacto en la aprehensión de conocimiento, a través de las dos herramientas pedagógicas usadas (clase magistral y actividad lúdica) por los estudiantes de la institución seleccionada para buscar el control de las demás variables que podrían incidir en los resultados esperados.

## 1.4 Diseño y realización de posprueba

La posprueba tendrá como objetivo la evaluación del nivel de adquisición de competencias para la solución, interpretación, comprensión y proposición de escenarios en modelos de programación lineal, con un número limitado de variables de decisión.

## 1.5 Técnicas de análisis de resultados

Con el fin de comprobar la hipótesis planteada, se utilizarán técnicas de análisis experimental con los datos obtenidos a partir de la medición de la variable dependiente (nivel de aprehensión de conocimiento), con el fin de determinar el efecto de las variables independientes (dispositivos pedagógicos) de media y varianza.

## 2. Formulación del problema, objetivos y revisión del estado de la investigación

### 2.1 Análisis del problema

La medición y seguimiento de los diversos procesos de aprendizaje juegan un papel fundamental en las actividades de mejoramiento de la labor de enseñanza, pues estas permiten la evaluación de diversos métodos y dispositivos en función del ni-

vel de eficiencia en la transmisión y aprehensión de conocimiento por parte de los estudiantes.

Este artículo propone una metodología en la que se evalúe el impacto de la implementación de la lúdica en cursos de ingeniería. Para ello, se utilizarán herramientas estadísticas apropiadas, como los métodos propios del diseño experimental, con las cuales se buscará de forma científica el efecto en el aprendizaje de dos dispositivos pedagógicos utilizados en la academia (clase magistral y actividad lúdica).

Un desafío propuesto para esta metodología es la formulación de un instrumento censal de medición adecuado que permita establecer el efecto de los dos dispositivos de manera adecuada y real, respecto a la hipótesis de investigación propuesta.

### 2.2 Formulación de objetivos

Una vez concluida la actividad, se pretenden alcanzar los siguientes logros:

- Objetivo general
  - Diseñar una metodología que permita evaluar la aprehensión de conocimiento con dos dispositivos empleados en los procesos de enseñanza-aprendizaje, mediante la utilización de técnicas estadísticas de diseño experimental.
- Objetivos específicos
  - Seleccionar una actividad lúdica adecuada para el desarrollo del experimento, mediante la aplicación de pruebas piloto. La actividad seleccionada se replicará y se llevará posteriormente con la medición del impacto de dispositivos de enseñanza-aprendizaje, de acuerdo con la experticia de los proponentes de la investigación.
  - Determinar un proceso estadístico de selección y asignación de unidades muestrales que garantice validez interna y ex-

terna del experimento en su replicación para la evaluación de los dos instrumentos pedagógicos planteados.

- Diseñar y aplicar el instrumento censal para la medición del estado de las competencias requeridas y establecidas como metas de aprendizaje antes y después del experimento que permita establecer el impacto de cada una de las metodologías de enseñanza-aprendizaje evaluadas.
- Formular un diseño experimental aleatorio, el cual sea adecuado para la evaluación del impacto de una clase magistral y una técnica lúdica, como dispositivos pedagógicos en los procesos de enseñanza-aprendizaje en ingeniería.

En conclusión, los objetivos propuestos van encaminados al establecimiento de una metodología basada en diseño experimental, para la evaluación la clase magistral y la técnica lúdica, mediante la utilización de un contraste entre ambas, como herramientas

pedagógicas empleadas en los procesos de enseñanza-aprendizaje en ingeniería.

### 2.3 Revisión de la investigación

La globalización se asocia, en la mayoría de los casos, con fenómenos financieros; sin embargo, cuando se miran con más detalle las causas de la globalización, se hace evidente el papel que juega el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. Una de las consecuencias del fenómeno globalizador se puede observar en la educación e investigación en las que el uso del conocimiento ha sido evidente y la transdisciplinariedad ha llevado a conocimientos más integrados [3].

La flexibilidad en la formación de los nuevos estudiantes surge como alternativa a la velocidad con la que la globalización llega a las aulas, que conlleva a la necesidad del establecer vínculos fuertes entre la universidad y el sector productivo. La flexibilidad y la continua evaluación del futuro hará posi-

ble que las instituciones universitarias creen más proyectos con un mayor impacto social.

Este cambio exige una revolución que dará prioridad a los procesos de aprendizaje sobre los procesos de enseñanza. Es decir, se trasladará la responsabilidad del proceso de aprendizaje a los estudiantes, en los que el docente actúa como un tutor del proceso.

Como resultado de estos desafíos, se han creado nuevas respuestas pedagógicas que inspiran nuevos modelos educativos y pedagógicos. Esto implica grandes cambios que definen los nuevos roles de los estudiantes con el docente.

Según Ausubel, el aprendizaje es un proceso activo y de construcción de conocimientos que lleva a cabo en su interior (estructura cognitiva) el sujeto que aprende. Esto conduce a pensar que entre las competencias básicas que deben desarrollar los nuevos estudiantes se encuentran la resolución de problemas y la adaptación a nuevas situaciones [4].

Como respuesta a estas nuevas situaciones, se han adaptado modelos pedagógicos generadores de información que permiten la construcción del conocimiento. Esta información debe promover un aprendizaje por comprensión de las situaciones problemáticas.

Las lúdicas son un método didáctico que forma parte de las pedagogías activas en las cuales se construye el conocimiento por medio de descubrimiento y construcción. Allí, los estudiantes son partícipes de una situación para la cual deben buscar datos, organizarlos, analizarlos e intentar resolver la situación planteada en la lúdica [5].

La construcción de una lúdica involucra la creación de ambientes en los cuales se promueva la creatividad, la co-creación y, además, el aprendizaje a través de actividades físicas o de juego [6].

Algunos estudios consideran la existencia de variables básicas que le dan mayor probabilidad de éxito a la solución de problemas [7]. Estos estudios mencionan ciertas variables básicas que se deben controlar como relevancia, cobertura y complejidad y siempre dejan claro que la motivación es parte fundamental del proceso. A excepción de los mencionados

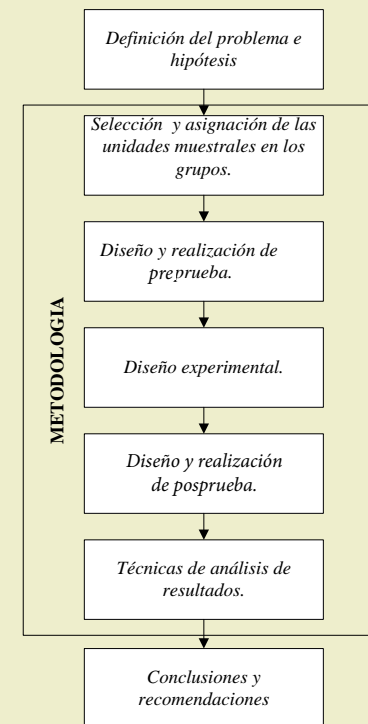
estudios que muestran la importancia de dichas variables, se encuentran pocos estudios adicionales que muestren el impacto de las actividades lúdicas dentro de los procesos de aprendizaje.

### 3. Metodología experimental

El diseño experimental es el proceso que especifica la realización y control de una investigación. En este caso, el diseño experimental utilizará un enfoque clásico.

Teniendo en cuenta la definición del problema y la hipótesis que debe ser demostrada la descripción de cada una de las fases de la metodología propuesta es la siguiente:

Figura1. Estructura de la metodología experimental para la medición de la aprehensión de conocimiento



Fuente: elaboración propia.

### 3.1 Selección y asignación de las unidades muestrales en los grupos

El proceso parte de la selección de una institución de educación superior (IES), que tenga un programa de ingeniería industrial reconocido ante el Ministerio de Educación Nacional, bajo los procesos de registro calificado, con el propósito de garantizar que el programa cuenta con las condiciones mínimas de calidad.

Debido a la dificultad de los estudiantes en el área de Investigación de Operaciones, la cual evidenciaron los autores en las evaluaciones sobre la aprehensión de los conceptos, temas y cantidad de herramientas pedagógicas, se tomó la decisión de seleccionar el tema de solución de modelos de Programación Lineal a través del método gráfico, el cual es la base para entender el comportamiento y estructura de los procesos de optimización empleados en campos como producción, logística, economía, administración de recursos, entre otros.

En consecuencia, y al llevar a cabo una revisión de las mallas curriculares de diferentes IES en la ciudad de Bogotá, se seleccionarán las asignaturas denominadas Programación Lineal, Optimización I o Investigación de Operaciones I, en las cuales se desarrolla la temática reseñada.

En algunas revisiones literarias [8] se desarrollan experimentos en los cuales se toma una cantidad limitada de unidades muestrales según las condiciones restrictivas como tiempo, disponibilidad de personas y costo de cada sistema de análisis. Como la cantidad de estudiantes que cumplen las condiciones referenciadas es variable, se hará una estimación del número de participantes total a través de la siguiente ecuación [9]:

$$n = \left[ \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times P \times Q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times P \times Q} \right]$$

Donde:

N: tamaño de la población

Z: nivel de confianza

P: probabilidad de éxito o proporción esperada

Q: probabilidad de fracaso

D: precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

En caso de que la cantidad de estudiantes disponibles para el experimento sea inferior al tamaño de la muestra estimada, se tomará el número de participantes interesados en participar.

Para la asignación de cada uno de los estudiantes a los dos grupos de experimentación (grupo control y grupo de estímulo) se llevará a cabo una asignación mediante el método Montecarlo, con el cual se asignará cada estudiante a un grupo de forma aleatoria, con el fin de hacer los grupos proporcionalmente homogéneos; es decir, que contengan la mayor cantidad de diversidad en términos de variables de control (véase el numeral 3.3) del experimento propuesto.

### 3.2 Diseño y realización de preprueba

Esta fase se divide en tres etapas que se especifican a continuación:

- Definición de competencias y requisitos. La solución de problema de Programación Lineal con dos variables por medio del método gráfico requiere que los estudiantes posean ciertas compe-

tencias básicas para facilitar el proceso de aprendizaje. Entre ellas, se destacan las siguientes:

- Interpretar datos en un contexto determinado.
  - Graficar funciones lineales y no lineales en un plano cartesiano.
  - Resolver sistemas de ecuaciones de dos ecuaciones por dos variables.
  - Comprender el significado de los puntos de intersección en funciones lineales.
- Diseño del instrumento de medición. Con base en los objetivos de aprendizaje, se procede a diseñar parámetros de evaluación que permitan medir el nivel de desempeño en las competencias antes mencionadas. Para cada competencia se escribirá un número determinado de preguntas las cuales se evalúan por medio de la modalidad de test de respuestas múltiples. Las respuestas obtenidas se clasificarán por competencias, en cada una de ellas se encuentran tres niveles: bajo, medio y alto.

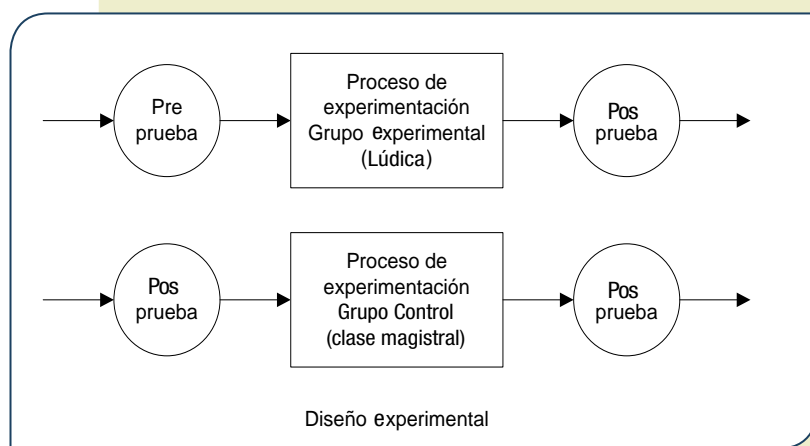
- Análisis de datos. De acuerdo con las respuestas obtenidas del test mencionado, se obtienen medias y la variación de los datos. Los anteriores datos inicialmente nos indican si los grupos a trabajar serán de carácter homogéneo o heterogéneo, lo cual indica cómo se medirá el nivel de avance en la posprueba. En caso de que ambos grupos sean homogéneos en la clasificación antes mencionada, la medición de la posprueba se llevará a cabo por medio de la calificación del alcance de las competencias después de aplicar el experimento. Si los grupos resultan heterogéneos, se medirá el nivel de avance de las competencias en ambos grupos.

### 3.3 Diseño experimental

El diseño experimental corresponde a un modelo completamente aleatorio referido para la evaluación de la aprehensión del conocimiento. El diseño incluye preprueba y posprueba con grupo de control, debido a que esta estructura permitirá hacer un diagnóstico

de entrada de las competencias requeridas para abordar la temática de solución de modelos de Programación Lineal, a través del método gráfico y de la adquisición de competencias después de efectuar los estímulos con cada uno de los dispositivos seleccionados en cada uno de los estudiantes [10], tal como se muestra en la figura 2.

**Figura 2. Diseño experimental propuesto**



Fuente: elaboración propia.

Para desarrollar este diseño experimental se definieron los siguientes aspectos relevantes en función de los objetivos propuestos para la medición de la aprehensión del conocimiento:

- **Variables independientes o de influencia.** Los factores de entrada, seleccionados como las variables sobre los cuales se quiere determinar

el impacto en la aprehensión del conocimiento, son los dispositivos de enseñanza definidos como:

- **Clase magistral:** definida como la metodología de presentación de temáticas a través de un conversatorio realizado por el docente, sobre una temática en particular, con apoyo de material audiovisual o por presentación de la temática, a través del uso de deducción del tópico en un tablero [11].
- **Actividad lúdica:** dimensión transversal, inherente al desarrollo humano en toda su dimensionalidad, que parte de la cotidianidad y utiliza el juego y la creatividad para la solución de problemas reales [12].

De acuerdo con lo anterior, se busca contrastar estos dos dispositivos, con el fin de conocer científicamente cuál de ellos potencia de mejor manera la aprehensión de conocimiento en los estudiantes de la IES seleccionada para el diseño experimental.

- **Variables de respuesta o dependiente.** La variable de respuesta seleccionada es el nivel de aprehensión de competencias para la solución de modelos de Programación Lineal a través del método gráfico, medida a través de una escala de calificación propuesta por los autores, la cual tiene en cuenta como base diferentes escalas de complejidad, cobertura y relevancia [13], estas, a su vez, se clasifican en tres niveles de competencia: baja, media y alta.
- **Variables de control.** Son variable que deben mantenerse controladas con el fin de garantizar las mismas condiciones para ambos grupos,



y su variabilidad podrían afectar el desempeño del desarrollo de las competencias, como son: institución, programa curricular, jornada de estudio, semestre cursado, docente, día y hora de realización del experimento, tiempo de duración de la actividad.

- **Variables no controlables.** Estas son aquellas que no pueden ser controladas en el experimento, pero son minimizadas por el proceso de aleatorización, en la asignación de unidades muestrales a cada grupo. Entre ellas se pueden contar: repetencia, edad, género, tiempo de duración de los estudios previos, nivel de competencias previas y otras que puedan ser imperceptibles, pero que afecten la validez externa del modelo [14].
- **Desarrollo del experimento.** La preprueba se ejecutará de manera conjunta para todos los participantes del experimento en un mismo lugar y a la misma hora, con una duración aproximada de una hora para resolver el test propuesto, en días previos a la aplicación del estímulo en los dos grupos. En una hora posterior del mismo día de una semana

se llevará a cabo el experimento, con la verificación de la presentación de la prueba e iniciando, con la aleatorización de la selección de las unidades muestrales a cada grupo utilizando el método de Montecarlo (realizado previamente). Posteriormente, se tomará como número base el orden de registro en la actividad y sin hacer una inducción alguna a los participantes. Luego se asignarán en salones similares los dos grupos, procurando iniciar y terminar las actividades al mismo tiempo. En el grupo experimental, se ejecutará la actividad lúdica denominada Mesas y Sillas [2], la cual pretende desarrollar la temática a través de la solución de un problema contextualizado.

Mientras el grupo control recibirá una cátedra magistral sobre el problema que se resuelve a través de la lúdica, esta cátedra se desarrollará mediante el uso tradicional de la deducción de las gráficas y la verificación de la solución óptima en un tablero de acrílico con marcadores de diversos colores. Una vez se terminen las actividades lúdicas y de clase

magistral, los participantes serán conducidos de nuevo al sitio donde se aplicará una posprueba para medir el avance en la obtención de acerca del tema seleccionado para la solución de modelos de sobre el. Una vez desarrollado el proceso, se procede a procesar la información a través de modelos de análisis de diferencias de medias y de varianzas para la generación de las conclusiones pertinentes de la temática.

- **Pruebas estadísticas para utilizar.** Como el diseño se trata de un modelo completo al azar, se buscará probar la hipótesis nula de que no existe diferencia estadística entre los tratamientos, que en este caso son los dispositivos pedagógicos. Esta prueba se llevará a cabo en caso de cumplir con los supuestos de independencia, homogeneidad de varianzas y normalidad a través de la técnica Anova, o de forma no paramétrica al no cumplirse alguno de estos supuestos mediante la prueba  $h$  de Kruskal-Wallis [14]. Es de notar que en caso de que se presente un factor adicional de influencia no controlado por alguna causa

desconocida, el diseño del problema puede pasar a ser un modelo por bloques al azar, con hipótesis nula idéntica al descrito con antelación, para lo cual si se cumplen los supuestos ya reseñados, será utilizada la prueba F de Anova o su contraparte no paramétrica denominada prueba F de Friedman para análisis de media [14]. En el caso del análisis de diferencias de varianza, las pruebas se realizarán por medio de las técnicas de Cochran, Bartlett o Hartley, en caso de comprobarse el supuesto de normalidad, o por el contrario, en caso de violarse este supuesto con la prueba de Levene [15].

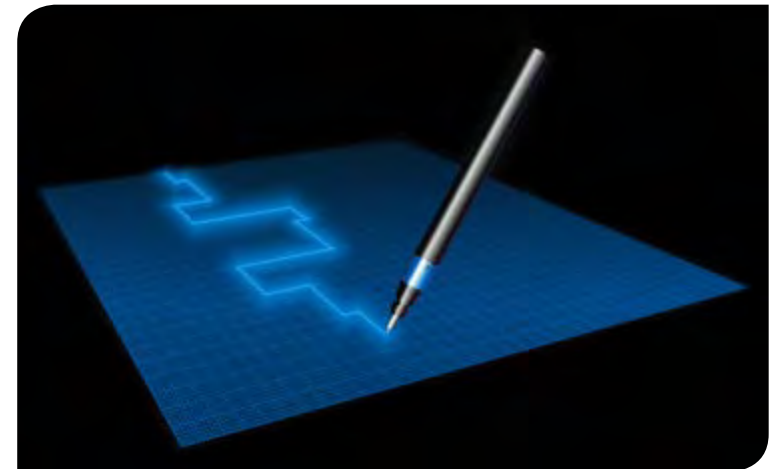
Para probar el supuesto de independencia al interior de la variable, se utilizará la prueba de corridas con la hipótesis nula de que la secuencia de valores obtenidos como puntuación en las pruebas realizadas son aleatorias [16], [17]. Finalmente, para la comprobación del su-

puesto de normalidad se utilizarán las pruebas de bondad y ajuste tradicional de Kolmogorov-Smirnov, *chi-cuadrado* y Anderson Darling, que buscan probar la hipótesis nula de que la colección de datos tiene una función de distribución de probabilidad dada [14], [17].

### 3.4 Diseño y realización de posprueba

Esta fase contempla las mismas etapas que las enunciadas en la fase de diseño y realización de preprueba:

- **Definición de competencias requeridas.** Después de aplicar las dos herramientas pedagógicas, una en cada grupo, se pretende medir el grado de apropiación de las competencias que se deberían obtener. Estas competencias se pueden resumir en las siguientes:
  - Resolver un modelo de PL con



dos variables de decisión.

- Interpretar el significado de los recursos limitados en un contexto en particular.
  - Entender el significado de la región o solución factible.
  - Comprender el principio de búsqueda de la solución de los problemas de PL en el contexto más simple, teniendo en cuenta los puntos extremos del área factible.
- **Diseño del instrumento de medición.** Con base en las competencias que se deberían alcanzar después de explicar la temática (método gráfico) a los dos grupos experimentales, se procede a identificar los parámetros que permitirán medir el nivel de alcance de la competencia. Los niveles de modo similar a los considerados en la fase de

## 4. Supuestos para el diseño experimental

preprueba estarán en tres categorías: alto, medio y bajo. A cada competencia se le definirá un número determinado de preguntas y según los aciertos, se establecerá el nivel de alcance de la misma. Hay que tener en cuenta que la forma de medir la posprueba depende del tipo de grupos que se hayan identificado en la evaluación preprueba. Si los grupos son homogéneos se medirá el grado de apropiación de las competencias de salida y de entrada.

- **Análisis de datos.** De acuerdo con la corrección de la posprueba, se calcularán las medias y la varianza de los datos con el fin de determinar si ambos grupos son estadísticamente iguales en la apropiación de competencias o si son diferentes. Con base en este resultado, se podrá identificar cuál herramienta es la más conveniente para el logro de las competencias esperadas. Esto permitirá establecer si la lúdica genera mayor o menor impacto en el logro de las competencias para probar o rechazar la hipótesis nula.

- Las actividades se desarrollaran en una sola institución de educación superior.
- Se utilizarán estudiantes de una sola jornada, en el caso en el que la institución tenga jornada nocturna y diurna.
- El tamaño de la población se asumirá como el número de estudiantes que matriculan las asignaturas de Programación Lineal, Optimización I y/o Investigación de Operaciones I.
- Por medio de la aleatorización se busca tener grupos homogéneos en las competencias de entrada.
- El número de estudiantes en cada grupo no necesariamente debe ser igual.

## 5. Referencias

- [1] F. Hazer Sancar. (1996). “Behavioural knowledge integration in the design studio: An experimental evaluation of three strategies”. *Design Studies*, 17, pp. 131-163.
- [2] N. Pendergraft. (1997). “Lego My Simplex”. *OR/MS Today*, 24(1).
- [3] J. Rifkin, *La era del acceso*. Buenos Aires: Paidós, 2000.
- [4] D. P. Ausubel, *Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo, 1973.

- [5] J. Bruner, *The relevance of education*. New York: Norton y Company Inc, 1973.
- [6] R. Säljö. (2006). "Learning and cultural tools: Modelling and the evaluation of a collective memory" [conferencia]. Earli 2006.
- [7] M. Albanese y S. Mitchell. (1993). "Problem based learning: A review of the literature, its outcomes and implementation issues". *Academic Medicine*, 68(1), pp. 52-81.
- [8] M. Torres y F. Salazar. (2000). "Tamaño de una muestra para una investigación de mercado". *Boletín electrónico*, 2, pp. 1-13. Facultad de Ingeniería Universidad Rafael Landívar.
- [9] L. H. Barrero Solano, J. Dennerlein, K. Kotani y D. Lee. (2007). "Effect of horizontal position of the computer keyboard on upper extremity posture and muscular load during computer work". *Ergonomics*, 50(9), pp. 1419-1432.
- [10] M. Namakforoosh, *Metodología de la investigación*. México: Limusa, 2005.
- [11] A. Isaza Restrepo. (2005). "Clases magistrales versus actividades participativas en el pregrado de Medicina. De la teoría a la evidencia". *Revista de Estudios Sociales*, 20, pp. 83-91.
- [12] C. A. Jiménez. (2010). *La lúdica y el juego un universo de posibilidades para la educación*. Consultado el 30 de septiembre de 2011 en [www.ludica.com.co](http://www.ludica.com.co)
- [13] B. Restrepo Gómez. (2005). "Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria". *Educación y Educadores* 8, pp. 9-19.
- [14] D. Montgomery, *Design And Analysis of Experiments*. New York: John Wiley y Sons, 2001.
- [15] Universidad Nacional de Colombia. (2011). *Universidad Nacional de Colombia*. Consultado el 30 de septiembre de 2011 en [ww.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2007315/lecciones\\_html/capitulo\\_2/leccion2/homogeneidad.html](http://ww.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2007315/lecciones_html/capitulo_2/leccion2/homogeneidad.html)
- [16] R. Coss Bu, *Simulación: un enfoque práctico*. México: Limusa Noriega Editores, 1995.
- [17] A. Law y D. Kelton, *Simulation Modeling and Analysis*. Singapur: McGraw Hill, 2000.
-

# Ruta 4.5 plus

Katherine Blandón López

Laura Franco Bermúdez

Daniel Serna Bustamante

Universidad de Antioquia

## Introducción

La optimización, un elemento de gran relevancia en la ingeniería, se ha convertido en un pilar del desarrollo productivo en el ámbito mundial. Es así como ingenieros civiles, electrónicos, mecánicos, químicos, industriales y, en general, todos los profesionales que tienen incidencia en el diseño, la ejecución y la evaluación de proyectos de impacto directo en el crecimiento organizacional están llamados a buscar respuestas que permitan alcanzar su objetivo a través del uso óptimo de los recursos disponibles. El interés de esta lúdica

reside en la apropiación y la aplicación de diferentes conceptos relacionados con el tema, y en que el estudiante tenga la posibilidad de tomar decisiones con base en datos y restricciones previamente establecidas, con el objetivo de que proponga un modelo optimizado que represente la mejor solución a un problema planteado; de esta manera se busca fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de actividades que acompañen la exposición magistral ofrecida por los docentes en las aulas de clase.



# 1. Objetivos

- **Del juego:** encontrar, al menor costo posible, la ruta óptima de transporte que cumpla con cada uno de los requisitos para mantener abastecida la cadena de tiendas.
- **De la lúdica:** generar conceptos relacionados con la ingeniería industrial, principalmente con la optimización y la logística, a partir de la implementación de la lúdica.

## 2. Materiales

- Tapete con la Ruta 4.5 plus impresa
- Camión para transporte (juguete electrónico con limitaciones de distancia recorrida)
- Almacenes X (cajas con *leds* indicativos)
- Centros de distribución (cajas con *leds* indicativos)
- Carga para el camión (piezas de madera)
- Tablero acrílico
- Borradores
- Lápices
- Papel
- Formato de la lúdica



### 3. Participantes y duración

Para el desarrollo de la lúdica es necesario contar con un grupo de quince a veinte participantes, para formar tres o cuatro grupos, respectivamente, además de los coordinadores, quienes se encargarán de explicarla, dar instrucciones, resolver dudas durante el tiempo de juego, verificar que se cumplan las reglas de la lúdica y motivar a los demás participantes a cumplir con los objetivos.

La Ruta 4.5 plus está diseñada para ser ejecutada en setenta minutos y se divide en cinco pasos principales que se explicarán en el desarrollo de la lúdica.

### 4. Distribución

La ubicación de los diferentes grupos se ilustra a continuación (figura 1):

Figura 1. Vista panorámica del espacio de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 5. Desarrollo

- **Paso 1:** presentación y explicación de la lúdica (veinte minutos).
- **Paso 2:** organización de los grupos de trabajo y entrega de los materiales a cada grupo (cinco minutos).
- **Paso 3:** ejecución de la lúdica (veinticinco minutos).

En este momento los grupos participantes deberán buscar la ruta óptima para el abastecimiento de las cinco tiendas X, de tal manera que se satisfagan las restricciones que se tienen:

- **Disponibilidad de combustible:** el camión solo posee el combustible necesario para recorrer 4,5 m.
- **Disponibilidad de productos en inventario:** los participantes deberán tener en cuenta cada cuánto se surte la bodega para poder disponer de los tres productos diferentes.
- **Capacidad de carga del camión (peso):** el camión tiene capacidad de 100 kg por viaje.
- **Necesidad de abastecimiento:** las cinco tiendas deben ser visitadas al menos día de por medio para proveerles las diferentes cantidades de cada producto.
- **Paso 4:** socialización de las soluciones encontradas por cada equipo (diez minutos).
- **Paso 5:** socialización del óptimo y conclusiones de la lúdica (diez minutos).

## 6. Funciones de los participantes (roles)

- **Coordinador de optimización:** es el encargado de asumir el rol de liderazgo dentro del equipo; su función es determinar las medidas o los pasos que se deben seguir con el fin de conseguir el objetivo de la actividad.
- **Ingeniero de proyectos:** esta función debe ser asumida por dos personas, quienes tienen la responsabilidad de llevar los recursos disponibles a un nivel óptimo, utilizando las tablas asignadas para los cálculos que tendrán lugar en el diseño de la ruta que se va a seguir.
- **Programador de ruta:** es el encargado de plasmar la ruta planeada por el equipo de trabajo en la hoja de papel, para facilitar la comprensión y la organización de la actividad.
- **Agente de pruebas:** esta persona tiene la función de probar el modelo propuesto para la solución del problema planteado.





Modelo	Combustible utilizado	Visitas a bodega	Tiempo
1			

## 7. Conceptos básicos

**Logística:** la Real Academia Española (RAE) define el término ‘logística’ como el “conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa, o de un servicio, especialmente de distribución”. En el ámbito empresarial existen múltiples definiciones de este término, las cuales han evolucionado desde la logística militar hasta el concepto contemporáneo del arte y la técnica, que se ocupa de la organización de los flujos de mercancías, energía e información. La logística es fundamental para el comercio, sus actividades son el puente entre la producción y los mercados que están separados por el tiempo y la distancia.

La logística empresarial cubre la gestión y la planificación (administración) de las actividades de los departamentos de compras, producción, transporte, almacenaje, manutención y distribución.

**Cadenas de abastecimiento:** las actividades desarrolladas dentro de la cadena se caracterizan por la compleja serie de procesos de intercambio o flujo de materiales y de información que se establece tanto dentro de cada organización o empresa como fuera de ella, con sus respectivos proveedores y clientes. En cuanto a la distribución, se asegura que los productos finales lleguen al consumidor a través de una red de distribuidores, almacenes y comercios minoristas.

**Método de la ruta más corta:** se tiene una red representada por vínculos y nodos, estos son los puntos de conexión entre los prime-

ros, que son los costos (distancias, tiempos o una combinación de ambos, formados como un valor promedio de tiempo y distancia) para pasar entre los nodos. Inicialmente, todos los nodos son considerados sin resolver; es decir, que todavía no se encuentran dentro de una ruta definida. Un nodo resuelto está dentro de la ruta.

**Optimización:** consiste en la selección de una alternativa mejor, en algún sentido, que las otras posibles. Los problemas del área se componen generalmente de una función objetivo, que es la medida cuantitativa del funcionamiento del sistema que desea optimizarse (maximizar o minimizar); de variables, que representan las decisiones que pueden tomarse para afectar el valor de la función objetivo; de restricciones, que son el conjunto de relaciones (expresadas mediante ecuaciones e inecuaciones) que ciertas variables están obligadas a satisfacer.

**Electrónica:** es el campo de la ingeniería y de la física aplicada que se relaciona con el diseño y la aplicación de dispositivos, por lo general circuitos electrónicos, cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, la transmisión, la recepción y el almacenamiento de información, entre otros; esta información puede consistir en voz o música, como en un receptor de radio; en una imagen en una pantalla de televisión, o en números u otros datos en un computador.

**Transductor:** aparato que convierte un tipo de energía, como vibración, fuerza o sonido, en un tipo diferente de energía, por lo gene-

ral una corriente eléctrica o un voltaje; los transductores son el medio de interacción de los sistemas electrónicos con los fenómenos físicos de su entorno.

## 8. Bibliografía

- Ballou, R. H. (2005). *Logística: administración de la cadena de suministro* (5ª. ed.). México: Pearson Prentice Hall.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2006). *Supply Chain Management* (3<sup>th</sup>. ed.). Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Linares, P. (2001). *Modelos matemáticos de optimización*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Madrid.
- Logística. (s. f.). Recuperado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Logística>
- Schönsleben, P. (2000). *Integral Logistics Management*. Auerbach Publications, Taylor & Francis Group.
- Transductor. (2009). Recuperado de <http://www.azimadli.com/vib-man-spanish/transductor1.htm>



# Truck Manufacturing Game\*

## Proceso de producción basado en la fabricación de un camión aplicando producción esbelta

(Lean Manufacturing)

### Introducción

Las exigencias que la sociedad le impone a las organizaciones en la actualidad hace necesario el uso de herramientas de mejoramiento continuo en los sistemas de producción, como el *Lean Manufacturing*, filosofía de gestión que permite producir bienes de la más alta calidad a un costo más bajo en el menor tiempo posible, reduciendo la mano de obra e incorporando un control de calidad más estricto que permita una entrega frecuente y confiable de insumos.

*Truck Manufacturing Game* es una estrategia didáctica que permite aplicar dicho concepto en el proceso de diseño, fabricación y ensamblaje de un camión, donde los participantes de-

berán hacer la adquisición de materia prima, asignación de puestos de trabajo, planeación y control de la producción, así como llevar a cabo el control de calidad en cada momento del proceso y, finalmente, la comercialización de sus productos terminados.

De esta manera, se desarrollará en los participantes un alto nivel de competitividad, motivando a fabricar productos de excelente calidad que respondan a las necesidades cambiantes de los clientes ya que, actualmente, el ciclo de vida de los productos es más corto y requiere que las industrias sean más flexibles por medio del aprendizaje empresarial continuo, puesto que: “No sobrevive la especie

Alexánder L. Naranjo Ladino\*\*  
Claudia Milena Acosta\*\*\*  
Lilian Johana González\*\*\*\*  
Luis F. Barrera Cifuentes\*\*\*\*\*  
Ever Ángel Fuentes Rojas\*\*\*\*\*  
Universidad Libre de Colombia, Bogotá.

más fuerte ni la más inteligente, sino la que se adapta mejor al cambio”<sup>1</sup>, con ello se promueve el desarrollo de nuevas alternativas para tener procesos más eficientes y productivos, que cumplen con la filosofía de la producción esbelta. Esta actividad también es una herramienta que permitirá a las empresas trabajar en equipo y demostrar que esta es la mejor manera para obtener buenos resultados.

\*\* Correo electrónico:  
[alexluan87@hotmail.com](mailto:alexluan87@hotmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[claudisacosta93@hotmail.com](mailto:claudisacosta93@hotmail.com)

\*\*\*\* Correo electrónico:  
[lix2an\\_j05@hotmail.com](mailto:lix2an_j05@hotmail.com)

\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[luisfbar@hotmail.com](mailto:luisfbar@hotmail.com)

\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[ever.fuentes@gmail.com](mailto:ever.fuentes@gmail.com)

1 Ver la obra de Charles Darwin, *El origen de las especies*, 1859.

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes Ingeniería Industrial de la Universidad Libre de Colombia, Bogotá.

# 1. Objetivo general

Motivar en los participantes a la implementación de herramientas que permitan el desarrollo de procesos productivos eficientes.

## 2. Objetivos específicos

- Desarrollar estrategias competitivas por medio del trabajo en equipo.
- Aplicar las herramientas y principios de *Lean Manufacturing*.
- Evaluar el desempeño de los participantes durante el desarrollo de la actividad.

## 3. Marco teórico

“*Lean*” es una palabra inglesa que se puede traducir como “sin grasa, escaso, esbelto”, pero aplicada a un sistema productivo significa “ágil, flexible”; es decir, capaz de

adaptarse a las necesidades del cliente. Este término lo había utilizado por primera vez un miembro del Massachusetts Institute of Technology (MIT), John Krafcif, tratando de explicar que la “producción ajustada” es lean porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa. Un sistema lean trata de eliminar el desperdicio y lo que no añade valor, por lo que este término fue rápidamente aceptado [1].

El *Lean Manufacturing* es un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota a partir de 1950, que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial [2]. La totalidad de estas técnicas estaban incluidas en lo que se conoció como el sistema JIT; lamentablemente, este sistema fue comercializado como una técnica de reducción de inventarios, sin darle relevancia a la técnica de disminución de desperdicios, que son los que ataca principalmente el *Lean Manufacturing* (sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, in-

ventario, movimiento y defectos) en productos manufacturados [3]. Esto ayuda a eliminar el despilfarro, la calidad mejora, y el tiempo de producción y los costos se reducen. Las herramientas del *Lean Manufacturing* incluyen procesos continuos de análisis (Kaisen), elementos y procesos a prueba de fallos (Poka-yoke), mantenimiento productivo total, tecnología de grupos, organización de las plantas por procesos completos (*Layout*), identificación de la probabilidad de falla de un proceso (análisis de modo y efectos de falla), 5S y automatización con sentido humano (Jidokas) [4].

Las técnicas *Lean Manufacturing* se utilizan en la optimización de las operaciones de forma que se puedan obtener tiempos de reacción más cortos, mejor servicio al cliente, mejor calidad, costos más bajos. Sus principios básicos [5] son :

- **Minimización del despilfarro:** eliminación de todas las actividades que no agregan valor al proceso, optimización de los recursos escasos.

## 4. Materiales

- **Mejora continua:** mejora de la calidad, reducción de costos, aumento de la productividad y la retroalimentación.
  - **Pull Production:** es un sistema donde el operador tiene la autoridad de tomar las partes que necesita para llevar a cabo su trabajo sin tener que pedir autorización para ello. Este sistema controla la sobreproducción, por tanto disminuye desperdicios, principalmente de sobreproducción.
  - **Calidad perfecta a la primera:** detección y solución de los problemas en su origen, búsqueda de cero defectos.
  - **Flexibilidad:** adaptabilidad para producir variedad de productos sin sacrificar la eficiencia.
  - Construcción y mantenimiento de una relación con los proveedores para compartir riesgos.
- Diecisiete mesas (suministrados por los organizadores)
  - Diecinueve sillas (suministradas por los organizadores)
  - Videoprojector
  - Computador
  - Papelería

*Lean Manufacturing* se refiere básicamente a la obtención de las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, para minimizar el desperdicio, siendo flexible y abierto al cambio [6].

## 5. Participantes y duración

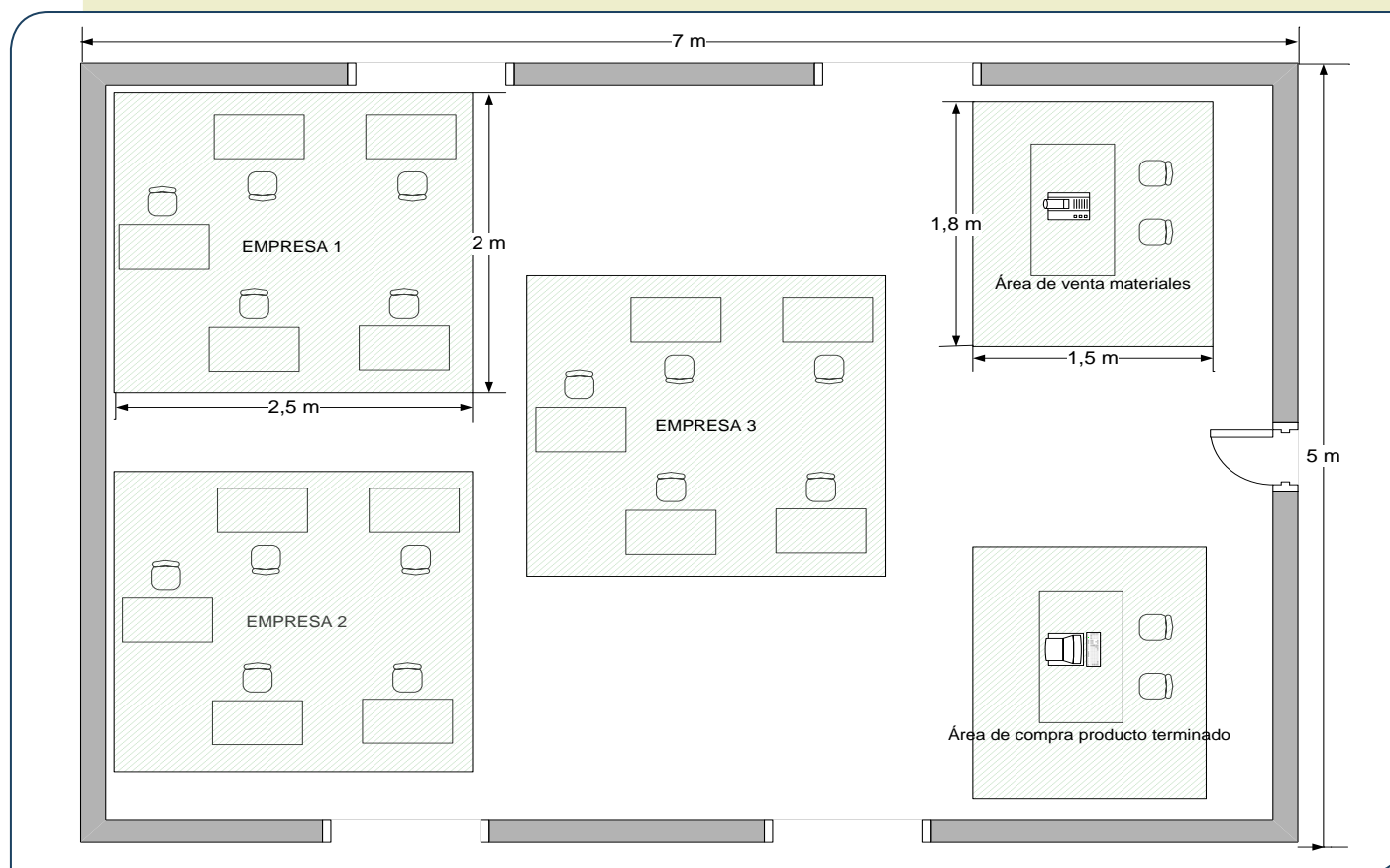
- Siete personas por equipo (de dos a tres equipos)
- La lúdica tendrá una duración aproximada de una hora y media



## 6. Espacio requerido

El espacio requerido para la presentación de la lúdica se presenta en la figura 1 con las medidas aproximadas y su distribución.

Figura 1. Distribución del área de trabajo



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

Cada empresa estará compuesta por siete participantes, cada uno de ellos con una función diferente (tablas 1 y 2):

- El jefe de producción será el encargado de dirigir, planear y controlar el proceso productivo y la adquisición de materia prima, además, será el encargado de diligenciar algunos diagramas, como el de proceso y la red del proyecto, con el propósito de que al finalizar un período pueda proponer mejoras junto con su equipo de trabajo.
- El operario A es el encargado del ensamble de la carrocería del camión.
- El operario B es el encargado del ensamble de la cabina.
- El operario C es el encargado del ensamble del capó.
- El operario D es el encargado de la fabricación del sistema de movimiento del camión.
- El operario E se encargará de desensamblar el vehículo, ya que este será un sistema autosuficiente con miras al mejor aprovechamiento de los recursos.

- El siguiente participante desempeñará el rol de mercaderista y será quien compre la materia prima, según los requerimientos de la producción, así como de efectuar las ventas

del producto terminado. Cada participante estará en la capacidad de efectuar el control necesario para asegurar piezas de excelente calidad.

**Tabla 1. Participantes de la lúdica**

Número de participantes	Nivel	Marcar una X
Menos de 20	Bajo	
Entre 20 y 40	Medio	X
Más de 40	Alto	

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2. Mobiliario y materiales para el desarrollo de la lúdica**

Tipo de montaje	Nivel	Marcar una X
Solo mobiliario (mesas y sillas)	Bajo	
Requerimientos tecnológicos (computador, impresora, videoprojector, otros)	Medio	X
Requerimientos especiales (salas de cómputo, auditorio, etc.)	Alto	

Fuente: elaboración propia.



## 8. Referencias

- [1] Rajadell, M. y Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing: la evidencia de una necesidad*. México: Díaz de Santos.
  - [2] <http://www.geiuma-oax.net/cursos/marco.pdf>
  - [3] Villaseñor Contreras, A. y Galindo Cota, E. (2008). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing* (2ª. ed.). México: Limusa
  - [4] [http://www.grupokaizen.com/mck/Que\\_es\\_el\\_Lean\\_Manufacturing.pdf](http://www.grupokaizen.com/mck/Que_es_el_Lean_Manufacturing.pdf)
  - [5] Ruiz de Arbulo López, P. (2007). *La gestión de costes en lean manufacturing: cómo evaluar las mejoras en costes en un sistema lean*. España: Netbiblio.
  - [6] Castro Piñeres, H. (2010). *Planeación y programación de la producción*. Colombia.
- 



# Trucks Dangerous

## (Camiones peligrosos)

### Introducción

El concepto de “lúdica” se deriva de la capacidad de desarrollar la creatividad y ubicarse en situaciones de análisis alrededor de un tema específico, lo cual contribuye con la generación de ideas y alternativas que facilitan el avance de la vida práctica; es decir, crear espacios en los cuales se tomen decisiones sobre situaciones posibles que ocurren en la cotidianidad.

Bassado en estos criterios, los estudiantes del grupo de Investigación de Operaciones CIO-C, de la Fundación CIDCA, presentaron una propuesta de una lúdica experimental en la sede de Pereira.

Esta lúdica parte de las situaciones más comunes en nuestro diario vivir, entre ellas

la toma de decisiones, la cual es prioritaria en cualquier campo profesional. Adicionalmente, Colombia es un país donde la economía tiene un crecimiento constante, esto se deriva, generalmente, del transporte de mercancía por vía terrestre. En este aspecto, la toma de decisiones depende de fenómenos naturales e imprevistos que se presenten en las carreteras del país.

Aquí es donde la toma de decisiones frente a los diferentes contratiempos que se presentan puede afectar el correcto desempeño de las organizaciones en cuanto al cumplimiento de las entregas y la relación con los clientes.

Claudia V. Carvajal Echeverry\*  
Yésica A. Montes Escobar\*\*  
Andrés Felipe Cañarte Gómez\*\*\*  
Edwin Valencia Chica\*\*\*\*  
Héctor F. Galeano Hincapié\*\*\*\*\*

Fundación CIDCA, Pereira

- 
- \* Correo electrónico: [vivian58833@hotmail.com](mailto:vivian58833@hotmail.com)
  - \*\* Correo electrónico: [jekamontes@gmail.com](mailto:jekamontes@gmail.com)
  - \*\*\* Correo electrónico: [gocha-92@hotmail.com](mailto:gocha-92@hotmail.com)
  - \*\*\*\* Correo electrónico: [edwinvalencia-f14@hotmail.com](mailto:edwinvalencia-f14@hotmail.com)
  - \*\*\*\*\* Coordinador de la lúdica.  
Correo electrónico: [hectorgale7@gmail.com](mailto:hectorgale7@gmail.com)

## 1. Objetivo general

Analizar las diferentes opciones frente a los contratiempos que se presentan en el transporte de mercancía por vía terrestre, para facilitar la toma de decisiones, de acuerdo con las necesidades empresariales que impactan el resultado financiero de una organización.

## 2. Objetivos específicos

- Determinar las diferentes variables que se pueden presentar en el transporte de mercancía.
- Establecer los diversos recursos que permitan evaluar las diferentes alternativas frente a un contratiempo.
- Evaluar las posibles variables de contratiempo que permitan tomar decisiones de manera acertada.

## 3. Marco teórico

La toma de decisiones consiste en escoger una alternativa, entre otras disponibles, que sirva a los propósitos que se pretenden alcanzar, teniendo en cuenta las diferentes variables que puedan surgir en el momento de escoger dicha opción. La diferencia entre cada una de ellas radica en las consecuencias que surgen a partir de esas disposiciones que se han tomado.

Es necesario comprender y conocer la naturaleza de la toma de decisiones y se deben tener en cuenta las posibles complicaciones que puedan surgir. De esta manera, se puede elegir una opción entre las disponibles, para resolver el problema de la forma más acertada posible.

Cuando hay toma de decisiones, no siempre se tienen en cuenta todas las variables presentes en un problema, pues se hace referencia a las consecuencias más visibles y muchas veces las no visibles son las que causan las peores consecuencias. En la toma de

decisiones se distinguen las estructuradas y las no estructuradas, las primeras se refieren a aquellas que se toman con cierta regularidad y por consiguiente no necesitan un modelo de solución; mientras que las segundas corresponden a las decisiones que se toman con poca frecuencia y necesitan un modelo de solución.

## 4. Materiales

- Un tablero de juego
- Dinero de juego
- Carritos (tantos como número de grupos participantes)
- Dados
- Un computador
- Veintiocho sillas
- Diez mesas
- Videoprojector

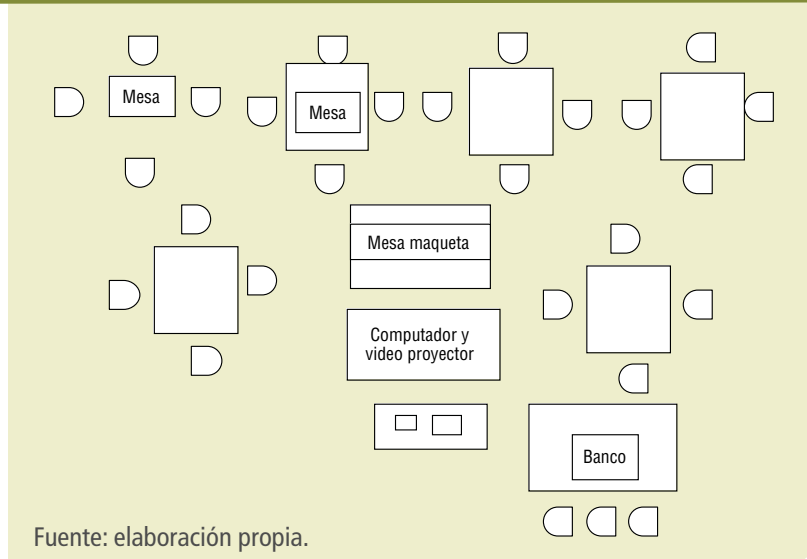
## 5. Participantes y duración

- Seis grupos de tres o máximo seis jugadores
- Dos horas

## 6. Espacio requerido

En la figura 1 se presenta la distribución de los participantes.

Figura 1. Distribución de los grupos para el desarrollo de la lúdica



## 7. Desarrollo de la lúdica

- Se formarán varios equipos con un conductor designado, un asistente financiero y una junta directiva (esta última tomará las decisiones definitivas).
- El conductor será el encargado de manejar el carro en el tablero de juego y de lanzar el dado.
- El tablero de juego está dividido en dos ciudades entre las cuales hay tres vías de acceso (una autopista, una carretera y una vía destapada).
- Los equipos deben tomar la decisión de cuál es la vía por la cual se van a movilizar.
- Dependiendo de la decisión que tome el equipo, se encontrará con diferentes variables positivas o negativas, como un derrumbe, un accidente de tránsito, una manifestación, etc.
- Cada una de estas variables tiene un costo diferente. Por medio del lanzamiento de los dados, sabrán cuál es la variable que le correspondió al equipo.
- Cada equipo decidirá si toma esta variable o si la cambia lanzando nuevamente los dados, de esta manera acepta la nueva variable y la imposibilidad de cambiarla de nuevo.
- El juego tiene unos días establecidos en los cuales hay dos tramos para lanzar el dado, además, en cada uno de los días se cobran algunos valores que deben tenerse en cuenta en un proceso de transporte, tales como: el hospedaje, la alimentación, el combustible y los peajes que haya en este tramo del recorrido, más el dinero que deban pagar

por la variable que les corresponda en ese tramo del día.

- Los equipos comienzan con un dinero base, igual para cada uno, y a medida que avancen en la lúdica se verán afectados por sus decisiones, además podrán observar cómo su ganancia disminuye o aumenta por las decisiones que tome el equipo.
- Además de las ganancias, al final del juego los participantes verán la importancia de tomar decisiones correctas; de igual forma, observarán la habilidad del trabajo en equipo.

### 7.1 Pertinencia del juego

La lúdica tiene como tema central la toma de decisiones y muestra imprevistos que se pueden presentarse en el transporte terrestre, con la misma se quiere evidenciar que en logística de transporte no solo se deben tomar decisiones acertadas, sino que también hay que tener en cuenta otros factores que no se pueden controlar cuando se envían mercancías entre ciudades.

### 7.2 Inicio del juego

Cada equipo inicia el juego con un camión, dinero en su caja menor y la oportunidad de elegir la ruta que crea más conveniente. Cada uno de los días tiene dos tramos de avance. Cada lanzamiento tendrá eventos en pro y en contra. Para la continuación del juego, cada equipo debe tener presentes los beneficios o desventajas en tiempo y dinero, cada

uno discutirá con su equipo de trabajo cuál es la decisión que consideran conveniente para pasar al siguiente tramo o para ganarle a su competencia.

Cada empresa gana ingresos por el hecho de cumplir su tarea en el menor tiempo posible, e incurre en gastos diarios como: hospedaje y alimentación, gasolina, peajes y variables que se presenten en el camino.



### 7.3 Pautas del juego

Cada grupo debe tener mínimo tres personas: un asistente financiero (encargado del dinero y quien tiene trato directo con el banco), un transportador (se responsabiliza de mover el camión y lanzar el dado), el resto de los integrantes formarán parte de la junta administrativa (que se encarga de tomar las decisiones y elegir la ruta inicial).

## 8. Descripción de variables, rutas y lanzamientos

### 8.1 Destapada

2 peajes (\$ 1000 c/u) = \$ 2000

Gasolina (\$ 67 500)

5 alimentación (\$ 1500 c/u) = \$ 7500

4 hospedaje (\$ 1250 c/u) = \$ 5000

- $2000 + 67\,500 + 7500 + 5000 = \$ 82\,000$

Dado	Variable	Dado	Variable
1	Sin frenos	4	Derrumbe
2	Multa	5	Escolta militar
3	Pinchazo	6	Neutro

### 8.2 Carretera

3 peajes (\$ 2000 c/u) = \$ 6000

Gasolina (\$ 56 250)

5 alimentación (\$ 1750 c/u) = \$ 8750

4 hospedaje (\$ 2750 c/u) = \$ 11 000

- $6000 + 56\,250 + 8750 + 11\,000 = \$ 82\,000$

Dado	Variable	Dado	Variable
1	Sin frenos	4	Derrumbe
2	Manifestación	5	Escolta militar
3	Pinchazo	6	Neutro

### 8.3 Autopista

5 peajes (\$ 3000 c/u) = \$ 15 000

Gasolina (\$ 45 000)

5 alimentación (\$ 2000 c/u) = \$ 10 000

4 hospedaje (\$ 3000 c/u) = \$ 12 000

- $15\,000 + 45\,000 + 10\,000 + 12\,000 = \$ 82\,000$

Dado	Variable	Dado	Variable
1	Tráfico	4	Accidente
2	Manifestación	5	Atajo
3	Pinchazo	6	Neutro

## 9. Variables

### 1. Derrumbe (de 11:00 a.m. a 5:00 p.m.)

- Seis horas de retraso
- Multa por retraso: \$ 4800.

### 2. Neutro

- Puede continuar, no lo han detenido.

### 3. Accidente (de 4:00 p.m. a 4:00 p.m.)

- Veinticuatro horas de retraso (Multa por retraso \$19200 + arreglo del vehículo \$10000 + alimentación y hospedaje dependiendo de la ruta)
  - Destapada: \$2750
  - Carretera: \$4500
  - Autopista: \$5000

### 4. Traslado

- Seis horas de retraso (traslado \$20000 + multa por retraso 6 horas \$4800 + multa por retraso de 24 horas 19200 + arreglo del vehículo \$10000 + alimentación y hospedaje dependiendo de la ruta)
  - Destapada: \$2750
  - Carretera: \$4500
  - Autopista: \$5000

### 5. Escolta militar

- Vía libre
- A favor tres horas de recorrido

### 6. Pinchazo (de 9:00 a.m. a 11:00 a.m.)

- Dos horas de retraso
- Multa por retraso \$1600
- \$1000 despinchada = \$2600

### 7. Sin frenos

- Detener el vehículo (recalentamiento de pastillas) pierde una hora
- Multa por demora \$800.

### 8. Tráfico

- Retraso por acumulación de vehículos en la vía, pierde tres horas
- Multa por retraso \$2400.

### 9. Multa

- Sanción por exceso de velocidad, debe pagar \$5000 y gana una hora

### 10. Manifestación

- Cierre de vía por manifestación, pierde cinco horas
- Multa por retraso \$4000.

### 11. Atajo

- Encuentra un camino más corto, ahorra cinco horas de camino
- N.º de vías: 3
- N.º de días: 5
- N.º de peajes:
  - Autopista: 5
  - Carretera: 3
  - Destapada: 2

### 9.1 Funciones de los participantes (roles)

- **Banco:** se encarga de recaudar el dinero de los grupos participantes, su trato directo es con el asistente financiero. Encargada: Claudia Viviana Carvajal Echeverry.
- **Expositor:** es el encargado de explicar a los participantes cuál es la metodología del juego y de animar la actividad. Encargados: Edwin Valencia Chica, Yésica

Alejandra Montes Escobar, Héctor Fabio Galeano Hincapié.

- **Conviviente:** se responsabiliza de dar apoyo a los grupos y de resolver las dudas que se les presenten a los participantes de la lúdica. Encargado: Andrés Felipe Cañarte Gómez.
- **Sistemas:** es el encargado de operar el *software* que determina el dinero que los participantes de la lúdica deben cancelar al banco. Encargada: Yésica Alejandra Montes Escobar.

Toma de decisiones. Wikipedia. Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Toma\\_de\\_decisiones](http://es.wikipedia.org/wiki/Toma_de_decisiones)

---



# *The Super Champions League\**

## Introducción

**H**oy en día, al enfrentarse a su práctica profesional el recién graduado se ve presionado a utilizar únicamente sus bases teóricas, sin haber contado con un acercamiento previo a la aplicación de éstas, y en la mayoría de los casos no sabe cómo desenvolverse en el ámbito empresarial. Por esto se considera importante que los estudiantes tengan cercanía al mundo corporativo para que puedan transferir de manera creativa los conocimientos adquiridos en las aulas.

Por lo tanto, en la lúdica que se presenta a continuación se pretende simular un ambiente en donde el estudiante deba planear,

coordinar y decidir, y en el que adicionalmente se enfrente a problemas y restricciones para que al integrar y aplicar algunos elementos propios de la Ingeniería Industrial, pueda plantear soluciones acertadas.

Así pues, en la siguiente propuesta se interrelacionan conceptos que se suelen trabajar de manera aislada pero que en el mundo empresarial se cohesionan, este es el papel de la ingeniería industrial. La lúdica estará estructurada mediante conceptos clave de la investigación de operaciones y de la programación lineal, de manera que se presenta una serie de decisiones que los estudiantes deben tomar, las cuales consisten en una

Andrea Alejandra Quiroz Salazar\*  
Isabel Cristina Bravo Ramírez\*\*  
Carlos Alberto Martínez Meneses\*\*\*  
Diana Hincapié Amaya\*\*\*\*  
Carolina Betancur Quintero\*\*\*\*\*  
Universidad de Antioquia

serie de opciones, el equipo debe elegir las mejores, pues éstas tienen un puntaje asociado del cual depende que avancen en el juego. Mediante el planteamiento de un modelo matemático basado en la programación

- 
- \* Correo electrónico: [andreaqs7@gmail.com](mailto:andreaqs7@gmail.com)
  - \*\* Correo electrónico: [kristibr16@gmail.com](mailto:kristibr16@gmail.com)
  - \*\*\* Correo electrónico: [carlosmartinezitaliano@gmail.com](mailto:carlosmartinezitaliano@gmail.com)
  - \*\*\*\* Correo electrónico: [dianamaya328@gmail.com](mailto:dianamaya328@gmail.com)
  - \*\*\*\*\* Correo electrónico: [carolinabequin@gmail.com](mailto:carolinabequin@gmail.com)

---

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia.

## 2. Objetivos específicos

lineal, los estudiantes pueden saber cuáles decisiones son las más acertadas, que es lo se pretende que descubran.

Por último, se espera que con lo mencionado anteriormente y con la actividad que se va a desarrollar, se puedan generar en los estudiantes reflexiones para motivar la toma de decisiones, optimizar y controlar procesos al usar el ciclo PHVA, como también al aplicar las técnicas de programación lineal.

- Generar reflexiones en los participantes para maximizar utilidades y obtener un óptimo balance financiero al utilizar factores clave de programación lineal.
- Incentivar al estudiante para crear una planeación estratégica que conduzca a trabajar por procesos.
- Impulsar la toma de decisiones en situaciones de presión y de las cuales depende el beneficio y el rendimiento de la organización.

diariamente en situaciones simples y cotidianas, hasta aquellas más trascendentales que definirán el curso de sus vidas.

En el campo laboral también se usa la toma de decisiones desde que se comienza con una empresa, se escoge el producto que se va a fabricar o el servicio que se va a ofrecer, hasta establecer características y precio, todas estos aspectos se deben definir; igualmente, en el diario vivir en un mundo globalizado y con un mercado cambiante, la toma de decisiones es constante, éstas deben seguir el rumbo de las metas y objetivos definidos por una organización o proceso, y siempre se recurre a ellas para el mejoramiento continuo; sin embargo, a pesar de que la toma de decisiones define el destino de las organizaciones, en muchos casos se encuentran problemas en estos procesos.

La toma de decisiones es la sangre de cualquier organización productiva. La capacidad de una organización para im-

## 1. Objetivo general

Inducir al participante en una réplica a escala de una “gestión empresarial por procesos”, que le ayude a inferir que el producto de sus decisiones incide con un porcentaje determinado en los resultados y balances de la organización.

## 3. Marco teórico

En la Ingeniería Industrial se presentan diversas áreas que permiten la formación íntegra del estudiante, algunas de estas son: investigación de operaciones, programación lineal y gestión por procesos, las tres se fundamentan en la toma de decisiones, que es un elemento al que las personas se enfrentan

plementar efectivamente sus estrategias viene determinada por la persona que toma las decisiones y por la forma de tomar dichas decisiones. Pero en la mayoría de las organizaciones hay problemas en los procesos de toma de decisiones” (Calderone, Martin, & Mendes, 2006).

La toma de decisiones está estrechamente relacionada con la planeación de los objetivos que se espera cumplir, la ejecución de estos, la verificación de los resultados y los ajustes que se deben llevar a cabo para buscar el mejoramiento continuo, aspectos estos que conforman el famoso PHVA. En muchas ocasiones, los problemas que se presentan se deben, entre otras razones, a la falta de comunicación, al mal trabajo en equipo, a la toma de decisiones deliberada y hecha sin ningún análisis o sin un fundamento teórico que la sustente, a pesar de que existen muchos de ellos, como la investigación de operaciones.

La investigación de operaciones (con frecuencia llamada ciencia de la administración) es, simplemente, un enfoque cien-

tífico en la toma de decisiones que busca el mejor diseño y operar un sistema, por lo regular en condiciones que requieren la asignación de recursos escasos (Winston, 2005).

Asimismo,

Como herramienta de toma de decisiones, la investigación de operaciones es una ciencia y un arte. Es una ciencia por las técnicas matemáticas que presenta y es un arte porque el éxito de todas las fases que anteceden y siguen a la resolución del modelo matemático depende mucho de la creatividad y la experiencia del equipo de investigación de operaciones (Taha, 2004).

Uno de los modelos matemáticos comúnmente utilizados como apoyo para la toma de decisiones, la optimización de recursos y la solución de problemas, especialmente en Ingeniería, es la programación lineal. Las fases comprendidas por este modelo se presentan a continuación (Taha, 2004):

#### 1. Definición del problema

2. Construcción del modelo
3. Solución del modelo
4. Implementación de la solución

El modelo matemático de un problema industrial es el sistema de ecuaciones y expresiones matemáticas relacionadas que describen la esencia del problema. Así, si deben tomarse decisiones cuantificables relacionadas entre sí, se representan como variables de decisión (digamos  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) para las que se deben determinar los valores respectivos. La medida de desempeño adecuada (por ejemplo la ganancia) se expresa entonces como una función matemática de estas variables de decisión (por ejemplo,  $P = 3x_1 + 2x_2 + \dots + 5x_n$ ). Esta función se llama función objetivo. También se expresan en términos matemáticos todas las limitaciones que se puedan imponer sobre los valores de las variables de decisión, casi siempre en forma de ecuaciones o desigualdades (como  $x_1 + 2x_2 \leq 10$ ). Tales expresiones matemáticas de las limitaciones, con frecuencia reciben el nombre de restricciones. Las constantes (los coeficientes o el lado derecho de las ecuaciones)

ciones) en las restricciones y en la función objetivo se llaman parámetros del modelo. El modelo matemático puede expresarse entonces como el problema de elegir valores de las variables de decisión de manera que se maximice la función objetivo, sujeta a las restricciones dadas (Hillier & Lieberman, 2002).

Los modelos matemáticos tienen muchas ventajas sobre una descripción verbal del problema, una consiste en que lo describen en forma mucho más concisa. Esto tiende a hacer más comprensible toda la estructura del problema y ayuda a revelar las relaciones causa–efecto importantes, indica con más claridad qué datos adicionales son significativos para el análisis y también facilita el manejo del problema en su totalidad y al mismo tiempo el estudio de sus interrelaciones (Hillier & Lieberman, 2002).

## 4. Materiales

- Computador,
- Ocho mesas,
- 34 sillas,
- Cuatro dados,
- Tablero central,
- Cien fichas (jugadores).

**Tabla 1. Montaje y materiales para el desarrollo de la lúdica**

Tipo de montaje	Nivel	Marcar una X
Solo mobiliario (mesas y sillas)	Bajo	X
Requerimientos tecnológicos (computador, impresora, video proyector, otros)	Medio	
Requerimientos especiales (salas de cómputo, auditorio, etc.)	Alto	

Fuente: elaboración propia.

## 5. Participantes y duración

- Máximo treinta repartidos en seis grupos de cinco personas cada uno (tabla 2).

**Tabla 2. Distribución de participantes**

Número de participantes	Nivel	Marcar una X
Menos de 20	Bajo	
Entre 20 y 40	Medio	X
Más de 40	Alto	

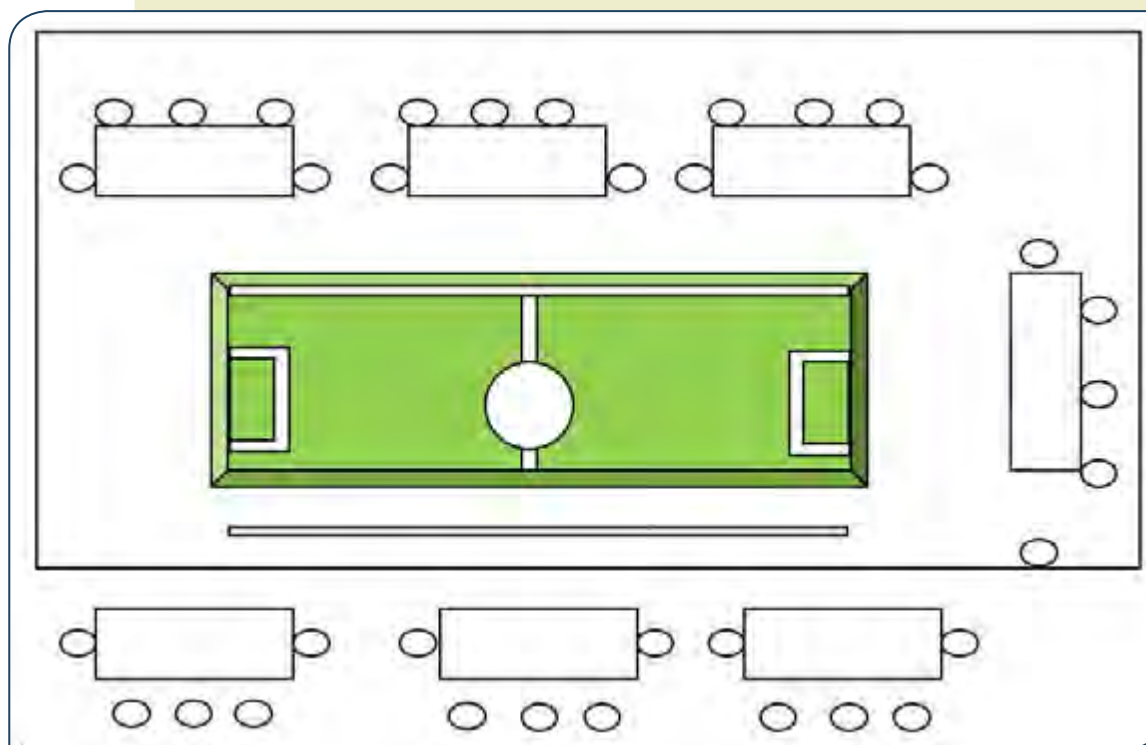
Fuente: elaboración propia.

- Dos horas.

## 6. Espacio requerido

Aula rectangular con capacidad para cuarenta personas. En el centro del aula se ubicará una mesa o estructura que haga de soporte al tablero de juego, alrededor de esta se ubicarán siete mesas (con capacidad para cinco personas) con sus respectivas sillas para cada uno de los miembros de las organizaciones y también para los integrantes de FIFA (34 sillas en total) (figura 1).

Figura 1. Distribución de los participantes para el desarrollo de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

### 7.1 Conformación de equipo, selección de roles y funciones

- **Presidente:** es quien supervisa y coordina la gestión de todas las decisiones del club.
- **Tesorero:** le corresponde analizar y registrar ingresos y egresos por partido, así como llevar un balance financiero.
- **Director técnico:** realiza la formación de los jugadores en el campo para cada partido según sus rendimientos.
- **Jefe de logística:** es el encargado de gestionar los recursos necesarios para los viajes de los equipos.
- **Jefe de marketing y prensa:** se encarga de la publicidad para el equipo.

### 7.2 Elección del club futbolístico

Existen quince clubes de fútbol, el presidente debe elegir uno de ellos de acuerdo con los datos históricos que se presentan en el portafolio del club. En caso de que dos

equipos elijan el mismo club, la selección de este se realizará mediante una “subasta” en la cual el equipo que oferte el mayor monto de dinero, se quedará con el club que se esté ofertando en el momento. Cada club cuenta con una nómina inicial de doce jugadores.

### 7.3 Compra de jugadores

El equipo contará con un tiempo de cinco minutos para decidir cuáles jugadores comple-

tarán su nómina. Cada presidente elige a tres posibles candidatos dentro de la bolsa de jugadores que se presenta y los propone públicamente. En el caso de que se presenten dos o más opciones de compra por el mismo jugador, este será subastado entre los interesados.

### 7.4 Temporada

Comienzan los partidos en los cuales los seis clubes que hay por tablero se enfrenta-



## 8. Bibliografía

rán entre ellos a un partido en condición tipo visitante para ambos clubes, es decir que ambos equipos viajarán a una ciudad diferente a la propia y allí disputarán el juego.

Entre partido y partido se debe tomar una cantidad de decisiones por cada miembro de la organización, estas se calificarán según su asertividad y dicha calificación influirá directamente sobre el resultado del partido en un porcentaje previamente establecido. Se pretende que el estudiante plantee un modelo de programación lineal para saber cuáles son

las mejores opciones y de esta forma tomar las mejores decisiones de acuerdo con una base teórica, para aumentar así su puntaje y avanzar con el fin de ganar el juego.

Los resultados de los partidos se definirán por el lanzamiento de los dados, cada equipo tendrá dos lanzamientos de ataque y dos de defensa según la alineación hecha por el director técnico.

La lúdica solo termina cuando se hace la respectiva retroalimentación de las estrategias planteadas por las diferentes organizaciones y sus respectivas decisiones.

Calderone, M., Martin, K., & Mendes, D. (otoño, 2006). Las mejores decisiones vienen en grupo. *Strategy + Business*.

Hillier, F. & Lieberman, G. (2002). *Investigación de operaciones*. McGraw-Hill.

Taha, H. A. (2004). *Investigación de operaciones*. México: Prentice Hall.

Winston, W. L. (2005). *Investigación de operaciones. Aplicaciones y algoritmos*. Thomson.

# Lúdica aplicada al problema de diseño

de la red logística

## Introducción

La logística se relaciona con el diseño y la gestión de sistemas en cuanto a la organización, el movimiento y el almacenamiento de materiales en una cadena de suministros. Aquí las decisiones corresponden con el objetivo de proporcionar a los clientes el producto correcto en el lugar y momento adecuados, lo cual implica tomar decisiones sobre varios aspectos diferentes entre sí, pero que están interrelacionados, tales como la compra de materiales, el manejo de inventarios, el diseño de la red logística, la planeación de la capacidad, el transporte y la distribución física de bienes, entre otros. Esta diversidad de aspectos sobre los cuales se encarga la toma de decisiones de

tipo logístico se puede clasificar, *grosso modo*, en: decisiones estratégicas (largo plazo), decisiones tácticas (mediano plazo) y decisiones operativas (corto plazo). Sin embargo, en contextos reales hay demasiadas alternativas articuladas con estas decisiones, de tal manera que tomar un curso de acción a simple vista genera soluciones ineficientes, por lo cual se hace necesario contar con alguna herramienta de apoyo para llegar a tomar la mejor decisión posible.

Así pues, en la presente lúdica se abordarán las decisiones de tipo estratégico, concretamente las relacionadas con el diseño de la red logística desde un punto de vista matemático, en el que se usa la programación

Rafael Tordecilla Madera\*

Leonardo González R.\*\*

María Restrepo Jimeno\*\*\*

Edna Alexandra Suárez\*\*\*\*

Ángela Patricia González\*\*\*\*\*

Universidad de La Sabana

---

\* Docente, Facultad de Ingeniería,  
Correo electrónico:

[rdtordecilla@uniboyaca.edu.co](mailto:rdtordecilla@uniboyaca.edu.co)

\*\* Docente, Facultad de Ingeniería,  
Correo electrónico:

[leonardo.gonzalez1@unisabana.edu.co](mailto:leonardo.gonzalez1@unisabana.edu.co)

\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial,  
Correo electrónico:

[maria.restrepo4@unisabana.edu.co](mailto:maria.restrepo4@unisabana.edu.co)

\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial,  
Correo electrónico:

[ednasuto@unisabana.edu.co](mailto:ednasuto@unisabana.edu.co)

\*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial,  
Correo electrónico:

[angelagofl@unisabana.edu.co](mailto:angelagofl@unisabana.edu.co)



## 2. Objetivos específicos

lineal; no obstante, debido a que esta herramienta supone para el estudiante cierto grado de abstracción, muchas veces la notación utilizada no es de fácil comprensión y es posible que tampoco se asocie, con certeza, el modelo con un sistema real. De ahí la importancia de contar con un método de enseñanza vivencial para esta temática, que es lo que propone la siguiente lúdica.

### 1. Objetivo general

Identificar los conceptos básicos relacionados con el diseño de la red logística en la toma de decisiones estratégicas, mediante la simulación de una cadena de suministro que sirva como complemento a la enseñanza teórica de esta temática.

- Identificar las variables básicas asociadas con el problema de diseño de la red logística.
- Reconocer la modelación matemática como una herramienta de toma de decisiones útil ante problemas de asignación de recursos en los que hay gran cantidad de alternativas posibles.

### 3. Marco teórico

La logística está vinculada con la planeación, el control de los flujos de materiales y la información relacionada con ellos en las organizaciones [1]. En general, su misión es proporcionar a los clientes el producto correcto en el lugar adecuado y en el momento justo, también optimizar alguna medida de desempeño, como los costos o las utilidades, y satisfacer un conjunto dado de restricciones. Por supuesto, esta misión en particular está relacionada con las empresas, en las que las decisiones logísti-

cas se asocian principalmente a la producción y distribución de bienes, de tal forma que el asunto clave es decidir cómo y cuándo deberán ser adquiridos, movilizados y almacenados tanto la materia prima como los bienes semi-terminados y terminados.

De manera general, las decisiones que se toman para el diseño y la operación de un sistema logístico se dividen en estratégicas, tácticas y operativas [1], [2]; las primeras son aquellas que tienen efecto a largo plazo, como el diseño del sistema logístico o la adquisición de recursos con alta inversión de capital; las segundas son las que se toman a mediano plazo, como la planeación de la producción y la distribución; finalmente, las operativas son las que se toman a corto plazo, como las decisiones de *picking* en un almacén o el despacho diario de los vehículos.

En cuanto a las decisiones estratégicas, el proceso de planeación de la cadena de suministros consiste en el diseño del sistema a

## 4. Materiales

través del cual los productos fluyen desde los proveedores hasta los puntos de demanda [1]; el principal objetivo de este proceso es determinar el número, la localización, el equipo y el tamaño de las nuevas instalaciones, así como el cierre, el desplazamiento o la reducción de capacidad en las mismas. Por supuesto, los objetivos y restricciones varían dependiendo del tipo de instalaciones (plantas, centros de distribución, almacenes, minoristas, entre otros).

El propósito que generalmente se persigue en logística es minimizar el costo total, sujeto a restricciones relacionadas con la capacidad de las instalaciones y a la satisfacción de la demanda. Por regla general, el costo que se va a minimizar está asociado con operaciones como manufactura, almacenamiento, clasificación,

consolidación o ventas, y a transporte entre instalaciones, o entre estas y consumidores.

En la literatura, al problema de diseño de la red logística también se le puede denominar como el problema de localización de instalaciones (*Facility Location Problem*) [1], [3]. Según Melo et ál. [3], las preguntas que debe resolver la solución de este problema son: 1) ¿cuáles instalaciones deberían ser usadas o abiertas?, y 2) ¿cuáles clientes deberían ser atendidos desde cuál(es) instalación(es), de tal manera que los costos totales sean minimizados? Naturalmente, estas preguntas fueron tenidas en cuenta en el desarrollo de la lúdica que se está presentando, de tal manera que al final los participantes las habrán resuelto en el contexto del juego.

Cada grupo participante debe contar con los siguientes materiales:

- Dieciséis fichas de Lego 2 x 2.
  - Un formato guía para el movimiento de las fichas.
  - Un formato de soporte para diligenciar de Control de costos y movimientos.
  - Un lápiz.
  - Una calculadora.
  - Una mesa de trabajo.
  - Una silla por participante.
-

## 5. Espacio requerido

El espacio requerido dependerá de la cantidad de grupos que participen en la lúdica. Cada grupo necesitará aproximadamente de 7 m<sup>2</sup> a 8 m<sup>2</sup>, la disposición de las mesas en las que se van a ubicar los grupos no requiere una distribución especial, siempre y cuando cada grupo se encuentre adecuadamente separado de los otros.

## 6. Participantes y duración

El talento humano necesario para el correcto desarrollo de la lúdica se clasifica en dos roles diferentes: coordinador y participante. El coordinador es la persona que orienta la lúdica; es decir, sabe cuál es su objetivo y cómo debe desarrollarse. En la lúdica se requiere solo un coordinador y sus funciones son las siguientes:

- Explicar a los participantes en qué consiste la lúdica, sus objetivos y cada uno de los formatos que utilizarán en su desarrollo.
- Exponer las conclusiones del ejercicio.
- Resolver cualquier duda de los participantes.

Por su parte, los participantes son las personas que hacen uso de la lúdica; es decir, a ellos a quienes va dirigida. Se recomienda no más de cuatro personas por grupo y no hay límite para el número de grupos. Cada grupo debe, básicamente, llevar a cabo un proceso de toma de decisiones en la simulación de una cadena de suministros en la cual deberán responder las siguientes preguntas: 1) ¿cuáles instalaciones deberían ser usadas o abiertas?, y 2) ¿cuáles clientes deberían ser atendidos desde cuál(es) instalación(es), de tal manera que los costos totales sean minimizados?

Finalmente, se estima que la actividad requiere noventa minutos para su desarrollo.

## 7. Desarrollo de la lúdica

Primero, el coordinador explica en qué consiste la lúdica, sus objetivos y cómo diligenciar cada uno de los formatos que se utilizarán en su desarrollo. Luego, a cada grupo de trabajo se le entregan dieciséis fichas, que son ubicadas en la fila 1 del tablero de juego que se muestra en el formato de “Guía para el movimiento de las fichas” (tabla 1). Aquí, el objetivo es llevar las fichas, que simulan cajas de chocolatinas, hasta la última fila que representa seis centros de consumo distintos con unas demandas determinadas, al mínimo costo total posible. Cada fila representa un eslabón de una cadena de suministros real en la cual los productos deben ser transportados de un eslabón al siguiente, sin sobrepasar las capacidades de cada instalación, indicadas en cada casilla. Se deben tomar dos tipos de decisiones: 1) qué instalaciones abrir por eslabón; es decir, qué casillas se deben utilizar por cada fila, e incurrir en un costo fijo por cada instalación abierta; 2) cuántas cajas de cho-

colatinas enviar desde cada instalación (casilla) de cada eslabón (fila) hacia cada instalación del eslabón siguiente, e incurrir en un costo de transporte variable por unidad y que depende físicamente de qué tan lejos se encuentre en el tablero la “casilla destino” de la “casilla origen”, según se puede observar en el ejemplo sobre costos unitarios de transporte que se indica en la parte inferior de las tablas del Control de costos y movimientos. Para la toma de estas decisiones se cuenta con treinta minutos.

Por ejemplo (ver “Guía para el movimiento de las fichas”), se puede empezar ubicando cuatro fichas en la casilla C2, cuatro en E2 y ocho en F2.

- De C2 se pueden enviar dos cajas a C3 y 2 a D3.
- De E2 se pueden enviar dos cajas a D3 y 1 a E3.

Por último, de F2 pueden enviarse ocho cajas a E3, y así sucesivamente, eslabón tras eslabón, hasta llegar a satisfacer la demanda.

Para el buen desarrollo de la lúdica se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. La toma de decisiones no es dinámica; es decir, todas las dieciséis cajas de chocolatinas deben ser enviadas de inmediato.
2. Ninguna de las instalaciones (casillas) puede manejar más cajas de chocolatinas que las marcadas como capacidad máxima.
3. La demanda se debe satisfacer completamente.
4. Todas las cajas que entren a una instalación deben salir; es decir, no se contempla almacenamiento.
5. Todos los movimientos se deben registrar en el Control de costos y movimientos (véase anexo 2); se debe marcar solo un punto en caso de que una casilla sea utilizada, de tal manera que en cada casilla no puede haber más de un punto, y agregar líneas que indiquen los transportes hechos entre casillas. Por otro lado, los movimientos deben registrarse en la tabla del anexo 3 con la cantidad de unidades transpor-

tadas de un eslabón al siguiente e indicar también el tipo de movimiento realizado.

6. Los costos por apertura se calculan por filas al sumar los valores de las casillas en las que se marcaron puntos. Por otro lado, los costos de transporte se calculan multiplicando el total de unidades transportadas por el costo unitario correspondiente a cada tipo de movimiento. Al final, cada grupo realiza la suma de los costos por apertura más los costos de transporte. Gana el juego el grupo que menor costo haya logrado en su gestión.

Luego del cálculo de los costos se expone el modelo matemático que minimiza los costos totales de la gestión de la cadena de suministros utilizada en el juego, al mostrar que al implementar la solución dada por el modelo se obtienen menores costos que al hacerlo de manera empírica.

**Tabla 1. Pasos para llevar a cabo la lúdica**

Pasos	Responsable	Descripción	Tiempo (min)
Explicación general de la lúdica	Coordinador	En qué consiste la lúdica, sus objetivos y cómo se deben diligenciar los formatos que se utilizarán en su desarrollo.	20
Toma de decisiones y realización de cálculos	Participantes	Se toman las decisiones de localización y distribución que conlleven a obtener el costo mínimo, con ayuda de los formatos.	30
Exposición del modelo matemático	Coordinador	Se realiza una breve explicación del modelo matemático asociado con el problema de diseño de la red logística.	15
Conclusiones	Coordinador	A partir de los resultados obtenidos en la lúdica se exponen las conclusiones del ejercicio.	10
Preguntas	Coordinador, participantes, público.	Los participantes y el público le expresan sus dudas al coordinador.	15

Fuente: elaboración propia.

- [1] Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2004). *Introduction to Logistics Systems Planning and Control*. Chichester, West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- [2] Mula, J., Peidro, D., Díaz--Madroñero, M., & Vicens, E. (2010). Mathematical programming models for supply chain production and transport planning. *European Journal of Operational Research*, 204, 3 pp. 377-390.
- [3] Melo, M. T., Nickel, S., & Saldanha-da-Gama, F. (2009). Facility location and supply chain management - A review. *European Journal of Operational Research*, 196, 2, pp. 401-412.

## 9. Anexos. Formatos para utilizar en el desarrollo de la lúdica

### Anexo 1. Guía para el movimiento de las fichas

Demanda: 2 cajas	Demanda: 1 caja	Demanda: 3 cajas	Demanda: 4 cajas	Demanda: 1 caja	Demanda: 5 cajas	6
Costo Fijo: \$350 Capac. máx: 9	Costo Fijo: \$280 Capac. máx: 7	Costo Fijo: \$310 Capac. máx: 8	Costo Fijo: \$280 Capac. máx: 7	Costo Fijo: \$350 Capac. máx: 9	Costo Fijo: \$100 Capac. máx: 2	5
Costo Fijo: \$140 Capac. máx: 3	Costo Fijo: \$170 Capac. máx: 4	Costo Fijo: \$340 Capac. máx: 8	Costo Fijo: \$230 Capac. máx: 5	Costo Fijo: \$220 Capac. máx: 5	Costo Fijo: \$370 Capac. máx: 9	4
Costo Fijo: \$260 Capac. máx: 6	Costo Fijo: \$240 Capac. máx: 6	Costo Fijo: \$120 Capac. máx: 3	Costo Fijo: \$240 Capac. máx: 6	Costo Fijo: \$350 Capac. máx: 9	Costo Fijo: \$120 Capac. máx: 3	3
Costo Fijo: \$250 Capac. máx: 6	Costo Fijo: \$300 Capac. máx: 7	Costo Fijo: \$170 Capac. máx: 4	Costo Fijo: \$130 Capac. máx: 3	Costo Fijo: \$180 Capac. máx: 4	Costo Fijo: \$340 Capac. máx: 8	2
<b>PROVEEDOR</b> Disponibilidad de Producto: 16 cajas de chocolatinas						1
A	B	C	D	E	F	

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 2. Control de costos y movimientos

Marcar puntos y líneas que indiquen las casillas utilizadas y los movimientos hechos.

DEMANDA						6 5 4 3 2 1	COSTO POR APERTURA DE INSTALACIONES
\$ 350	\$ 280	\$ 310	\$ 280	\$ 350	\$ 100		Eslabón 5
\$ 140	\$ 170	\$ 340	\$ 230	\$ 220	\$ 370		Eslabón 4
\$ 260	\$ 240	\$ 120	\$ 240	\$ 350	\$ 120		Eslabón 3
\$ 250	\$ 300	\$ 170	\$ 130	\$ 180	\$ 340		Eslabón 2
PROVEEDOR Disponibilidad de Producto: 16 Unidades							TOTAL
A	B	C	D	E	F		

Fuente: elaboración propia.

## Anexo 3. Unidades transportadas

Movimiento	Unidades transportadas				TOTAL
	Eslabón 2 a 3	Eslabón 3 a 4	Eslabón 4 a 5	Eslabón 5 a 6	
Vertical					
Diagonal 1					
Diagonal 2					
Diagonal 3					
Diagonal 4					
Diagonal 5					

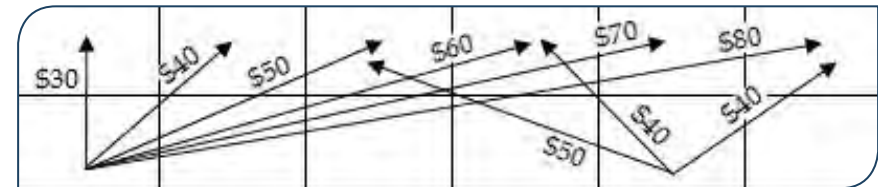
Fuente: elaboración propia.

## Costos de transporte

Costos de transporte		
Tipo de movimiento	Costo unitario (\$)	Costo total
Vertical	30	(Costo) * (# unidades)
Diagonal 1	40	(Costo) * (# unidades)
Diagonal 2	50	(Costo) * (# unidades)
Diagonal 3	60	(Costo) * (# unidades)
Diagonal 4	70	(Costo) * (# unidades)
Diagonal 5	80	(Costo) * (# unidades)
Total costos de transporte		
<b>Total costos de transporte y de apertura</b>		

Fuente: elaboración propia

## Ejemplo de costos unitarios de transporte



Fuente: elaboración propia



# Lúdica de aplicación de la simulación Montecarlo

Rafael Tordecilla Madera\*  
Leonardo González Rodríguez\*\*  
Juana María Vásquez Charry\*\*\*

Universidad de La Sabana

## Introducción

En el ámbito de los sistemas productivos o logísticos es habitual que, con el fin de mejorar el desempeño de este, el analista o el tomador de decisiones no experimenten con el sistema mismo, sino con un modelo, debido a los grandes costos que implicaría tal experimentación directa. Tales modelos pueden ser físicos o matemáticos, estos últimos pueden clasificarse en analíticos y de simulación.

En los primeros es posible obtener respuestas óptimas y exactas como resultado de las corridas de los modelos, lo cual no ocurre en los modelos de simulación. Sin embargo, a pesar de esto, los modelos de simulación son los preferidos para el estudio de sistemas cuya alta complejidad matemática (por causas como la incertidumbre) hace muy difícil la obtención

de una respuesta exacta a través de modelos analíticos, haciendo de la simulación el único enfoque práctico para este tipo de problemas.

Así, en la presente lúdica se mostrarán los aspectos más importantes de un tipo particular de simulación, la simulación Montecarlo, que, debido a su sencillez es un buen punto de partida para abordar más ampliamente los aspectos relacionados con el tema de la simulación. Entre estos aspectos que pueden apreciarse en la lúdica se encuentra la generación de números aleatorios a través de datos, y cómo pueden relacionarse estos con distribuciones empíricas de probabilidad para simular sistemas reales en situaciones de incertidumbre, como lo es una empresa comercializadora de calzado en el contexto de la presente actividad.



\* Docente, Facultad de Ingeniería.  
Correo electrónico:

[rdtordecilla@uniboyaca.edu.co](mailto:rdtordecilla@uniboyaca.edu.co)

\*\* Docente, Facultad de Ingeniería.  
Correo electrónico:

[leonardo.gonzalez1@unisabana.edu.co](mailto:leonardo.gonzalez1@unisabana.edu.co)

\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico:

[juana.vasquez@unisabana.edu.co](mailto:juana.vasquez@unisabana.edu.co)

## 1. Objetivo general

Identificar los conceptos básicos relacionados con la simulación Montecarlo mediante la representación de varias empresas comercializadoras de calzado, que sirva como complemento a la enseñanza teórica de esta temática.

## 2. Objetivos específicos

- Identificar la relación existente entre los números aleatorios, las distribuciones empíricas de probabilidad y las variables aleatorias “demanda” y “tiempo de aprovisionamiento” en el contexto de la simulación Montecarlo de un modelo de inventarios.
- Reconocer la manera en la que las variables aleatorias pueden asociarse a problemas empresariales reales.

## 3. Marco teórico

La simulación es un proceso numérico diseñado para experimentar el comportamiento de cualquier sistema en una computadora digital [1]. El comportamiento del sistema se presenta con base en mode-

los matemáticos y lógicos diseñados para tal fin. Se puede simular el comportamiento de sistemas económicos, sociales, administrativos, productivos, físicos, químicos, biológicos, etc. En este proceso, el desempeño del sistema real se imita mediante distribuciones de probabilidad para generar aleatoriamente los distintos eventos que ocurren en él. Por esto, un modelo de simulación sintetiza el sistema con la construcción de cada componente y de cada evento. Después, el modelo corre el sistema simulado para obtener observaciones estadísticas del desempeño del sistema como resultado de los diferentes eventos generados de manera aleatoria.

Los modelos de simulación pueden ser clasificados de distintas maneras; una de ellas diferencia entre simulación de eventos discretos y de eventos continuos [2]. En los primeros, los cambios en el estado del sistema ocurren de manera instantánea en puntos aleatorios del tiempo, mientras que en los segundos, los cambios en el estado del sistema ocurren continuamente. Otra clasificación relevante para los modelos de simulación es la que diferencia entre modelos estáticos y dinámicos. Un modelo estático de simulación es una representación de un sistema en un momento particular, o uno que puede ser usado para representar un sistema en el cual el tiempo no desempeña ningún papel; por otro lado, un modelo dinámico representa un sistema que evoluciona en el tiempo.

Un ejemplo de simulación estática y discreta es la simulación Montecarlo, en la que, por un lado, se emplean números aleatorios que varían probabilísticamente, según una distribución uniforme entre 0 y 1, la cual es usada para resolver ciertos problemas estocásticos o determinísticos donde el paso del tiempo no cumple una función importante. Por otro lado, este tipo de simulación también hace uso de distribuciones empíricas de probabilidad, las cuales en combinación con los números aleatorios generados, permiten llevar a cabo la simulación del comportamiento de variables aleatorias como la llegada de clientes a un banco, la demanda de algún tipo de producto en una tienda o el tiempo de aprovisionamiento de un producto adquirido a un proveedor en un sistema de manufactura.

## 4. Materiales

El coordinador debe contar con los siguientes materiales:

- Doscientas fichas de Lego 4 × 2
- Dos dados de diez caras cada uno
- Formato de compra-venta y cambio de políticas
- Una mesa de trabajo

Cada grupo participante debe contar con los siguientes materiales al inicio de la lúdica:

- Formato informativo sobre las distribuciones de las variables de la lúdica.
- Formato para solicitud de los pedidos.
- Formato para diligenciar los inventarios y costos.
- Formato de control de inventario en tránsito adherido a la mesa de trabajo.
- Formato “Bodega” adherido a la mesa de trabajo.
- Diez fichas de Lego 4 × 2 ubicadas encima del formato “Bodega” .
- Dos fichas de Lego 4 × 2 en la casilla 1 del formato de control de inventario en tránsito.
- Tres fichas de Lego 4 × 2 en la casilla 3 del formato de control de inventario en tránsito.
- Calculadora.
- Mesa de trabajo.
- Una silla por participante.

## 5. Participantes y duración

El talento humano necesario para el buen desarrollo de la lúdica se clasifica en dos papeles diferentes: coordinador y participante. El coordinador es quien orienta la lúdica; es decir, sabe cuál es su objetivo y cómo debe desarrollarse. En la lúdica se requiere solo un coordinador con las siguientes funciones:

- Explicar a los participantes en qué consiste la lúdica, sus objetivos y cada uno de los formatos que se utilizarán en su desarrollo.
- Guiar a los participantes en la toma de decisiones y en el diligenciamiento del formato de inventarios y costos en la etapa ejemplo de la lúdica.
- Lanzar, período a período, los dados que indican la demanda diaria y el tiempo de aprovisionamiento.
- Preparar, período a período, el pedido de mercancía solicitado por los participantes.
- Exponer las conclusiones del ejercicio.
- Resolver cualquier duda de los participantes.

Por otra parte, los participantes son las personas que hacen uso de la lúdica; es decir, aquellos a los que va dirigida. Se recomienda, por tanto, que no haya más de cuatro personas por grupo. El número de grupos debe oscilar entre cuatro y cinco. Cada uno de estos grupos representa una empresa comercializadora de calzado; es decir, compra y vende calzado y maneja los respectivos inventarios en una bodega decidiendo, período a período, cuántas unidades de calzado pedir. Finalmente, se requieren 120 minutos para el desarrollo de la actividad.

## 6. Espacio requerido

Este espacio será aproximadamente de 7 m<sup>2</sup> a 8 m<sup>2</sup> por grupo y la disposición de las mesas en las que estos se ubiquen no precisa de una distribución especial, siempre y cuan-

do cada grupo se encuentre adecuadamente separado de los demás. Además de esto, el coordinador requiere una mesa propia de aproximadamente 1,0 m × 0,8 m para ubicar sus fichas de Lego, para el lanzamiento de los dados y para el manejo de los formatos.

## 7. Desarrollo de la lúdica

Inicialmente, el coordinador explica de qué se trata la lúdica, sus objetivos y las decisiones que deben tomar los participantes en pro de alcanzar al final del juego la máxima utilidad. El grupo de participantes de la lúdica se divide en cuatro o cinco equipos, representando cada uno de ellos a una empresa comercializadora de calzado. La lúdica se juega por períodos; en cada uno de ellos cada equipo debe tomar la decisión de cuánta cantidad de calzado pedir (en múltiplos de

cien), basados en la información contenida en los formatos informativos y en los inventarios que posean en bodega y en tránsito, y según las siguientes políticas:

- **Política 1:** los equipos fijan en quinientos pares de zapatos la cantidad a pedir y un punto de reorden menor que quinientos, de tal manera que en el momento en el que la medida del inventario llegue a ese nivel, se pida siempre ese número de unidades. Obviamente, este pedido se haría en intervalos de tiempo distintos.
- **Política 2:** los equipos fijan en setecientos pares de zapatos la cantidad a pedir y un punto de reorden menor que setecientos, de tal manera que en el momento en el que la medida del inventario llegue a ese nivel, se pida siempre ese número de unidades. Obviamente, este pedido se haría en intervalos de tiempo distintos.
- **Política 3:** se fija un nivel de inventario objetivo y se pide una cantidad tal de pares de

zapatos para alcanzarlo, aunque debe hacerse invariablemente cada dos días.

- **Política 4:** se fija un nivel de inventario objetivo y se pide una cantidad tal de pares de zapatos para alcanzarlo, aunque debe hacerse invariablemente cada tres días.

La lúdica está dividida en dos etapas. La primera, llamada “etapa ejemplo”, consta de los primeros tres períodos, y la segunda comprende desde el cuarto período hasta la finalización del juego, cuya duración es variable según el criterio del coordinador. No obstante, se recomienda jugar al menos quince períodos, de tal manera que los participantes tengan tiempo de familiarizarse con el juego y, en teoría, tomar mejores decisiones. Los pasos básicos son los mismos en ambas etapas, con la diferencia de que en la primera, los participantes son guiados por el coordinador sin utilizar ninguna de las políticas y en la segunda se dejan en libertad, haciendo uso de las políticas antes descritas. En la figura 1 se resumen los

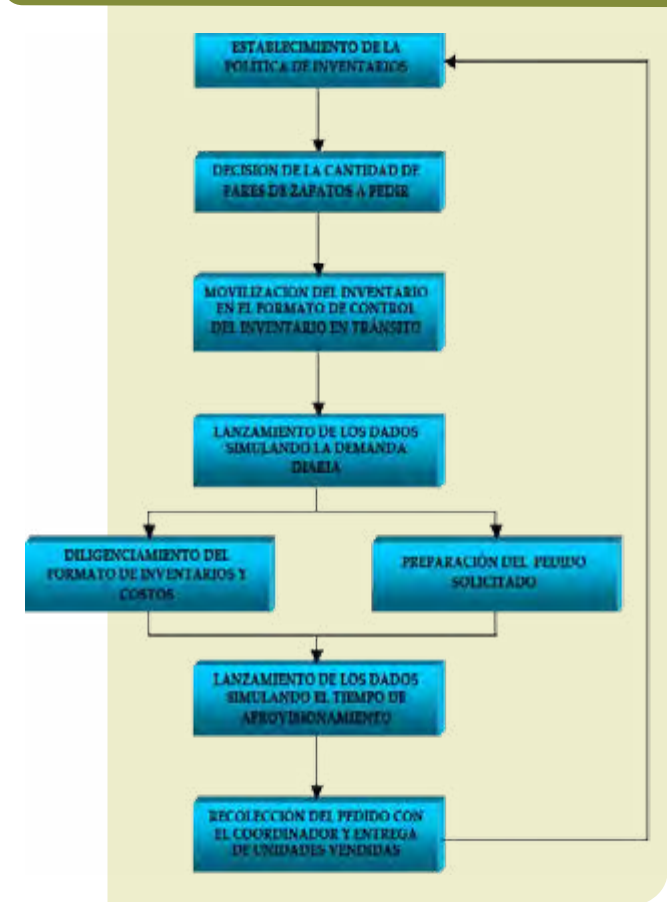
pasos necesarios para el buen desarrollo del juego y explicados a continuación.

1. **Establecimiento de la política de inventarios.** Para el período 4, cada equipo elige cuál política utilizará para el manejo de sus inventarios; para los siguientes períodos eligen si mantienen la política o si la cambian por alguna de las otras. Cada cambio tiene un costo de penalización de \$500 y es registrada por el coordinador en el “Formato de compra-venta y cambio de políticas”, escribiendo “\$500” en la casilla correspondiente en caso de haber cambio.
2. **Decisión de la cantidad de pares de zapatos que se solicitarán.** Como se explicó, basado en la información contenida en el “Formato informativo sobre las distribuciones de las variables de la lúdica” y en los inventarios que posean en bodega y en tránsito, los participantes le hacen saber al coordinador a través del “Formato para solicitud de los pedidos” la cantidad de pares de zapatos necesarios para el período.

3. **Movilización del inventario en el formato de control del inventario en tránsito.** Las fichas de Lego que representan el calzado se movilizan un día, que en este formato equivale a moverlas de un cuadro al siguiente.
4. **Lanzamiento de los datos simulando la demanda diaria.** El coordinador lanza los dados y da a conocer a los participantes los resultados. Con estos datos y los contenidos en el “Formato informativo sobre las distribuciones de las variables de la lúdica” se puede saber el valor de la demanda diaria.
5. **Diligenciamiento del formato de inventarios y costos.** Dada la demanda simulada del período, los participantes proceden a diligenciar la información solicitada en este formato.
6. **Preparación del pedido solicitado.** Esta etapa es llevada a cabo por el coordinador al mismo tiempo que los participantes realizan la anterior. Consiste en disponer las fichas de Lego correspondientes a los pedidos de los grupos.

7. **Lanzamiento de los datos, simulando el tiempo de aprovisionamiento.** El coordinador lanza los dados y da a conocer a los participantes los valores resultantes. Con estos datos y los contenidos en el “Formato informativo sobre las distribuciones de las variables de la lúdica” se puede saber de cuánto es el tiempo de aprovisionamiento del pedido que acaban de solicitar los participantes.
8. **Recolección del pedido con el coordinador y entrega de unidades vendidas.** Los participantes le llevan al coordinador las fichas de Lego correspondientes a las ventas del período y recogen las correspondientes a su pedido.

Figura 1. Pasos a seguir en cada periodo de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

Posteriormente, se inicia el siguiente período, comenzando de nuevo el ciclo. Además de estos pasos, en los períodos múltiples de tres, comenzando en el sexto, los participantes pueden negociar entre ellos la compra-venta de mercancía, pudiendo disponer solo de la que se tiene en bodega. El procedimiento se lleva a cabo antes del paso 1 y se desarrolla así:

- Se designa un representante por equipo.
- Se debaten al interior de cada equipo sus propuestas.
- Los representantes se reúnen entre sí y con el coordinador para negociar la mercancía.
- El coordinador diligencia el “Formato de compra-venta y cambio de políticas”, escribiendo el valor de la negociación en pesos (\$) en la casilla correspondiente, de tal manera que si la empresa realiza una venta, el valor escrito será positivo, y si realiza una compra, será negativo.

Al final del juego se les solicita a los participantes que sumen las utilidades de cada período (sin incluir las causadas en la etapa

ejemplo), clasificadas por políticas; es decir, se suman las utilidades obtenidas con la política 1, las obtenidas con la política 2 y así sucesivamente. Luego se promedian tales utilidades, obteniendo como resultado la selección de cuál es la política es mejor. Por último, los participantes suman las utilidades totales obtenidas en cada período, sin incluir las causadas en la etapa ejemplo y haciendo los respectivos descuentos y adiciones por cambios de políticas, compras y ventas de mercancía. Al final, gana quien mayores utilidades haya obtenido (véase la tabla 1).

**Tabla 1. Pasos para el desarrollo de la lúdica**

Pasos	Responsable	Descripción	Tiempo (min)
Explicación general de la lúdica	Coordinador	Se explica en qué consiste la lúdica, sus objetivos y cada uno de los formatos que se utilizarán en su desarrollo	15
Desarrollo de la etapa ejemplo	Coordinador, participantes	Se juegan tres períodos a manera de introducción para familiarizarse con la dinámica de la lúdica	15
Desarrollo de los períodos de la lúdica	Coordinador, participantes	Se juegan quince períodos de la lúdica	60
Cálculos finales	Coordinador, participantes	Se hacen los cálculos correspondientes al final del juego, determinando el ganador de este	10
Conclusiones	Coordinador	A partir de los resultados obtenidos en la lúdica se exponen las conclusiones del ejercicio	10
Preguntas	Coordinador, participantes, público	Los participantes y el público le expresan sus dudas al coordinador	10

Fuente: elaboración propia.

## 8. Referencias

- [1] Prawda, J. (2004). *Métodos y modelos de investigación de operaciones*. México: Li
- [2] Law, A. M. y Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis* (3 ed). New York: McGraw-Hill.

## 9. Bibliografía complementaria

- Coss Bu, R. (2003). *Simulación: un enfoque práctico*. México: Limusa.
- Hillier, F., y Lieberman, G. (2001). *Introducción a la investigación de operaciones* (7<sup>a</sup> ed.). Nueva York: McGraw-Hill

## 10. Anexos. Formatos utilizados en el desarrollo de la lúdica

### Anexo 1. Probabilidad de ocurrencia de la demanda diaria

Demanda diaria de calzado (pares)	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad acumulada	Resultado de los dados	Demanda diaria de calzado (pares)
100	0,10	0,10	00 - 09	100
300	0,25	0,35	10 - 34	300
500	0,30	0,65	35 - 64	500
700	0,25	0,90	65 - 89	700
900	0,10	1,00	90 - 99	900

### Anexo 2. Probabilidad de ocurrencia del tiempo de aprovisionamiento

Tiempo Aprovisionamiento (días)	Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad acumulada	Resultado de los dados	Tiempo Aprovisionamiento (días)
1	0,4	0,40	00 - 39	1
2	0,3	0,70	40 - 69	2
3	0,2	0,90	70 - 89	3
4	0,1	1,00	90 - 99	4



### Anexo 3. Formato para solicitud de los pedidos

Nombre del grupo \_\_\_\_\_

Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(1)	(2)	(3)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(4)	(5)	(6)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(7)	(8)	(9)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(10)	(11)	(12)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(13)	(14)	(15)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(16)	(17)	(18)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(19)	(20)	(21)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(22)	(23)	(24)
Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar	Pares de zapatos para ordenar
(25)	(26)	(27)

Anexo 4. Formato de compra-venta y cambio de políticas

Período	Equipo				
	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

Período	Equipo				
	1	2	3	4	5
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

## Anexo 5. Formato para diligenciar los inventarios y costos

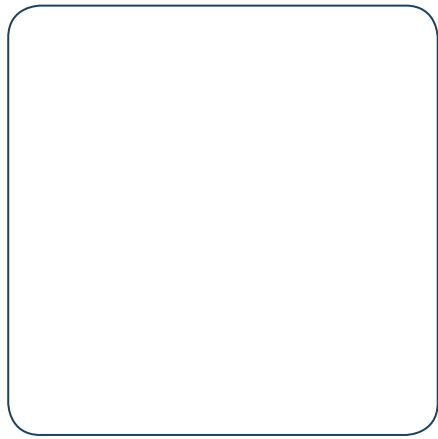
Nombre del grupo de zapatos para ordenar \_\_\_\_\_

Periodo	Pares de zapatos a ordenar	Pares de zapatos que llegan	Inventario Inicial	Demanda	Ventas	Inventario Final	Pares faltantes	Ingresos por ventas	Costos de compra	Costo de ordenar	Costo de mantener	Costo por faltantes	Utilidad del periodo	Política utilizada
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														

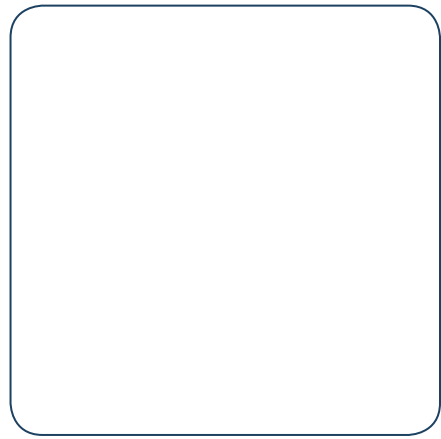
Precio de venta unitario	\$30/par	Costo de ordenar	\$200/orden
Costo de compra unitario	\$20/par	Costo de mantener	\$1/par/día
Costo cambio de política	\$500/cambio	Costo por faltantes	\$2/par/día

TOTAL

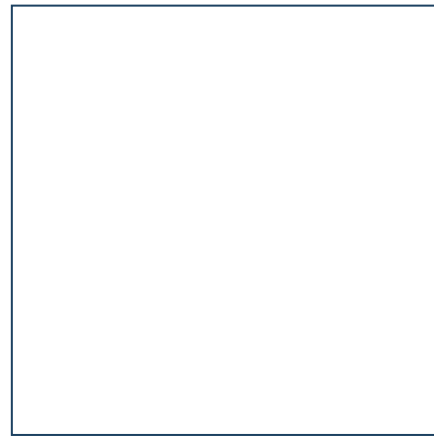
Anexo 6. Formato bodega



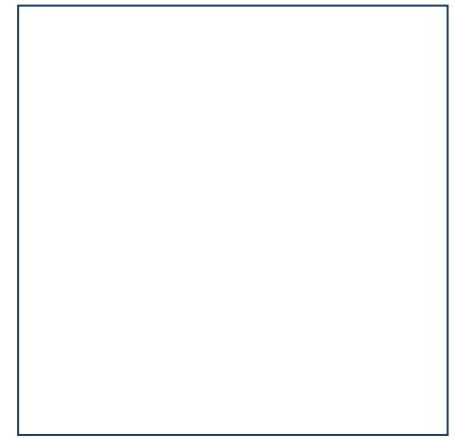
**4**



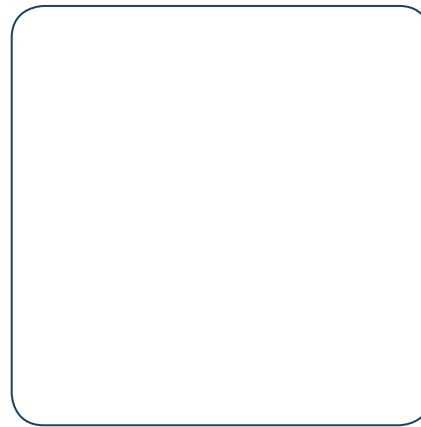
**3**



**2**



**1**



**Bodega**

# Caótica

Daniel Torres Henao\*  
Camilo Montoya Zapata\*\*

Universidad de Antioquia

## Introducción

La organización empresarial es un campo de gran relevancia para la ingeniería industrial, ya que una buena estructura ayuda al cumplimiento de los objetivos trazados en las organizaciones, además es importante conocer los diferentes tipos de esquemas laborales que existen, sus características, ventajas y desventajas a la hora de su aplicación.

Dicha lúdica toma uno de estos esquemas (departamentalización) con el fin de mostrar la importancia que tiene la comunicación en todos ellos (enfoque por objetivos, centralización, descentralización o gestión por procesos) para ayudar a cumplir las metas a corto, mediano y largo plazo.

Con tal fin se creó Caótica, una empresa líder en el mercado automotor que participa en el territorio nacional e internacional. Actualmente, funciona bajo un enfoque por objetivos, en el cual cada departamento (finanzas, calidad, producción, ventas, almacén) se centra únicamente en desarrollar sus funciones.

Cada departamento toma las decisiones que crea convenientes para lograr los objetivos planteados en su correspondiente esquema de trabajo, ninguno conoce las metas que tienen los otros, lo cual lleva a que tomen decisiones que se basan únicamente en el beneficio individual.

Al final de la lúdica, los estudiantes logran identificar con facilidad que una excelente comunicación es importante tanto dentro de una organización como fuera de ella, además plantean maneras de mejorar los canales de comunicación organizacionales, en este punto se aclaran las diferentes características de cada uno de los modelos y se identifican las modificaciones que se le deberían hacer a la empresa para mejorar su funcionamiento.

---

\* Correo electrónico:  
[dantor9007@gmail.com](mailto:dantor9007@gmail.com)

\*\* Correo electrónico:  
[camilomontoyazapata@gmail.com](mailto:camilomontoyazapata@gmail.com)

## 1. Objetivo general

Evidenciar la necesidad de establecer canales de comunicación eficientes entre los diferentes departamentos de una empresa.

## 2. Objetivos específicos

- Plantear modelos empresariales de organización que mejoren el utilizado en la lúdica.
- Mostrar las fortalezas y debilidades de un enfoque empresarial por objetivos.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Identificar la importancia de la buena comunicación empresarial.

## 3. Marco teórico

La administración por objetivos surge como método para evaluar y controlar el desempeño de áreas y organizaciones de crecimiento rápido. La respuesta de los niveles medios e inferiores de las organizaciones a

ese criterio fue de descontento, lo que conllevó a desmejorar el clima laboral; en este punto comenzaron a surgir diferentes propuestas, entre las cuales se pueden mencionar la descentralización de los procesos y la administración por resultados.

Otra alternativa para solucionar la implementación de este tipo de administración fue descentralizar las decisiones y fijar objetivos para cada departamento; es decir, cada cual escogería de qué manera alcanzaría resultados para cumplir diferentes objetivos y también crearía los servicios necesarios para alcanzar dichos objetivos, lo cual fortaleció la posición de autoridad de cada jefe operativo.



## 4. Departamentalización por función empresarial

Este esquema se caracteriza por diferenciar en tres aspectos las funciones de una empresa: producir, vender y financiar. De aquí que se agrupen todas las tareas y funciones principales en cumplir los objetivos de producción, ventas y finanzas. Este modelo de organización tiene varias características, la principal es la múltiple terminología aceptada por las empresas, además, todas las divisiones organizacionales optan por denominar de diferente manera los mismos procesos y, por último, la coordinación de las actividades se basa en el seguimiento de reglas y procedimientos.

A la hora de hablar de algunas ventajas de este tipo de organización se puede mencionar la facilidad que permite formar equipos de especialistas bajo una jefatura única, lo que garantiza las habilidades técnicas de las personas y las enfoca en las principales funciones de la empresa.

## 5. Gestión por procesos

Por otro lado, se puede caer en la disminución del interés en cumplir los objetivos generales de la empresa y la responsabilidad de las utilidades recae únicamente sobre la autoridad máxima.

Aunque hoy en día las organizaciones siguen utilizando esquemas de departamentalización en los que se suelen olvidar los objetivos de la empresa y se le da más importancia a los objetivos de cada departamento, se ha comenzado a cambiar la orientación empresarial, de tal manera que se fortalezca su funcionamiento y se afiancen las relaciones entre los diferentes departamentos para darle importancia a todos los procesos que se llevan a cabo en las compañías, y se deja atrás la rivalidad que podría existir entre los diferentes departamentos, esta orientación se denomina enfoque o gestión por procesos.

Las organizaciones deben adoptar una estructura que permita cumplir con la misión y la visión que se han establecido. La implementación de la gestión de procesos se ha revelado como una de las herramientas de mejora más efectivas de la gestión para todos los tipos de organizaciones que buscan cumplir sus objetivos [1].

El éxito de toda organización depende, cada vez más, de que sus procesos estén alineados con sus estrategias, su misión y sus objetivos. Detrás del cumplimiento de objetivos se encuentra la realización de un conjunto de actividades que a su vez forman parte de un proceso. Por ello, el principal punto de análisis en la organización lo constituye, precisamente, la gestión basada en los procesos que la integran. De ahí que el enfoque de procesos sea hoy una herramienta tan poderosa por su capacidad de contribuir de forma sostenida a los resultados, siempre que la organización diseñe y estructure sus procesos pensando en sus clientes [2], [3].

## 6. Materiales

Para la ejecución de la lúdica Caótica se necesitan los siguientes materiales:

- Doce mesas (suministradas por el grupo organizador).
- Cien automóviles de juguete<sup>1</sup> de diferente color (rojo, amarillo, verde, azul).
- Siete dados (cinco de color *beige* y dos de color rojo o azul).
- Una bandera azul.
- Cinco contenedores<sup>2</sup>.
- Guía para cada departamento (material impreso).
- Lapiceros.

---

1 Los automóviles en esta lúdica son carros de juguete que puedan ser transportados fácilmente.

2 Los contenedores son recipientes de dimensiones 20 x 20 x 20 cm, las cuales no tienen que ser exactas, simplemente es para dar una idea de su magnitud.

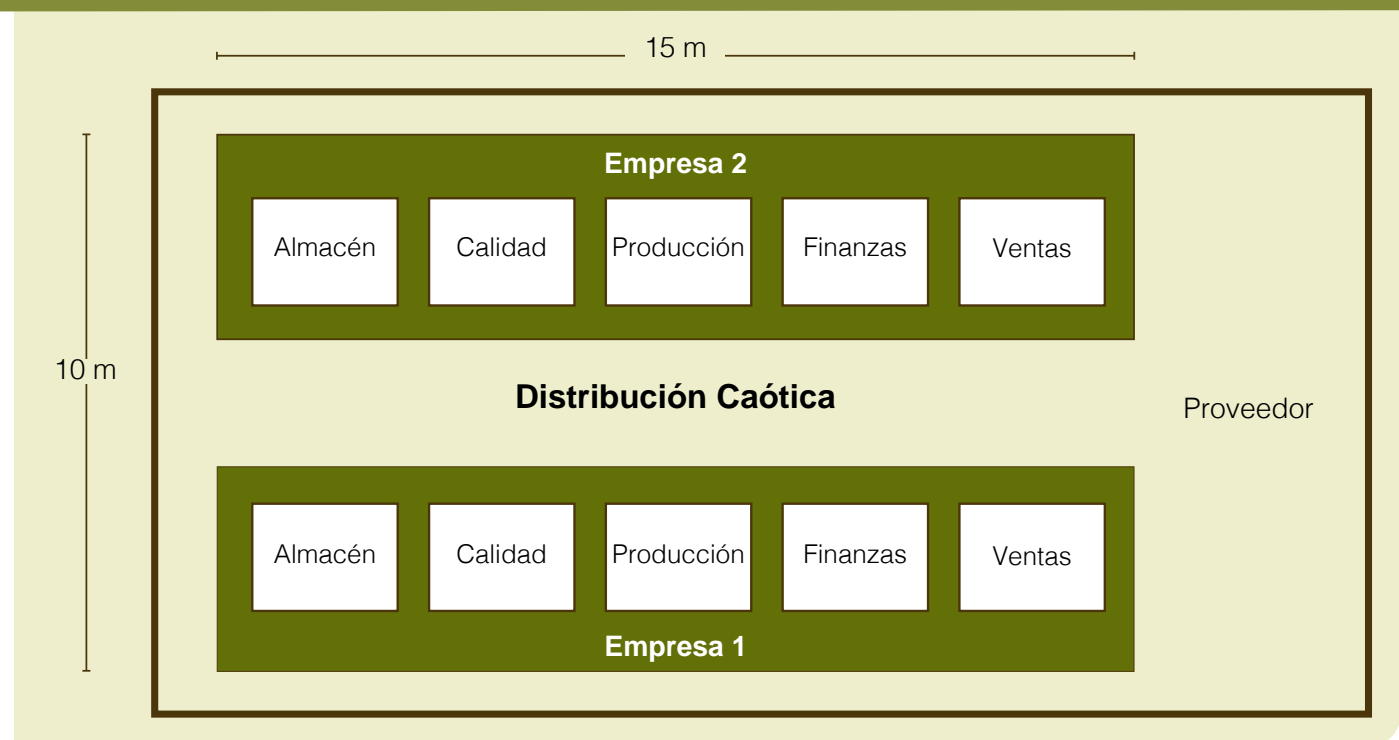
## 7. Participantes y duración

- Mínimo veinticinco personas
- Dos horas, aproximadamente

## 8. Espacio requerido

Se necesita un recinto cerrado con capacidad para instalar por lo menos a veinticinco personas. Las empresas se distribuirán en línea recta en el salón designado; se utilizarán cinco mesas para cada una de ellas, en las cuales deben ubicarse por lo menos dos personas por mesa, el proveedor estará situado como lo indica la figura 1. Por su parte, los departamentos se deben distribuir en el siguiente orden: Ventas, luego Finanzas, después Producción, a continuación Calidad y, por último, Almacén.

Figura 1. Distribución



Fuente: elaboración propia.



## 9. Desarrollo de la lúdica

Caótica es una actividad lúdico–académica que simula la competencia entre dos empresas del sector automotor dedicadas a ensamblar automóviles; el objetivo para las empresas es generar el mayor rendimiento para el inversionista.

Cada empresa estará constituida por cinco departamentos: Ventas, Finanzas, Producción, Calidad y Almacén; cada departamento tendrá un objetivo específico que deberá cumplir al tomar decisiones acertadas, según las instrucciones indicadas en la guía correspondiente a su departamento.

En esta actividad se busca evidenciar los problemas de comunicación existentes en las empresas, para esto se establece la norma de que, durante la lúdica, no se puede hablar de forma normal, sino que cada departamento tendrá una vocal asignada; por ejemplo, al departamento de Ventas se le asigna la letra “a”, si los integrantes del departamento de Ventas quieren comunicar al departamento de Finanzas: “Buenos días, el pronóstico de

las ventas está listo”, deben hacerlo de la siguiente forma: “baanas daas, al pranastaca da las vantas astá lasta”; esta norma es de obligatorio cumplimiento para todos los departamentos, según su respectiva vocal.

Los departamentos tendrán asignados un formato privado y varios formatos de comunicación en los que registrarán y transmitirán la información a los departamentos con los cuales hay un flujo de comunicación.

Las dos empresas se distribuirán en línea recta y cada departamento se ordenará, como ya se mencionó, de la siguiente manera: primero Ventas, seguido de Finanzas, Producción, Calidad y, por último, Almacén, al final de la línea se encontrará el cliente; las dos empresas tendrán en común un proveedor, que se ubicará al inicio de la línea para abastecer las demandas de autopartes.

La lúdica empieza con la decisión del departamento de Ventas sobre cuántos automóviles producir en este período, la decisión tomada se basará en la demanda histórica de

la empresa, esta información será llevada al departamento de Finanzas, el cual escogerá la cantidad y la calidad<sup>3</sup> de las autopartes que debe pedir al proveedor; el departamento de Finanzas se comunicará con el proveedor para hacer el pedido y hacerlo efectivo. El proveedor llevará el pedido de autopartes al departamento de Producción, que debe empezar a producir lo más pronto posible.

Luego de que los automóviles estén ensamblados se depositarán en un recipiente y se levantará una bandera azul para indicarle al departamento de Calidad que el pedido está listo. Los automóviles se deben llevar al departamento de Calidad, donde se realizará una inspección de los requerimientos, calificarán el automóvil según su calidad (colores) y determinarán qué automóviles serán para la venta nacional e internacional.

3 La calidad está determinada por los siguientes colores: rojo, amarillo, verde, azul; el color rojo es el de menor calidad, y azul, el de mayor.

Enseguida se transportarán los automóviles al departamento de Almacén, aquí el cliente determinará cuántos automóviles comprar (ya sea para la venta internacional<sup>4</sup> o nacional);<sup>5</sup>) la demanda de los automóviles estará dada por el lanzamiento de unos dados.

Durante el desarrollo del proceso anteriormente descrito, cada departamento deberá tomar decisiones. El departamento de Ventas tendrá las posibilidades de decidir si invierte en publicidad, esto traerá consecuencias en la definición de la demanda, pues según el tipo de publicidad adoptada, se agregará o quitará un dado a la hora de definir el número de carros que se va a comprar; este departamento también tendrá la tarea de calcular los ingresos por ventas cuando se efectúe la compra de automóviles, este dato es de vital importancia para saber el estado financiero de la empre-

4 Las ventas internacionales estarán regidas por dados distintivos de color rojo o azul.

5 Las ventas nacionales estarán regidas por dados de color *beige* (color común).

sa, por eso el departamento de Ventas debe informar al departamento de Finanzas los ingresos por ventas.

El departamento de Producción se encargará de ensamblar los automóviles, los colaboradores serán capacitados el inicio de la actividad. Por su parte, el departamento de Calidad inspeccionará la producción al calificar cada automóvil por la cantidad de piezas de determinado color, cada color tiene una puntuación. Los automóviles con una puntuación mayor a 10 serán utilizados para satisfacer la demanda del mercado internacional y los inferiores a este nivel se destinarán al mercado nacional. Es importante tener claridad con respecto a que los carros de calidad de exportación pueden ser vendidos en ambos mercados, mientras que los carros destinados para mercado nacional no se pueden vender en el mercado internacional.

El departamento de Almacén tendrá la tarea de calcular y registrar el costo de inventario. Al final, el departamento de Finanzas

deberá dar el balance de la empresa y así determinar el ganador.

Cuando finaliza la actividad lúdica, se socializan las estrategias que utilizó cada departamento para tomar las decisiones, después se socializan las recomendaciones de cada departamento para mejorar la comunicación; en esta última parte se hace una retroalimentación del significado que tiene el hablar con una vocal diferente y se mencionan las ventajas y desventajas que tiene la organización departamentalizada y por objetivos.

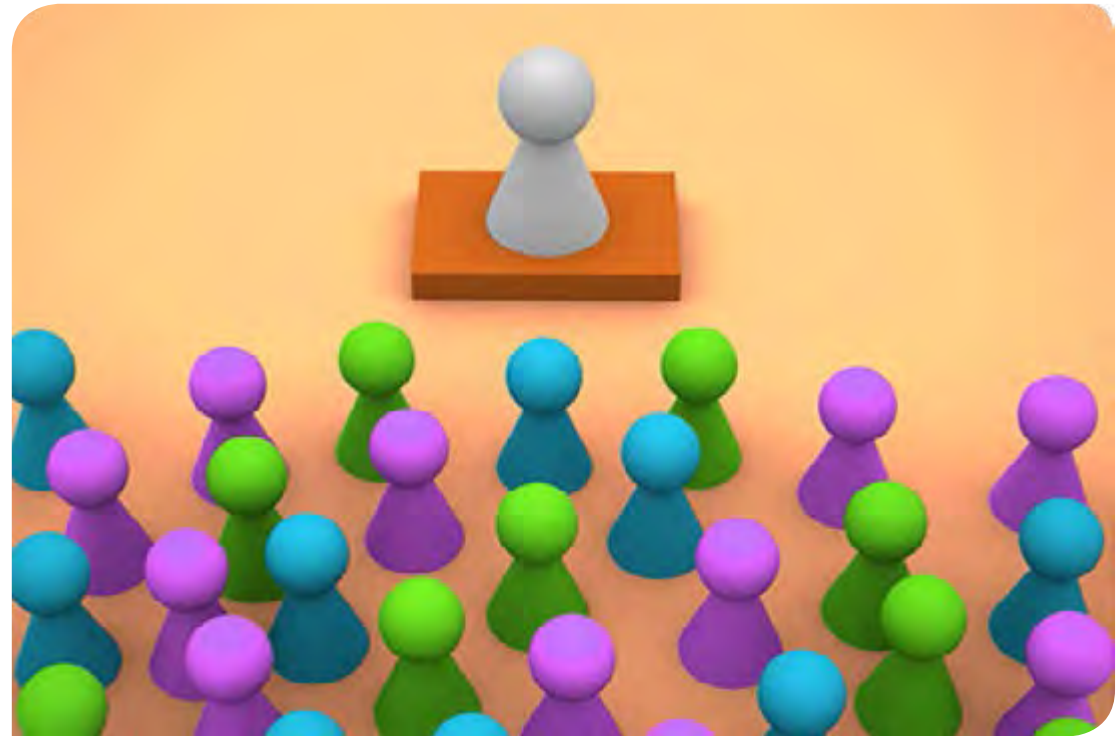


## 10. Referencias

- [1] Ministerio de Fomento. (2005). *La gestión por procesos, capítulo 4*. S. d.
- [2] Pérez Fernández de Velasco, J.A. (2009). *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC.
- [3] Zaratiegui, J. R. (1999). La gestión por procesos: su papel e importancia en la empresa. *Economía Industrial*, VI(330), 81-88.

## 11. Bibliografía complementaria

- Instituto Andaluz de Tecnología. (2010). *Guía para una gestión basada en procesos*. Andalucía: Bereskintza.
- International Organization for Standardization (ISO). (2000). *Norma Internacional 9001:2000. Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos*. Ginebra: ISO.
- Universidad del Valle. (junio, 2009). Gestión por procesos en la Universidad del Valle. Recuperado de [http://procesos.univalle.edu.co/documentos/CAPACITACION/Cartilla\\_capacitacion\\_procesos.pdf](http://procesos.univalle.edu.co/documentos/CAPACITACION/Cartilla_capacitacion_procesos.pdf)



# El estrategia del mercado

Milena Fernanda Sierra  
Jesús Andrés Hoyos Morales  
Edna R. Guzmán Mayorquín

Universidad Central

## Introducción

**L**a lúdica “El estrategia del mercado” es una forma didáctica en la que cada uno de los participantes adquiere conocimientos respecto a la dinámica del mercado y la interacción de las fuerzas que lo componen, que refleja la aplicación de los diferentes determinantes que surgen, tanto de la demanda como de la oferta, por los cambios que se producen en estos; además, les permite generar destrezas para sobrellevar estos cambios en cada una de las empresas planteadas en el desarrollo de la lúdica.



## 1. Objetivo general

Desarrollar habilidades y estrategias de aprendizaje activo que brinden a los participantes diversos conocimientos en el ámbito microeconómico, para que sirvan de apoyo en la toma de decisiones individuales y empresariales.

## 2. Objetivos específicos

- Promover herramientas de apoyo pedagógico que sean significativas para que los participantes obtengan conocimientos claros, útiles y de fácil comprensión.
- Desarrollar fortalezas de análisis y toma de decisiones frente a los cambios que pueden ocurrir en el mercado.
- Entender la dinámica del mercado para que el participante optimice su toma de decisiones.

- Promover el análisis microeconómico como una herramienta eficaz para el progreso de las empresas colombianas.
- Promover la importancia de la calidad para el desarrollo de la empresa.
- Concienciar al participante de las externalidades negativas que pueden generar las diferentes organizaciones y la justificación del impuesto que cobra el Estado para equilibrar el medio ambiente.
- Promover el emprendimiento y la innovación en la creación o mejora de empresas, bienes y servicios.

## 3. Materiales

- Formatos (banco, certificados de calidad, certificado de tecnología ecológica).
- Seis pliegos de papel periódico.

- Seis cajas de plastilina.
- Marcadores.
- Fichas con equivalencia en dinero, insumos, mano de obra y calidad.
- Computador.
- Videoprojector.
- Archivos magnéticos (diapositivas y video).

Nota: las cantidades empleadas dependen del número de grupos que participen.

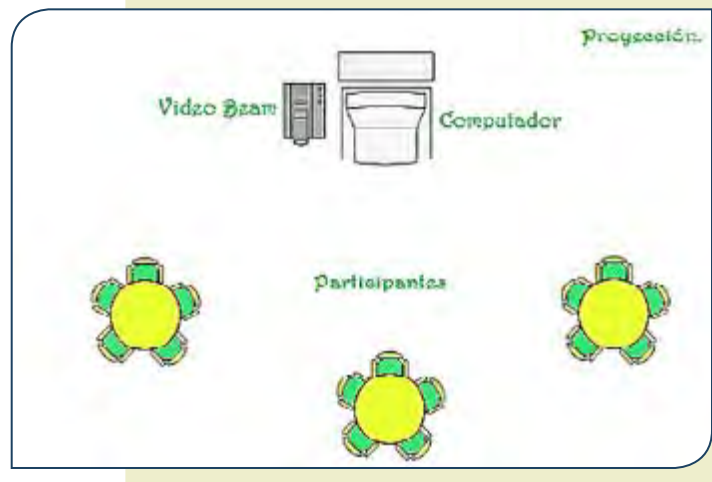
## 4. Participantes y duración

- La cantidad de estudiantes mínima es catorce para crear las tres empresas de cuatro personas, y dos personas más para el banco de insumos.
- Duración aproximada: dos horas.

## 5. Distribución

Los grupos compuestos por los participantes se ubicarán en mesas distribuidas como lo muestra la figura 1.

**Figura 1. Ubicación de los participantes para el desarrollo de la actividad**



## 6. Desarrollo de la lúdica

1. Los integrantes de cada grupo definen las empresas en función de las expectativas de cada uno de ellos y las exigencias

del juego; además, todos deben estar empleados, ya que ninguno podrá comprar nada sin fichas. Cada empresa empieza con treinta fichas, y los cargos o roles serán definidos al azar al escoger un papel dentro de una bolsa.

2. Posteriormente, se muestra el video sobre innovación, creatividad, calidad y tecnología ecológica.
3. Con base en el video se crea el producto con los materiales ya entregados, papel periódico, plastilina y marcadores.
4. Se publica el salario mínimo de cada empleado:

- Jefe: cuatro monedas.
- Vendedor: tres monedas.
- Operario: dos monedas.

5. Cada diez minutos se hace girar la ruleta (dado), que simulará lo que sucede en el mercado (ya sean sucesos relacionados con la oferta o la de-

manda), y desde ese momento se aplica lo que esta depare; la duración de la decisión es de diez minutos consecutivos.

6. Cada empresa debe manejar el tiempo, pero se deben utilizar máximo cuatro minutos para la producción (compra de insumos y mano de obra), también para el pago de salarios, y lo demás es para vender y comprar insumos, ya que después de los dos minutos, todos los operarios y el jefe deben salir a comprar; sin embargo, es necesario que se quede al menos un vendedor.

Como bien se sabe, el salario mínimo de un operario es muy bajo, y como la unión hace la fuerza, algunos operarios pueden unirse para crear una nueva empresa, con la condición de pagar cinco fichas al banco de insumos para poder crearla y para que esa nueva empresa forme parte del

mercado, ya sea como bien sustituto o como bien complementario.

Además, quien maneja el dinero es el jefe y es él quien decide si paga más del salario mínimo o no (pero cuando decida aumentarle a un cargo, también debe incrementar el salario de los demás).

- **La calidad.** El banco de insumos otorga certificados de calidad, cada uno con el valor de tres monedas. Hay que tener en cuenta que estos se expiden si la empresa cumple con la reglamentación, es decir, si paga el salario de manera correcta en los tiempos estimados; además, cada producto debe tener la ficha de calidad cuyo valor es de 1. Esta reglamentación muestra la aplicación de las Normas ISO, *Bureau Veritas*, entre otras, que indican la calidad de una empresa, de un proceso o de los servicios que se ofrecen.

- **Los impuestos.** Cada empresa debe pagar un impuesto de medio ambiente por la contaminación que genera durante su proceso productivo; este impuesto es de dos fichas y se paga cada dos momentos.
- **Tecnología ecológica.** La tecnología ecológica es una de las medidas que se ha impuesto en la actualidad para que las empresas disminuyan la contaminación. La implementación de esta tecnología tiene grandes beneficios económicos y operacionales, como la



eficiencia de los procesos, que genera una mayor rentabilidad. En el caso de esta lúdica, cada empresa paga cinco fichas por obtener dicha tecnología. La empresa que la adquiriera queda exenta del aumento de impuestos que genera la ruleta (dado), que muestra y ejemplifica la dinámica del mercado.

- **La publicidad.** Cada empresa tendrá dos pliegos de papel periódico para la publicidad, cantidad máxima de papel que se utilizará para esto en todo el juego.
- **Precio de los productos.** El costo de cada ficha (mano de obra, insumos, calidad) es de una moneda, por tanto, el precio máximo de cada producto terminado es el doble del costo de las fichas; sin embargo, este puede ser menor con el fin de generar competencia entre las empresas.
- **Crédito.** El banco de insumos presta máximo diez fichas con un interés del 10% cada cinco minutos, es decir, una ficha más (si piden las diez fichas) por cada período de tiempo.

El juego termina cuando alguna de las empresas quede ilíquida o sin personal. La empresa ganadora es la que tenga el certificado de calidad y en la que cada uno de sus empleados tenga por lo menos un bien de cada empresa.

## 7. Funciones de los participantes (roles)

En “El estrategia del mercado”, cada uno de los participantes está encargado de representar una parte del mercado y, posteriormente, debe realizar un análisis de la interacción del mercado con los cambios de los determinantes.

Los roles son:

- **Administrador (banco):** esta persona se encarga de hacer los préstamos a las empresas y es la responsable de entregar los certificados de calidad (estos se entregan con tres fichas cuando la empresa cumple con los requerimientos) y de tecnología ecológica (esta se adquiere con cinco fichas).
- **Jefe:** es el encargado de dirigir la empresa, fijar los salarios, hacer las inversiones y compras que crea convenientes para llevar su empresa al éxito y decidir qué tipo de acciones tomar para cada cambio en el mercado. El jefe, como los demás integrantes de la empresa, debe comprar diferentes productos (de las otras empresas del mercado).

- **Vendedor:** es quien se encarga de vender el producto de su empresa y de crear la estrategia de venta (*marketing* y publicidad); tendrá un tiempo para llevar a cabo la compra de los diferentes productos que hay en el mercado.
- **Operario:** es la persona encargada de la elaboración del producto; es decir, es quien compra la materia prima y contrata la mano de obra; también tiene un tiempo disponible para la compra de los diferentes productos.

**Nota:** estos roles pueden variar, por ejemplo, si un operario o un vendedor deciden crear una nueva empresa, pasarían a ser jefes; este intercambio de roles se puede hacer siempre y cuando tengan un mínimo de cuatro personas, paguen cinco fichas al banco de insumos y el producto que ofrecen sea complementario o sustituto de alguno de los bienes que ya se encuentren en el mercado.

## 8. Conceptos básicos

**Producción limpia:** es un método vital para que las empresas lo incorporen a sus procesos productivos y contribuyan a evitar el deterioro del medio ambiente; de esta manera, generan ahorros en materia prima, insumos y energía, con lo cual mejoran la competitividad y garantizan su viabilidad económica<sup>1</sup>.

**Mercado:** “Interacción entre vendedores y compradores, donde se fija un precio y una cantidad de equilibrio; aunque en el pasado este término podía referirse a un lugar físico, hoy el término implica un concepto más abstracto; actualmente, se refiere al mercado geográfico”<sup>2</sup>.

- 1 Producción limpia, definición. Recuperado de <http://ambientelaboral.com/medio-ambiente/produccion-limpia/>
- 2 Mercado, definición. Recuperado de <http://www.portalplanetasedna.com.ar/economia9.html>



**Oferta:** “La oferta es la cantidad de productos o servicios ofrecidos en el mercado, la cual nos refleja el comportamiento del productor”<sup>3</sup>.

**Ley de la oferta:** “En la oferta, ante un aumento del precio, aumenta la cantidad ofrecida”<sup>4</sup>.



3 Oferta, definición. Recuperado de <http://www.economia.ws/oferta-y-demanda.php>

4 Oferta, definición. Recuperado de <http://www.economia.ws/oferta-y-demanda.php>

## 8.1 Determinantes de la oferta

**Costos de producción:** se considera costo de producción aquello que se paga por los factores productivos o insumos utilizados dentro del proceso productivo.

**Tecnología:** es un factor que contribuye a disminuir los costos de producción. Esta relación entre costo y tecnología puede generar un incremento en la oferta a largo plazo, mientras que a corto plazo genera un aumento en los costos de producción y una disminución en la oferta.

**Impuestos directos:** son aquellos impuestos que se generan dentro del proceso productivo y son implementados por el Gobierno. Al aumentar los impuestos directos aumentan los costos de producción, lo que fomenta la disminución en la oferta, mientras que si disminuyen los impuestos directos, disminuyen los costos de producción y aumenta la oferta.

**Expectativas:** al ser la expectativa la esperanza o posibilidad de conseguir una cosa, se tiene la expectativa respecto a que el precio suba en un futuro y supone un aumento en la oferta actual.

**Demanda:** “La demanda refleja el comportamiento del consumidor frente a la adquisición de un bien y/o servicio en el mercado”<sup>5</sup>.

## 8.2 Determinantes de la demanda

**Precio del bien:** cuanto mayor sea el precio del bien, menor será la cantidad demandada, que se relaciona negativamente con el precio. Este es el único determinante que genera movilidad en la curva de la demanda.

**Ingreso real:** el ingreso real refleja el poder adquisitivo del ingreso nominal; es decir,

5 Demanda, definición. Recuperado de <http://www.economia.ws/oferta-y-demanda.php>

## 9. Bibliografía

cuántos bienes o servicios se pueden adquirir con el ingreso nominal.

**Bienes relacionados:** este término se refiere a cualquier tipo de bien para el cual un cambio del precio causará un cambio en la demanda de otros bienes. Por ejemplo: se tienen dos bienes  $y$ , si el precio del primero disminuye, el precio del segundo permanece invariable y disminuye la cantidad demandada del segundo bien (disminuye el precio de  $x$ , disminuye la demanda del bien  $y$ ). En este caso los bienes se denominan sustitutos (satisfacen la misma necesidad con la misma intensidad), mientras que en el caso de los bienes complementarios se da la situación inversa; es decir, si hay una disminución en el precio del primer bien se producirá un aumento en la cantidad demandada del segundo bien (disminuye el precio de  $x$ , aumenta la demanda del bien  $y$ ).

**Gustos y preferencias:** para este determinante se diferencia el concepto de “gusto” con el de “preferencias”. Los gustos hacen referencia a productos genéricos (tenis, pantalones, entre otros), mientras las preferencias son las marcas específicas de los productos genéricos (Nike, Adidas, entre otras).

La demanda está influida por la moda, la publicidad y la imitación; es decir, cuando se pone de moda un estilo de pantalón (como bota recta, etc.), la demanda de este tipo de pantalón aumenta; pero si por el contrario la moda cambiara y ahora los pantalones que están de moda son los bota campana, la demanda de estos aumenta y la de los de bota recta empieza a disminuir, esto se debe a que las personas empiezan a sentir un mayor gusto por los pantalones de moda, lo que aumenta su demanda.

Economía Web Site. Recuperado de <http://www.economia.ws/oferta-y-demanda.php>

Freire, J., y González, F. (2009). Conceptos básicos de la economía (cap. I). En *Tráfico marítimo y economía global* (pp. 6-12). España: Netiblo.

Zorrilla, S. (2004). *Cómo aprender economía: conceptos básicos*. México: Limusa.

# Elpp@renacimiento\*

## Introducción

**E**n el mundo real, los problemas son múltiples y variados; por el contrario, los recursos para solucionarlos son escasos. La gestión financiera es una disciplina que aporta criterios que facilitan la toma de decisiones, al permitir sopesar las distintas alternativas disponibles para afrontar una situación problemática. La carencia de recursos es una de las limitaciones a las que se enfrenta normalmente una empresa; sin embargo, esto no implica que la organización no pueda superar una situación crítica y, por consiguiente, lograr una mejor posición financiera y operativa.

Los indicadores, o razones financieras, le sirven tanto al inversionista como a la administración para anticipar las condiciones futuras y como punto de partida para la planeación de

aquellas operaciones que han de influir en el curso futuro de la organización.

Basada en lo anterior, esta lúdica muestra un entorno competitivo en el cual una empresa distribuidora de computadores lucha por sobrevivir a una situación crítica de iliquidez que, de continuar, la llevaría a la bancarrota, por esto es urgente establecer medidas que mejoren el desempeño operativo y financiero de la organización. También la lúdica pretende facilitar el aprendizaje y la comprensión de temáticas y conceptos de gestión financiera, entre ellos los indicadores de gestión, el análisis financiero, los estados financieros, así como el análisis horizontal y vertical de los estados financieros.

---

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba y miembros del Equipo Creativo para el Estudio y Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eccia).

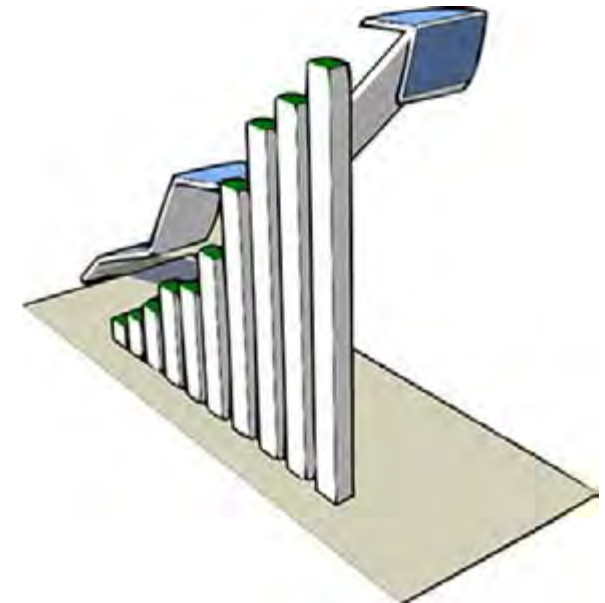
Jean F. González Casillas\*\*

Aura M. Jalal Osorio\*\*\*

María F. Ramos Márquez\*\*\*\*

Manuel J. Soto De la vega\*\*\*\*\*

Universidad de Córdoba



\*\* Correo electrónico:  
[jotafred1904@gmail.com](mailto:jotafred1904@gmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[auramariajalal@hotmail.com](mailto:auramariajalal@hotmail.com)

\*\*\*\* Correo electrónico:  
[mf\\_ramos91@hotmail.com](mailto:mf_ramos91@hotmail.com)

\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[manuel.s23@hotmail.com](mailto:manuel.s23@hotmail.com)

## 1. Objetivo general

Adquirir o afianzar los conceptos y el conocimiento de jugadores y espectadores en temáticas relacionadas con gestión financiera.

## 2. Objetivos específicos

- Destacar la importancia de los indicadores financieros en la administración de las organizaciones.
- Fortalecer en los participantes su habilidad para tomar decisiones relacionadas con la gestión financiera.
- Demostrar la utilidad de la información que se puede obtener de la interpretación de los indicadores financieros y la importancia de interpretarlos correctamente.

## 3. Marco teórico

Los estados financieros contienen un desglose mensual de los ingresos que se obtuvieron antes y después de los impuestos; también muestran las deducciones, lo que permite tener en cuenta los gastos que se deben considerar en el sistema contable para reportar correctamente el pago de impuestos. Entre los principales estados financieros tenemos **el balance general y el estado de resultados**.

El balance general es un resumen, a una fecha determinada, de todo lo que tiene la empresa (representado en los activos) y lo que debe (representado en los pasivos), como también de lo que realmente le pertenece a su propietario (representado en el patrimonio).

Por su parte, el estado de resultados consiste en una serie de pasos: el costo de los bienes vendidos es deducido de las ventas netas para determinar el subtotal de utilidad bruta; los gastos de operación se deducen para obtener un subtotal llamado “utilidad operacional” (o utilidad de operaciones); y se

considera el gasto de impuesto sobre la renta y otros renglones “no operacionales” para llegar a la utilidad neta [1].

El análisis financiero es el estudio efectuado a los estados financieros de un ente económico con el propósito de evaluar su desempeño financiero y operacional, así como para contribuir a la toma acertada de decisiones por parte de los administradores,



inversionistas, acreedores y terceros interesados en el ente [2].

El análisis financiero dispone de dos herramientas para interpretar y analizar los estados financieros: una es el análisis horizontal y otra el análisis vertical, que consiste en determinar el peso proporcional (en porcentaje) que tiene cada cuenta dentro del estado financiero analizado, con lo cual se determina la composición y la estructura de los estados financieros.

El análisis vertical de un estado financiero permite identificar con claridad cómo están compuestos los estados contables. Una vez determinada la estructura y composición del estado financiero, se procede a interpretar dicha información. Para esto, cada empresa es un caso particular que se debe evaluar individualmente, pues no existen reglas con las que se pueda generalizar, aunque sí existen pautas que permiten vislumbrar si una determinada situación puede ser negativa o positiva [1].

El análisis horizontal busca determinar **la variación absoluta o relativa** que haya sufrido cada partida de los estados financieros en un período respecto a otro y establecer cuál fue el crecimiento o el decrecimiento de una cuenta en un período determinado; además, es el análisis que permite determinar si el comportamiento de la empresa en un período fue bueno, regular o malo (García, 1999).

Por su parte, las razones o indicadores financieros son el producto de establecer resultados numéricos basados en la relación de dos cifras o cuentas, bien sea del balance general o del estado de pérdidas y ganancias.

Por otro lado, los indicadores de liquidez son las razones financieras que facilitan las herramientas de análisis para establecer el grado de liquidez de una empresa y, por ende, su capacidad de generar efectivo para atender en forma oportuna el pago de las obligaciones contraídas. A continuación, se enuncian los de mayor interés:

- **Capital de trabajo (KT):** representa la totalidad de los activos corrientes con los que cuenta la empresa.
- **Capital de trabajo neto (KTN):** es el margen de seguridad que tiene la empresa para cumplir con sus obligaciones a corto plazo, y mide o evalúa la liquidez necesaria para que el ente continúe funcionando de manera fluida.
- **Razón corriente:** indica cuál es la capacidad de la empresa para enfrentar sus deudas a corto plazo comprometiendo sus activos corrientes. En otras palabras, por cada peso de pasivo corriente cuánto de respaldo tiene en activo corriente; entre más alto sea, menor es el riesgo de no pagar las deudas a corto plazo.
- **Prueba ácida:** capacidad de la empresa para cubrir pasivos a corto plazo en forma inmediata, sin tener que recurrir a la venta de inventarios, pues estos, en algunas circunstancias, pueden ser difíciles de comercializar.
- **Capital de trabajo neto operativo (KTNO):** el capital de trabajo neto operati-

## 4. Materiales

vo es la suma de inventarios y cartera menos las cuentas por pagar; representa la cantidad de deudas a corto plazo reemplazables por los inventarios con los que cuenta la empresa más las cuentas por cobrar.

- **Capital de trabajo operativo (KTO):** el capital de trabajo operativo es aquel recurso a corto plazo con que cuenta la empresa para poder realizar su operación, aquí se encuentran los inventarios y las cuentas por cobrar, al igual que el saldo mínimo de caja, si es una política de la empresa [3].



Para el desarrollo adecuado de la lúdica, es necesario que el organizador del evento suministre los siguientes materiales:

- Computador
- Videoprojector
- Mesa
- Sillas para los participantes y los ponentes

## 5. Participantes y duración

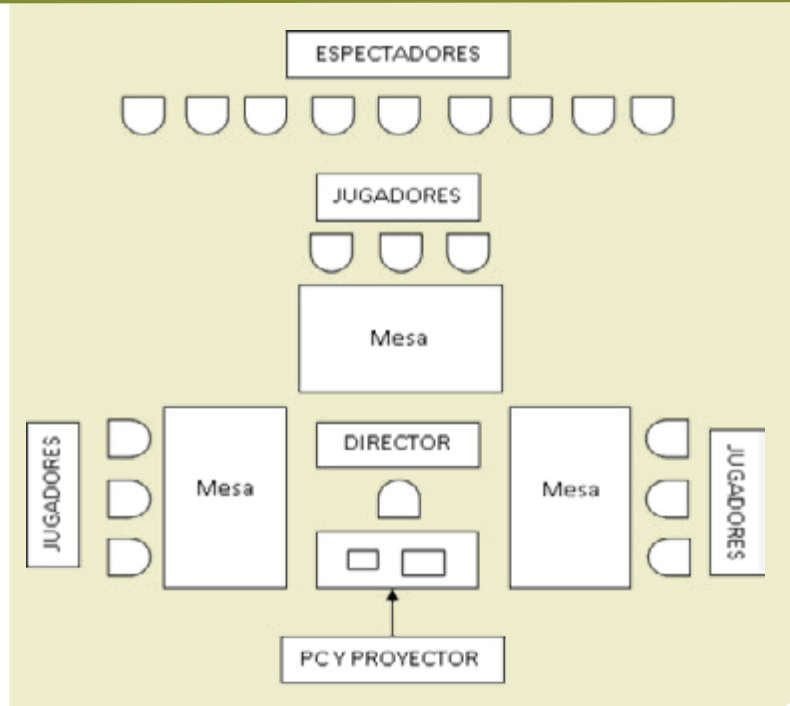
- Los participantes serán distribuidos equitativamente en tres grupos. Para llevar a cabo la lúdica también se requiere un director, que será el encargado de dirigirla, y un anotador que llevará los registros del juego en el software de apoyo (Excel).
- La lúdica tiene un tiempo estimado de hora y media.

## 6. Espacio requerido

Para desarrollar la lúdica, es necesario contar con un salón de clases normal, organizado de la siguiente manera (figura 1):

## 7. Desarrollo de la lúdica

Figura 1. Distribución de los participantes para el desarrollo de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

Los participantes de la lúdica se dividirán en tres grupos de manera equitativa. Los grupos representarán a la empresa ElppA, que se especializa en comercializar computadores; luego, se le presenta a cada grupo la situación financiera de la empresa (la misma para todos los grupos); se les muestra ciertos indicadores importantes, así como el balance general.

De acuerdo con estas condiciones financieras, cada grupo, partiendo desde el mismo punto, deberá tomar ciertas decisiones que guiarán el rumbo de ElppA. Ellos tendrán que tomar determinadas alternativas dentro de las posibles, como: valor de las compras a crédito y de contado que harán, las inversiones en *marketing* que llevarán a cabo para obtener más compradores en el mercado, financiamiento bancario (si es necesario), posible ampliación de la capacidad de almacenamiento, entre otros.

Al final de cada período se le mostrarán a cada empresa los indicadores financieros de liquidez actuales, como capital de trabajo KT, capital de trabajo neto KTN, capital de trabajo operativo KTO, productividad del KTO, productividad del KTNO, razón corriente, entre muchos otros. Nótese que cada período corresponde a una jugada.

Según estos indicadores de liquidez y basándose exclusivamente en ellos, las empresas deberán tomar decisiones para el siguiente período, por lo que es importante para los participantes saber interpretar el significado financiero de cada uno de estos indicadores, analizar su solución y las diferentes alternativas.

## 8. Referencias

Estos pasos se repiten durante un número definido de períodos en los cuales todas las empresas deberán tomar diferentes alternativas para que ElppA alcance una mejor posición operativa y financiera.

Al final de todos los períodos se mostrarán tanto los resultados finales como la empresa que logró los mejores movimientos de acuerdo con los resultados obtenidos en materia de utilidades.

Luego se debatirán con el grupo de participantes las alternativas tomadas para analizar sus movimientos.

- [1] García, O. L. (1999). *Administración financiera: fundamentos y aplicaciones*. Cali: Prensa Moderna Impresores.
  - [2] Asesores Corporativos Integrales Ltda. (2003). *AseCorp Ltda*. Recuperado de <http://www.asesorescorporativos.net/>
  - [3] Martínez Rueda, H. (1999). *Teoría y aplicaciones de matemática financiera*. Neiva: Universidad Surcolombiana.
-



# GPS in RED\*

## Introducción

Una de las decisiones clave en el proceso de diseño de un sistema productivo es su localización; ¿cuál es el mejor emplazamiento para el sistema? es una de las preguntas vitales para el funcionamiento adecuado de nuestras organizaciones.

Es necesario para todas las empresas analizar y estudiar el sistema de capacidad que pueden implementar, con el fin de abarcar la mayor cantidad de demanda, optimizar las utilidades para la empresa y, con el tiempo, contemplar la posibilidad de expandirse para aumentar su mercado y brindar un mejor servicio de calidad y satisfacción para la mayor parte de la población consumidora del producto.

En este contexto, la presente lúdica busca dar a conocer el sistema logístico, visto como una red integrada por puntos específicos interceptados entre sí, en donde estos nodos representan áreas físicas dentro de la empresa como almacenes, plantas, puntos de venta y transportes, a través de los cuales se genera el flujo de los materiales.

Por lo tanto, se espera que los estudiantes o participantes de este escenario simulado logren aplicar y afianzar los conceptos propios de la temática mencionada, de tal manera que sean capaces de relacionar términos de producción, distribución en planta y logística, adquiriendo así un aprendizaje integral y contextualizado en un área concerniente a la ingeniería industrial.

---

\* Los autores de esta lúdica forman parte del Equipo Creativo para el Estudio y Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eccia), de la Universidad de Córdoba.

Yeraldín Marín González\*\*  
Carlos Antonio Vega Atencia\*\*\*  
Manuel Soto de la Vega\*\*\*\*

Universidad de Córdoba



- 
- \*\* Estudiante de Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico:  
[ymg0924@hotmail.com](mailto:ymg0924@hotmail.com)
- \*\*\* Ingeniero Industrial.  
Correo electrónico:  
[sel\\_ig@hotmail.com](mailto:sel_ig@hotmail.com)
- \*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico:  
[manuel.s23@hotmail.com](mailto:manuel.s23@hotmail.com)

## 1. Objetivo general

Aprender de una manera dinámica métodos de localización de instalaciones en la red, teniendo en cuenta el flujo de materia prima, mercado y plantas que forman la cadena de valor estructurada.

## 2. Objetivos específicos

- Identificar y conocer los agentes involucrados en una red logística.
- Reconocer, mediante el desarrollo de un escenario simulado, las condiciones básicas necesarias para la ubicación estratégica de instalaciones en la red, de tal manera que se busque una minimización de costos de transporte.
- Seleccionar el diseño de ubicación de las instalaciones más apropiado en la red de la cadena de suministros.
- Determinar los requerimientos de espacio para todas las actividades y generar así diseños alternos de ubicación de las instalaciones en la red.

## 3. Marco teórico

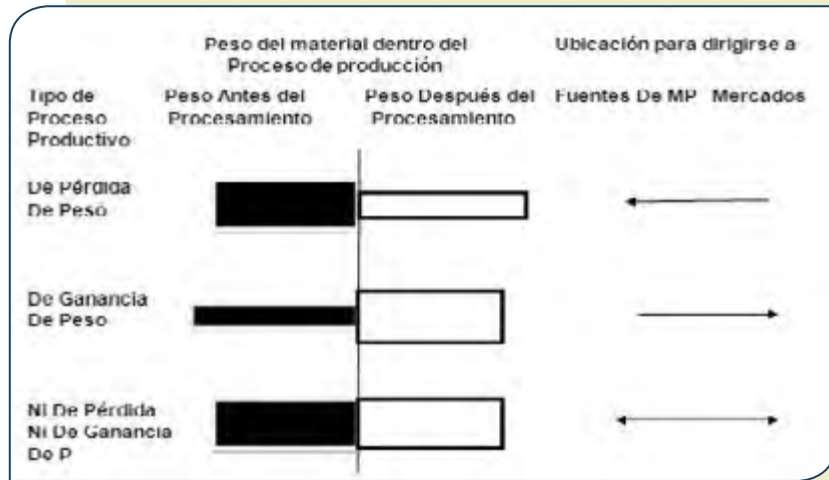
### 3.1 Ubicación de instalaciones en la red de la cadena de suministros

La ubicación de instalaciones fijas a lo largo de la red de la cadena de suministros es un problema considerable de decisión que da forma, estructura y configuración al sistema completo de dicha cadena. Este diseño define las alternativas junto con sus costos asociados a niveles de inversión utilizados para operar el sistema. Las decisiones sobre ubicación implican determinar el número, la ubicación y el tamaño de las instalaciones que se utilizan; estas últimas incluyen puntos nodales dentro de la red como plantas, puertos, proveedores, almacenes, puntos de venta al menudeo y centros de servicio (puntos dentro de la red de la cadena de suministros, donde los bienes temporalmente se detienen en su trayecto hacia los clientes finales).

### 3.2 Clasificación de las industrias según Weber

Alfred Weber reconoció el papel que desempeñan las materias primas en el proceso de producción y la forma en que este afecta la ubicación; al respecto, observó que algunos procesos son de pérdida de peso, como el de la fabricación de acero, por ejemplo; es decir, la suma de los pesos de las materias primas es mayor que el peso del producto terminado. Se pierde peso en el procesamiento debido a subproductos no utilizables; por lo tanto, para evitar el envío de subproductos al mercado, tales procesos se atraen hacia las fuentes de sus materias primas con el objetivo de minimizar los costos asociados al transporte (figura 1).

**Figura 1. Relación de peso entre el proceso productivo, fuentes de materia prima y mercados**



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, los procesos pueden ser de ganancia de peso, generalmente, cuando ocurren ubicuidades en el proceso. Según Weber, las ubicaciones incluyen las materias primas disponibles en todas partes, como el aire y el agua. Por ello, para minimizar los costos de transporte mediante el envío de ubicuidades por la menor distancia posible, tales procesos deben ubicarse lo más cerca posible a los mercados.

No obstante, en otros casos existen procesos en los que no ocurren cambio en el peso entre las materias primas y el producto terminado. Las operaciones de ensamblado son representativas de esta categoría,

en las que los productos terminados son la suma del peso de las partes y los componentes ensamblados en ellos. Tales procesos, de acuerdo con Weber, no están vinculados ni a las fuentes de materia prima ni a los mercados. Es decir, el total de los costos de entrada y de salida es el mismo en toda ubicación entre los puntos de origen y el mercado.

### 3.3 Ubicación de la instalación

Existen varios métodos para buscar la ubicación de instalaciones con la popularidad de las matemáticas aplicadas y los computadores, los cuales son de naturaleza matemática más que conceptual. Así, se tiene por ejemplo el método exacto de centro de gravedad, la medida  $P$ , el método de cuadrícula y el método del centroide. El método es simple dado que la tarifa de transportación y el volumen de puntos son los únicos factores de ubicación. Este modelo se clasifica matemáticamente como un modelo de ubicación continuo estático.

¿Dónde deberá ubicarse la instalación dado un conjunto de puntos que representan los puntos de origen y los puntos de demanda, sus volúmenes que se desplazaran hacia o desde una sola instalación de ubicación desconocida y sus tarifas de transporte asociadas? Se pretende minimizar la suma del volumen en un punto, multiplicada por la tarifa de transportación para enviar al punto multiplicado por la distancia hacia el punto, lo cual será el costo total del transporte:

$$\text{Min } TC = \sum V_i R_i d_i$$

Donde:

$TC$  = costo total de transporte

$V_i$  = volumen en el punto  $i$

$R_i$  = tarifa de transportación en el punto  $i$

$d_i$  = distancia al punto  $i$  desde la instalación que se ubicará

La ubicación de la instalación se obtendrá al resolver dos ecuaciones para las coordenadas de la ubicación. Estas coordenadas exactas del centro de gravedad son las siguientes:

$$\bar{x} = \frac{\sum V_i R_i X_i / d_i}{\sum V_i R_i / d_i} \quad \bar{y} = \frac{\sum V_i R_i Y_i / d_i}{\sum V_i R_i / d_i}$$

La distancia  $d_i$  se estima mediante

$$d = K \sqrt{(X_i - \bar{x})^2 + (Y_i - \bar{y})^2}$$

Donde  $K$  representa un factor de escala para convertir una unidad de un punto de coordenada a una medida de distancia más común, como millas o kilómetros.

### 3.4 Ubicación de múltiples instalaciones

El problema de ubicación más complejo —y más realista— para la mayoría de las empresas se presenta cuando deben ubicarse dos o más instalaciones de manera simultánea, es decir, cuando deben ubicarse instalaciones adicionales y al menos una ya existe. Este problema es común debido a que todas las compañías, con excepción de las pequeñas, cuentan con más de una instalación dentro de su sistema logístico. Resulta complejo porque estas instalaciones no pueden manejarse de manera razonable como económicamente independientes, y el número de posibles configuraciones de ubicación se vuelve enorme.

### 3.5 Métodos exactos

Se refieren a aquellos procedimientos con la capacidad de garantizar una solución matemática óptima al problema de ubicación, o al menos una solución de precisión conoci-

da. En muchos aspectos, este es un método ideal para el problema de la ubicación; sin embargo, puede provocar largos tiempos de ejecución de cómputo, amplios requerimientos de memoria y una definición comprometida del problema cuando se aplique a problemas prácticos. Los modelos de cálculo y de programación matemática son ejemplos de este método. Entre los métodos exactos se pueden encontrar el método del múltiple centro de gravedad y el de programación lineal entera mixta.

## 4. Materiales

- Fichas Lego.
- Marcadores.
- Tableros medianos.
- Formatos de registro de datos utilizados.
- Los organizadores del evento deben suministrar: computador y videoprojector.

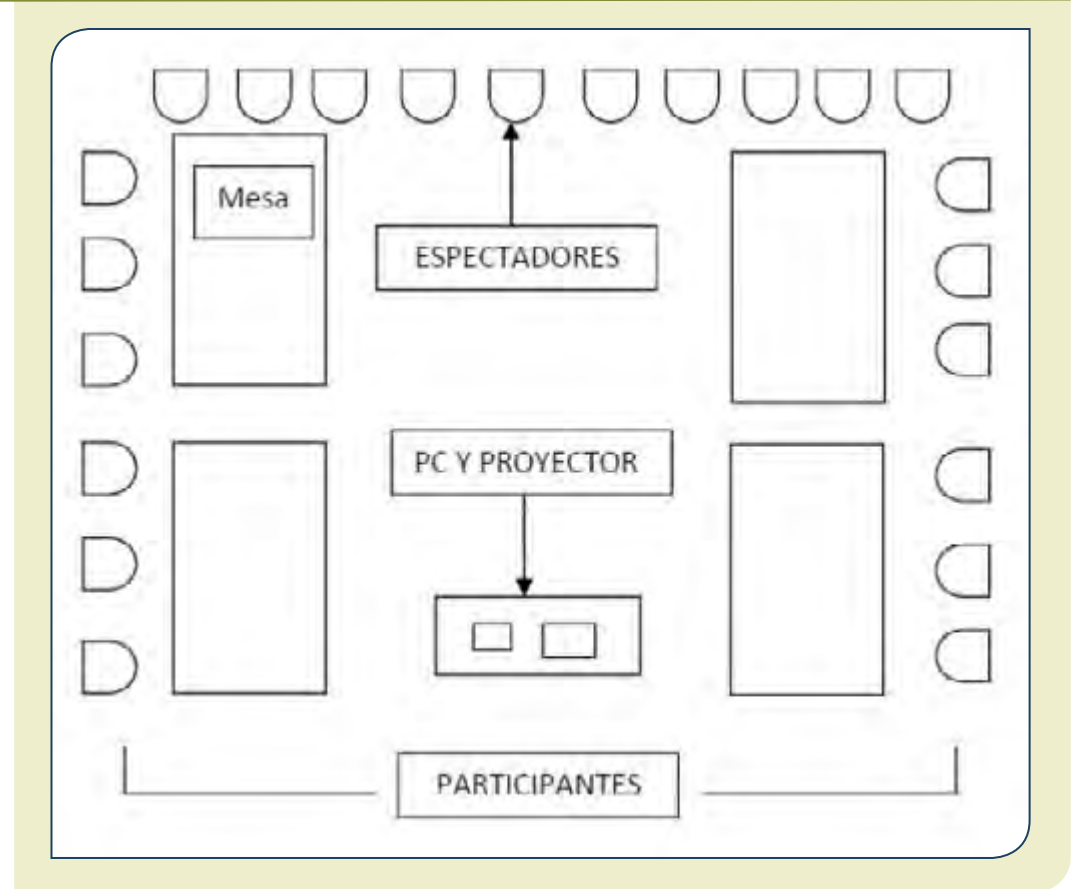
## 5. Participantes y duración

- Cinco jugadores en cada uno de los cuatro equipos.
- Director (encargado de dirigir el ejercicio, su desarrollo y culminación).
- Cincuenta minutos para desarrollar la lúdica.

## 6. Espacio requerido

Para la adecuada implementación de la lúdica se requiere un salón amplio donde se pueda ubicar el mobiliario necesario (figura 1).

Figura 2. Configuración espacial de la red simulada



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

- Funciones: la función de los participantes es lograr obtener la mejor ubicación de las instalaciones pertenecientes a la red logística mostrada, acorde con las condiciones definidas.
- Procedimiento: a continuación, se anuncian las actividades necesarias para llevar a cabo la lúdica:
  - Se dan a conocer las instrucciones para el buen ejercicio del juego; en esta parte, los presentadores hacen las respectivas explicaciones de la temática y el caso en cuestión, se muestran el clúster de la red que debe ser optimizado, las plantas y las fábricas involucradas, además de las condiciones de peso, niveles y condiciones de la materia prima y demanda exigidos.
  - Se establecen los equipos de trabajo y estos inician con la distribución física de instalaciones en la red, a través del uso de fichas Lego, se toma nota de las coordena-

das obtenidas al definir la ubicación de la primera fase.

- Posteriormente, cada equipo entrega al director las coordenadas establecidas para ubicar las instalaciones en la red.
- Luego, se dan a conocer los puntos medios de ubicación para cada una de las instalaciones y se establece cuál equipo incurre en algún costo de penalización y cuál determinó la mejor ubicación.
- Finalmente, el proceso de ubicar instalaciones en la red pasa por tres fases, aproximadamente, por lo que varían las condiciones del flujo de materia prima y el mercado en dichos períodos.
- Cierre de la lúdica. Luego de comparar los resultados obtenidos por fases, de tal manera que los participantes y los espectadores puedan llegar a una conclusión sobre de las decisiones tomadas durante el ejercicio, la aplicación y el aprendizaje de la temática estudiada.

## 8. Bibliografía

- Ballou, R. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministros* (5<sup>a</sup>. ed.). México: Pearson-Prentice Hall.
- Hoover, E. M. (1951). *Localización de la actividad económica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Weber, A. (1909). *Localization of Industries*. Chicago: The University of Chicago Press.
-

# Invade el planeta\*

## Introducción

En la actualidad, las empresas deben implementar estrategias eficaces que les permitan garantizar su sobrevivencia en un entorno cada vez más competitivo, cambiante y exigente, de ahí que se deba procurar un enfoque sistémico que no solo comprometa e involucre a todas las áreas de la organización en aras de lograr la satisfacción de los clientes y fidelizarlos, sino de incurrir en los menores costos posibles de forma que se pueda asegurar, en buena parte, la sostenibilidad y la generación de utilidades en el tiempo.

Ahora, al hablar de costos en una empresa, es usual que muchos se remitan únicamente a los costos de producción y de operación, dejando de lado los costos asociados al transporte o a la distribución del producto, que

suelen abarcar una porción significativa de la torta del costo total de los bienes (10-20%) [1].

Por lo tanto, el juego que se propone enfatiza en problemas de la distribución de bienes en donde los participantes deben crear rutas que muestren la secuencia de puntos a recorrer y asignarlas a un recurso limitado, teniendo en cuenta algunas consideraciones que configuran las restricciones de los problemas típicos de programación de rutas como la configuración misma de la ruta, los vehículos y los clientes cuya demanda debe ser satisfecha en su totalidad por uno o varios vehículos para así cumplir, en últimas, con el objetivo específico (minimización de costos y tiempo, o maximización de utilidades) y con todas y cada una de las restricciones.

\* Los autores de esta lúdica forman parte del Equipo Creativo para el Estudio y Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eceia), de la Universidad de Córdoba.

Daniel G. Padilla Chávez\*\*  
Ana V. Vanegas Tordecilla\*\*\*  
Yehys C. Osorio López\*\*\*\*

Universidad de Córdoba



\*\* Correo electrónico:  
[digipadilla@hotmail.com](mailto:digipadilla@hotmail.com)  
\*\*\* Correo electrónico:  
[anita4716@hotmail.com](mailto:anita4716@hotmail.com)  
\*\*\*\* Correo electrónico:  
[ycol2293@hotmail.com](mailto:ycol2293@hotmail.com)

## 1. Objetivo general

Implementar una lúdica que manifieste la importancia y la aplicación de la configuración de rutas en problemas de enrutamiento de vehículos (VRP).

## 2. Objetivos específicos

- Identificar los elementos más relevantes en los problemas de rutas de vehículos en un contexto dinámico e interactivo.
- Potenciar habilidades para la toma de decisiones en los participantes a través de un juego que incorpore algunas restricciones de este tipo de problemas.



## 3. Marco teórico

El problema de enrutamiento de vehículos (VRP) es un nombre genérico dado a toda una clase de problemas en los que se debe hacer un conjunto de rutas para una flota de vehículos con base en uno o varios depósitos y determinadas por una serie de ciudades dispersas o por los clientes. El objetivo del VRP es entregar un conjunto de clientes con demandas conocidas en las rutas de vehículos de costo mínimo con un depósito como origen y como destino [2].

Cuenta con una serie de elementos que la mayoría de las veces se encuentran presentes en este tipo de problemas, como la red de transporte, la flota de vehículos, los clientes o los proveedores, el depósito central, los servicios a atender (demandas y consumos) y las rutas solución [3]. En este tipo de problemas se puede optimizar la función de costes del sistema, teniendo en cuenta las capacidades y las ventanas de tiempo del sistema [4]. A continuación, se describen algunos componentes típicos de un problema de ruteo [5].

### 3.1 Configuración de las rutas

Las rutas utilizadas para el transporte de bienes generalmente son descritas como un grafo, cuyos arcos representan los caminos y los vértices corresponden a las locaciones de los clientes o los depósitos. Los arcos, y consecuentemente el grafo, pueden ser dirigidos o no dirigidos, dependiendo de si pueden ser recorridos en una sola o en dos direcciones.



nes, respectivamente. A cada arco le es asociado un costo, que generalmente tiene que ver con su longitud o el tiempo de viaje.

### 3.2 Clientes

En el caso de los clientes, su ubicación geográfica configura el tamaño de la red de servicios y, por conveniencia a dicha ubicación, se asigna un nodo o vértice de acuerdo con la teoría de grafos. Cada cliente tiene una demanda de productos (para dejar o recoger) que debe ser satisfecha en su totalidad por uno o varios vehículos, la cual puede ser conocida o aleatoria; las condiciones de servicio deben ser especificadas; es decir, se debe especificar si se permite la visita de uno o más vehículos. Además, los clientes pueden tener un intervalo, conocido como “ventana de tiempo”, en el cual deben ser atendidos según horarios especiales impuestos por el cliente o por la regulación de tránsito de vehículos en determinadas calles o avenidas; estas ventanas pueden ser permisibles o rígidas, si permiten que los vehículos lleguen por fuera de ellas incurriendo en

penalizaciones, o si no permiten esta situación, respectivamente.

En algunas ocasiones no es posible satisfacer totalmente la demanda de todos los clientes; en ese caso, las cantidades para enviar o recolectar deben ser reducidas, o simplemente un subconjunto de clientes no sería servido; para tratar con esta situación se pueden asociar prioridades o penalizaciones a algunos de los clientes según sea el caso.

### 3.3 Depósitos

Por su parte, los depósitos son los espacios físicos o locaciones de donde parten y a donde llegan los vehículos, en los que se encuentran ubicados los bienes que deben ser distribuidos en caso de que existan; de lo contrario se le llama depósitos a los lugares especificados para la partida y la llegada de las rutas (casos de distribución de servicios). Las rutas ejecutadas para servir a los clientes inician y terminan en uno o más depósitos, localizados en los vértices del grafo. Cada depósito se caracteriza por el número y los tipos de vehículos asocia-

dos a él, y por la cantidad de bienes que puede almacenar.

### 3.4 Vehículos

El transporte de bienes es ejecutado por una flota de vehículos cuya composición y tamaño puede ser fija o definida, según los requerimientos de los clientes. Los vehículos tienen asociada una capacidad, que en la gran mayoría de los casos se traduce en la máxima cantidad (en peso o volumen) de productos que pueden ser transportados al tiempo.

Al conjunto de vehículos comúnmente se le conoce como “flota”, que puede ser homogénea o heterogénea, dependiendo de si todos los vehículos de la flota tienen exactamente los mismos costos fijos y la misma capacidad o no, respectivamente. En algunos casos, los vehículos presentan la propiedad de dividirse en compartimientos, los cuales presentan diferentes capacidades de carga o de transporte y están destinados para movilizar diferentes tipos de producto.

## 4. Materiales

Los recursos físicos requeridos para el desarrollo de la lúdica son los siguientes:

- Computador
- Videoprojector
- Mesa
- Sillas
- Hojas de papel.

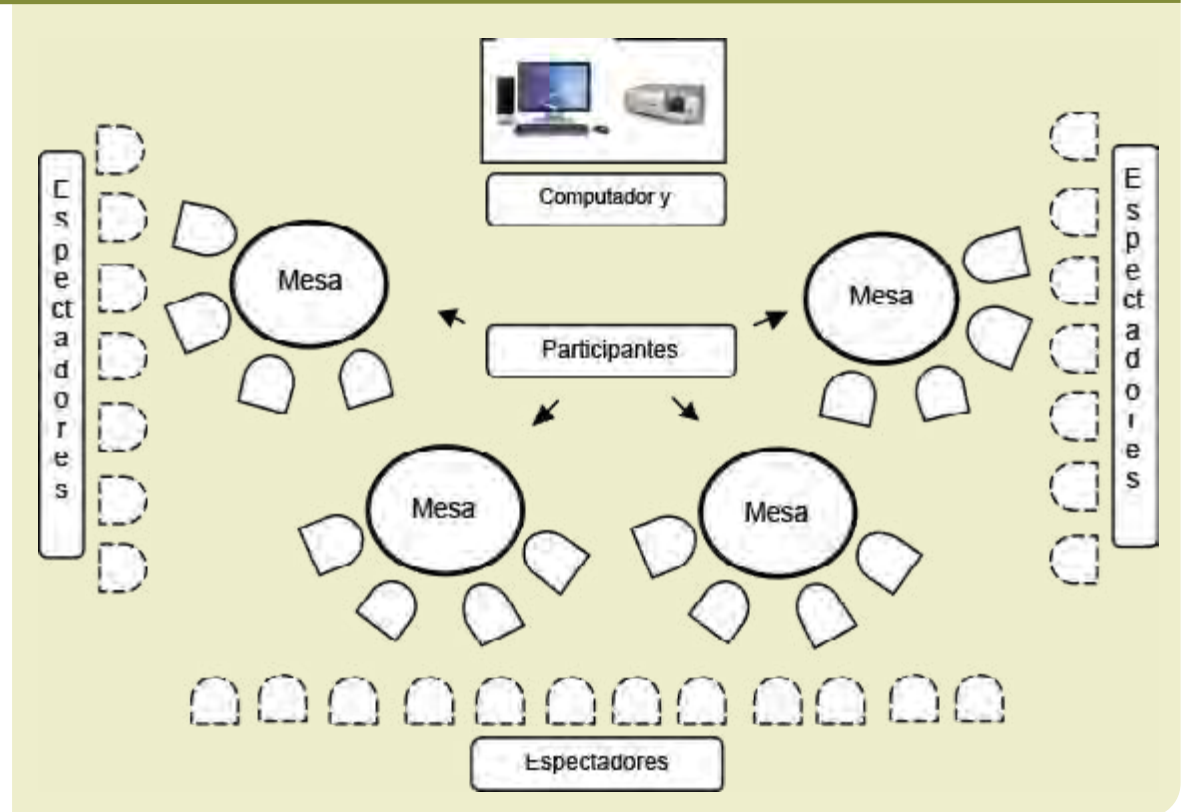
## 5. Participantes y duración

- Con el fin de ejecutar la lúdica de manera satisfactoria, se requiere la formación de cuatro equipos compuestos por cuatro integrantes como mínimo.
- La lúdica tendrá una duración estimada de una hora.

## 6. Espacio requerido

A continuación, se indica la distribución de los participantes para el desarrollo de la lúdica (figura 1):

Figura 1. Participantes y materiales requeridos para la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

Para el adecuado desarrollo de la lúdica se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Se comienza con la formación de cuatro equipos de cuatro integrantes (como mínimo) y continúa con la explicación de la dinámica de la lúdica, en donde cada equipo hará las veces de una colonia de extraterrestres, las cuales deberán competir para invadir al planeta Horus, como si tratara de ganarse una licitación, el ganador será quien primero lo haga.
2. Luego de la formación de los equipos, el director de la lúdica define los principales centros urbanos del planeta que los participantes deben invadir. Para ello se empleará una presentación en Adobe Flash Player, con la finalidad de recrear el ambiente virtual en la cual se va a llevar a cabo la actividad.
3. Dependiendo del tamaño de dichos centros urbanos, los participantes tendrán más o menos sectores por invadir, por lo que la flota de naves de la que dispondrán durante el juego tardará más o menos tiempo en culminar la invasión de ese lugar.
4. Cabe la pena anotar también que, antes de iniciar la invasión, los equipos deben definir la flota de naves (que debe constar de tres naves) que serán empleadas durante todo el juego. De esta forma se presentarán tres tipos diferentes de naves (con velocidades y ataques específicos cada una) entre las que los participantes podrán elegir y efectuar las combinaciones de las tres que deseen (figura 2).

Figura 2. Flota de naves



Fuente: elaboración propia.

5. Asimismo, cada flota de naves empleará un tiempo determinado en llegar a los centros urbanos en función de su proximidad. Dicha información también será suministrada a los participantes al inicio de la actividad (figura 3).

Figura 3. Información flota



Fuente: elaboración propia.

- Al iniciar la primera jornada de ataques, a cada equipo se le solicitará la disposición de los centros urbanos para ser invadidos con la correspondiente flota de naves. Estos datos serán digitalizados en el *software* de apoyo (figura 4).

Figura 4. Centros urbanos



Fuente: elaboración propia.

- Jornada a jornada, y con ayuda del programa, se conocerán las implicaciones de cada estrategia, así se dará a conocer el tiempo invertido en cada ataque y las naves con las que contará cada equipo para continuar con la invasión, pues el número de naves dependerá del lugar atacado porque después del ataque, algunas naves pueden quedar ocupadas y otras no.

- Después de que los equipos hayan invadido todos los centros urbanos, se publicarán los resultados finales, producto de todas las jornadas invasoras y se determinará como ganador al equipo que tarde menos tiempo en invadir todos los centros urbanos.

## 8. Agradecimientos

La presentación en Adobe Flash Player (OVA) en la cual se recreó el ambiente virtual del juego fue diseñado por Carlos Antonio Vega Atencia.

## 9. Referencias

- [1] Aguilar, J. A. (2007). *Biblioteca Universidad Iberoamericana*. Recuperado de [http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014892/014892\\_02.pdf](http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/014892/014892_02.pdf)
- [2] *The VRP Web*. (marzo de 2007). Recuperado de <http://neo.lcc.uma.es/radi-aeb/WebVRP/>
- [3] Dantzig, G., & Ramser, R. (2008). The Truck Dispatching Problem. *Management Science*, 54, 80-91.
- [4] Rodríguez, J. A. (6 de julio de 2010). Unidad de Desarrollo Tecnológico en Inteligencia Artificial. Recuperado de <http://www.iiia.csic.es/udt/es/blog/jrodriguez/2009/estudio-tecnicas-inteligencia-artificial-aplicadas-una-plataforma-planificacion-servicios-moviles>.

- [5] Maury, S., y Pérez, K. (2010). Viral System aplicado al problema de ruteo de vehículos con flota heterogénea y ventanas de tiempo (FSMVRPTW) [Trabajo de grado]. Universidad de Córdoba, Facultad de Ingenierías, Departamento de Ingeniería Industrial, Montería, Colombia.



# Lúdica para el aprendizaje y la enseñanza del MRP (LUA-YE MRP)\*

## Introducción

Los sistemas MRP y muchas otras herramientas de la ingeniería industrial surgieron como apoyo a los procesos logísticos y estratégicos del período de guerra; sin embargo, su utilidad fue ampliada a los sectores productivos y comerciales, donde es más evidente su aplicabilidad. El MRP es un sistema de planificación de la producción y de la gestión de existencias que permite determinar qué se debe fabricar o aprovisionar, cuáles serán las cantidades y el momento en que sean requeridos, de tal manera que la eficiencia de las empresas se vea incrementada al disponer de los materiales necesarios para suplir la producción, mante-

niendo un nivel de inventario apropiado que satisfaga las condiciones necesarias para la operación. El MRP, concebido como una herramienta para mejorar las operaciones de las empresas del sector manufacturero, es hoy en día una técnica que ha dado resultados sorprendentes y cuya difusión se ha convertido en una necesidad. Un obstáculo que impide su propagación es el método empleado para darla a conocer, lo que naturalmente genera una concepción tediosa; la implementación de una lúdica facilita el aprendizaje de esta técnica, diseñando una metodología más ilustrativa, que permita visualizar todos los niveles que forman el proceso productivo

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes de Ingeniería Industrial y forman parte del Equipo Creativo para el Estudio y Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eceia), de la Universidad de Córdoba.

María J. Arroyo Doria\*\*  
Carlos D. Ramos Paternina\*\*\*  
Eliana I. Rangel Ortega\*\*\*\*

Universidad de Córdoba



\*\* Correo electrónico:  
[marijoarroyo\\_02@hotmail.com](mailto:marijoarroyo_02@hotmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[cadarapa@hotmail.com](mailto:cadarapa@hotmail.com)

\*\*\*\* Correo electrónico:  
[elymax11@hotmail.com](mailto:elymax11@hotmail.com)

e identificar los materiales y etapas que pertenecen a una secuencia lógica, desde el ingreso de materia prima hasta que se obtiene el producto final.

## 1. Objetivo general

Facilitar el aprendizaje del MRP a través del diseño de una lúdica que permita la aplicación de los conceptos más relevantes de esta temática.

## 2. Objetivos específicos

- Crear un formato que permita unificar la información concerniente al aprovisionamiento, las cantidades necesarias de insumos y materias primas, y el período de requerimiento.

- Establecer algunos imprevistos que pongan a prueba la capacidad de planeación del concursante.

## 3. Marco teórico

A principios de la década de los sesenta, las empresas de fabricación por componentes planificaban, bien apoyándose en el sistema de punto de pedido o asumiendo que lo ocurrido en el pasado era una medida fiable de lo que ocurriría en el futuro, y cubriéndose con reservas de mercancía de seguridad para hacer frente a las incertidumbres, o bien llevando a cabo una planificación manual de necesidades de materiales.

El MRP consiste en explotar la información de la lista de materiales y los niveles de inventario disponibles de cada componente, para determinar las necesidades de materiales en cantidades y fechas. Se trata de una

lógica ya presente en la elaboración de algunos diagramas de Gantt (Alford, 1934, p. 261) equivalente a lo propuesto por Vollmann (2005, p. 232) y, según comenta McKay, similar a la descrita por Knoeppel en 1915 (McKay, 2003). La lista de materiales contiene la información jerárquica de la descomposición de un producto final en sus componentes básicos y submontajes, los cuales se descomponen a su vez en componentes y submontajes, y así sucesivamente. Una vez decidida la cantidad de producto final para fabricar, se pueden deducir las necesidades de los distintos materiales que dan lugar a dicho producto. Estas necesidades se convierten en órdenes de fabricación o compra, al comprobar las cantidades disponibles de esos materiales tanto en almacén como en proceso.

El siguiente paso consiste en asignar períodos temporales a las necesidades, lo que en la literatura MRP se conoce como cálculos en fase temporal. Si se tiene una estimación de lo que se tarda en disponer de un

material una vez lanzada una orden de compra o de fabricación/montaje de dicho material (*lead-time*), se pueden calcular las fechas.

Una definición más amplia considera que MRP se define como la planeación de requerimiento de materiales o como una técnica de demanda dependiente que usa lista de materiales, inventario, facturación esperada y programa maestro de producción, con la finalidad de determinar los requerimientos de materiales. Por demanda dependiente se entiende que la demanda de un artículo se relaciona con la demanda de otro artículo. Considerando la Explorer de Ford, por ejemplo, cada camioneta terminada lleva cuatro llantas y un radiador. La demanda de artículos es dependiente cuando la relación entre los artículos se puede determinar, por lo tanto, una vez que la administración recibe un pedido o pronostica la demanda para el producto final, es posible calcular las cantidades requeridas de todos los componentes porque todos son artículos con demanda dependiente.

Aun cuando la mayoría de los sistemas MRP son computarizados, su procedimiento es directo y puede ser manual. Los elementos de un sistema de planeación de requerimiento de materiales son los siguientes:

- **Programa maestro de producción:** se explica en detalle cuántos elementos se producirán dentro de períodos específicos.
  - **Lista de materiales:** es un registro donde figuran todos los componentes de un artículo, las relaciones padre (tienen al menos un componente)- componente y las cantidades de uso derivadas de los diseños de ingeniería y de procesos.
  - **Registros de compras e inventarios:** muestran la política referente al tamaño del lote del elemento correspondiente, el tiempo de entrega y diversos datos, clasificados por etapas de tiempo. Tienen como propósito seguir la pista de los niveles de inventario y las necesidades de reabastecimiento de los componentes [1].
- **Tiempos de entrega para cada actividad:** tiempo requerido para adquirir un artículo (es decir, comprar, producir o ensamblar).

Una vez se cuenta con estos elementos precisos, el siguiente paso es elaborar el MRP global, el cual es un calendario que combina el programa maestro de producción con el programa escalonado. Indica cuándo debe ordenarse un artículo a los proveedores si no hay artículos en inventarios, o cuándo debe comenzar la producción de un artículo para satisfacer la demanda de producto terminado en una fecha dada.

Muchas empresas han encontrado como beneficios del programa MRP los siguientes: mejor respuesta a las órdenes de los clientes como resultado si se ciñen a los programas; respuesta más rápida a los cambios en el mercado; utilización mejorada de instalaciones y mano de obra, así como niveles más bajos de inventario. La mejor respuesta a las órdenes de los clientes y al mercado significa lograr pedidos y participación en el mercado; la



## 6. Espacio requerido

mejor utilización de instalaciones y mano de obra genera mayor productividad y ganancias sobre la inversión y menos inventario libera espacio para otros usos [2].

## 4. Materiales

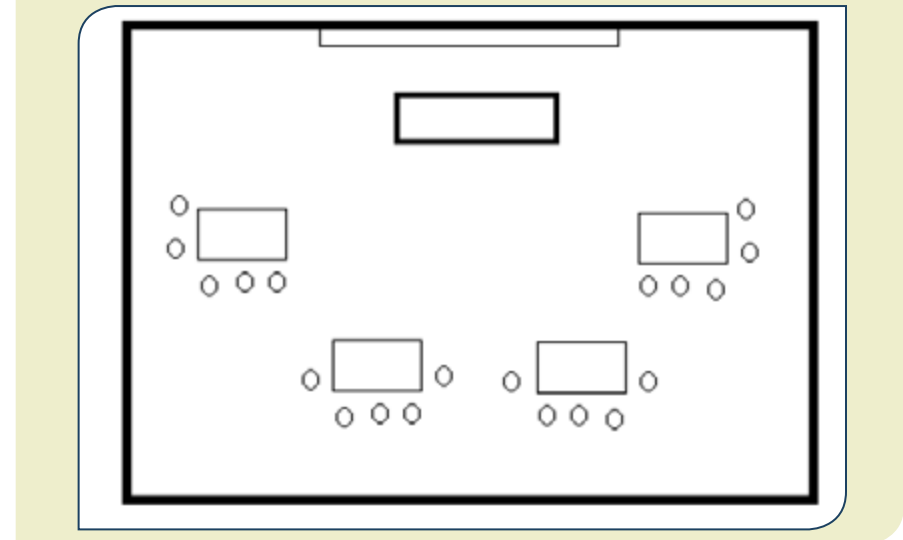
- Tableros.
- Veinticuatro sillas
- Formatos.
- Videoprojector
- Fichas de Lego.
- Marcadores acrílicos.
- Cuatro mesas

## 5. Participantes y duración

- Veinte participantes que trabajen en turnos de cinco simultáneamente en cada mesa.
- Un líder en cada equipo.
- La lúdica tendrá una duración aproximada de 45 minutos.

Un salón de clase distribuido de la siguiente manera (figura 1):

Figura 1. Distribución de los participantes para el desarrollo de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

- **Fase 1: Preparación.** Se inicia con la agrupación de los participantes en cuatro grupos de cinco personas cada uno. Se designa un líder en cada grupo y un patinador. También se les da orientaciones sobre cómo desarrollar la programación basada en MRP con los formatos de pedido, las piezas en inventario, y el tablero.
- **Fase 2: Programación.** Se fijan los períodos en los cuales pedirán ciertos artículos para fa-

## 8. Referencias

bricar el producto final, de tal manera que llegue el momento preciso para su utilización, organizando las piezas por padres y componentes.

- **Fase 3: Ejecución.** Se desarrollarán los períodos requeridos para poner en práctica el programa diseñado, en el cual presentarán a la bodega general los formatos de pedido antes diligenciados y se recibirán los materiales cuando estén disponibles según el cronograma elaborado. Aquí se medirá y visualizará el rendimiento de la programación estructurada y la aplicabilidad de esta herramienta.

También se pueden presentar algunos imprevistos que retrasen o dificulten la planeación del requerimiento de insumos; algunos pueden ser el daño de una máquina, un corto circuito o la falta de fluido eléctrico, en este caso, los participantes deben demostrar su capacidad de prevención, lo cual se logra con un nivel de existencias mínimo de materia prima.

- **Fase 4: Retroalimentación.** Se busca establecer cuáles han sido los conceptos básicos del MRP que se han asimilado al finalizar la lúdica; para ello, se harán preguntas relacionadas con el objetivo de la temática desarrollada y los beneficios que se obtienen con su implementación.

- [1] Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis* (5.ª ed.). México: Pearson-Prentice Hall.
- [2] Render, J., y Heizer, B. (2004). *Principios de administración de operaciones* (5.ª ed.). México: Pearson-Prentice Hall.

## 9. Bibliografía complementaria

- Gutiérrez Fernández, M. (2009). *Rediseño de procesos del sistema de planificación y control de la producción de la industria de ingeniería bajo pedido basado en las tecnologías de información* [tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.



# Minesweeper\*

## Introducción

La teoría de restricciones es una filosofía de administración para la mejora continua, que empieza por definir con claridad la meta de una organización y que establece medidas que permiten a la administración determinar el impacto que tendrá cualquier acción sobre la meta. *Minesweeper* fue diseñado para que los estudiantes de ingeniería industrial conocieran este tipo de administración y cómo las acciones realizadas contribuyen al cumplimiento de la meta de la organización, teniendo en cuenta una serie de condiciones necesarias para la meta como ganar dinero, satisfacer

al cliente, proporcionar a los empleados un entorno seguro y satisfactorio y generar un impacto positivo en el ambiente todo pensado ahora y en el futuro. *Minesweeper* se utiliza para el aprendizaje de conceptos relacionados con la teoría de restricciones y como herramienta para identificar cómo las acciones que realizan las empresas contribuyen al cumplimiento de su meta. Esta lúdica se basa en el conocido juego “buscaminas”, que consiste en un tablero que se asemeja a un campo minado, en el que se debe identificar el lugar exacto donde se encuentran ubicadas las minas.

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes del Equipo Creativo para el Estudio y la Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eceia), de la Universidad de Córdoba

Giselle Badel Méndez\*\*

Martha García Pupo\*\*\*

Alfredo Moreno Arteaga\*\*\*\*

Manuel Soto de la Vega\*\*\*\*\*

Universidad de Córdoba



\*\* Correo electrónico:  
[gisellebadel@gmail.com](mailto:gisellebadel@gmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[mgpupo@hotmail.com](mailto:mgpupo@hotmail.com)

\*\*\*\* Correo electrónico:  
[alfredmorenoarteaga@gmail.com](mailto:alfredmorenoarteaga@gmail.com)

\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[manuel.s23@hotmail.com](mailto:manuel.s23@hotmail.com)

# 1. Objetivos

- Dar a conocer los principales conceptos relacionados con la teoría de restricciones y su aplicación en el cumplimiento de la meta de una organización.
- Resaltar la importancia de establecer medidas que permitan a la administración determinar cómo las acciones que se realizan en la organización contribuyen al logro de su meta.
- Comprender, de manera divertida, el impacto que traen algunas acciones realizadas por las empresas sobre su meta.

(personas, organizaciones, etc.). Permite enfocar las soluciones a los problemas críticos de las empresas (sin importar su tamaño o giro), para que estas se acerquen a su meta mediante un proceso de mejora continua.

La TOC comprende un conjunto de conocimientos, principios, herramientas y aplicaciones que simplifican la gestión de los sistemas, utilizando la lógica pura o el sentido común. Esta teoría empieza por definir con claridad la meta de la organización, establece medidas que permiten a la administración determinar el impacto que tendrá cualquier acción sobre la meta.

- Las relaciones en la organización como un conjunto de eventos relacionados e interdependientes.
- Las prioridades de la empresa.
- Incorpora el pensamiento sistémico.
- Reconoce que los sistemas de manufacturas o de negocios son una serie de eventos dependientes con variaciones estadísticas.
- Se apoya en la hipótesis de que mientras más claramente se fije la meta, mejores decisiones se toman.
- Reconoce que todo sistema contiene elementos que limitan su desempeño, y esos elementos son las llamadas restricciones.

La meta de una empresa con ánimo de lucro es generar ingresos siempre, dentro del cumplimiento de las condiciones necesarias.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Teoría de las restricciones

La teoría de las restricciones (Theory of Constraints, TOC) es una filosofía administrativa integral que utiliza los métodos usados por las ciencias puras para comprender y gestionar los sistemas con base humana

### 2.2 Características de la teoría de restricciones

Es una nueva filosofía administrativa que involucra:

- Al hombre visto como una potencialidad infinita.
- Las metas de la empresa.

### 2.3 Condiciones necesarias para la meta

Estas son las condiciones que deben cumplir las organizaciones para lograr sus metas:

- **Con el personal:** proveer, hoy y siempre, un ambiente satisfactorio y seguro de trabajo.

- **Con el mercado:** darle satisfacción al mercado hoy y en el futuro.
- **Con los dueños:** mantener las utilidades y la liquidez hoy y en el futuro.
- **Función social:** darle satisfacción a la comunidad y al Estado, y preservar el medio ambiente hoy y en el futuro.

## 2.4 Los indicadores globales

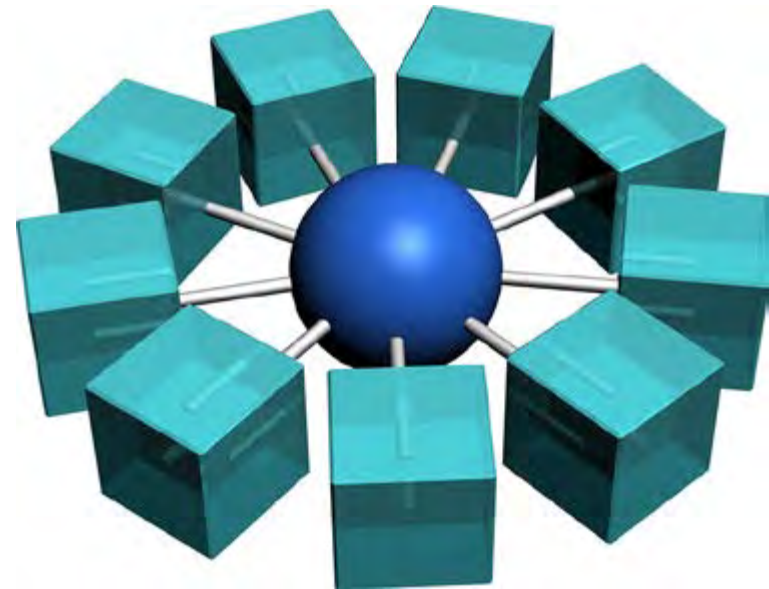
Los siguientes son los indicadores que tiene en cuenta esta teoría:

- **T (truput):** es la razón a la cual el sistema genera dinero a través de las ventas, y es igual a la diferencia, en el período, entre las ventas y los gastos directamente relacionados con las ventas.
- **I (inventario/inversión):** es el dinero que se invierte en adquirir los recursos necesarios para establecer la capacidad operativa para llevar a cabo la estrategia del negocio.
- **GO (gastos de operación):** es el dinero que se gasta periódicamente para llevar a cabo la estrategia de operación (es decir, para convertir la I en T) [1].

Anteriormente, las empresas tenían el concepto erróneo de que la meta principal de la organización estaba relacionada simplemente con la generación de utilidades; sin embargo, gracias a nuevas herramientas como la TOC, este paradigma puede ser eliminado y ahora dicha meta

viene acompañada de condiciones necesarias que contribuyen al éxito y al liderazgo de la empresa. Si alguna de estas condiciones falta se impide la mejora continua de la meta y se desvía el propósito primordial de la organización, que es “ganar-ganar”.

Estas condiciones son: 1) ganar dinero ahora y en el futuro; 2) satisfacer al cliente ahora y en el futuro; 3) proporcionar a los empleados un entorno seguro y satisfactorio ahora y en el futuro, y 4) generar un impacto positivo en el ambiente ahora y en el futuro. Estas condiciones deben mantenerse en un rango competitivo, para generar así la mejora continua de la organización [2].



### 3. Materiales

- Videoprooyector
- Tres mesas
- Tres computadores
- Veinte sillas

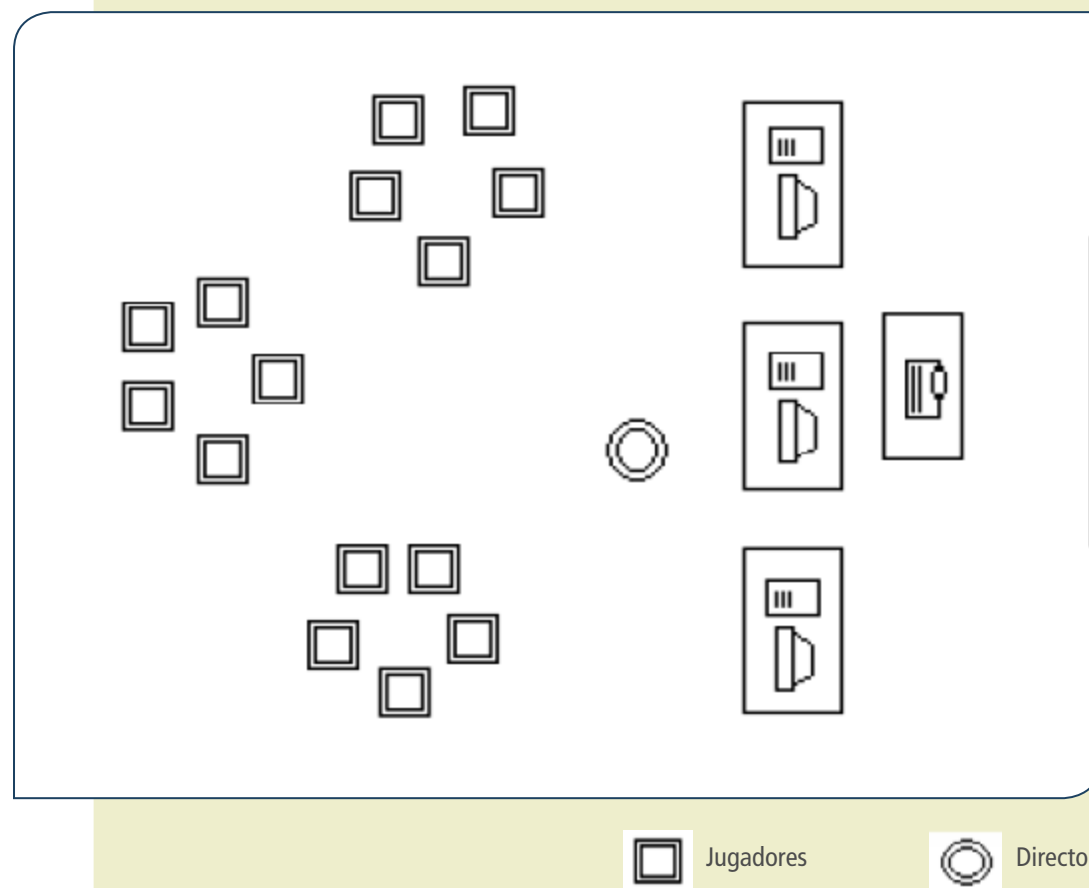
### 4. Participantes y duración

- Tres grupos de tres o cuatro participantes cada uno.
- Un director de la lúdica .
- Un asistente que se encarga de registrar los datos.
- La lúdica se lleva a cabo en una hora.

### 5. Espacio requerido

A continuación, se grafica la ubicación de los grupos para el desarrollo de la lúdica (figura 1):

Figura 1. Distribución de los participantes en el área de trabajo



Fuente: elaboración propia.

## 6. Desarrollo de la lúdica

La actividad se desarrolla en un tablero digital con las características del tradicional juego “buscaminas”, que consiste en un tablero que se asemeja a un campo minado, en el que hay que identificar el lugar exacto donde se encuentran ubicadas las minas; cuando se destapa un recuadro es posible que aparezca un número que indica la cantidad de minas que hay a su alrededor y, además, permite conocer los recuadros que están libres de minas para poder continuar el juego. Para el caso de la lúdica, en lugar de un número aparecerán diferentes acciones empresariales que pueden cumplir algunas o todas las condiciones necesarias propuestas por la teoría de restricciones, y de acuerdo con esto se determinará el número de minas que hay alrededor. Los jugadores deberán evaluar la acción y establecer el número de condiciones que esta cumple<sup>1</sup>.

Cada acción está asociada al cumplimiento de condiciones necesarias para la meta presente y futura:

- Ganar dinero

1 El jugador además de decidir con cuántas condiciones cumple la acción empresarial, deberá decir al director de la lúdica cuál o cuáles son las condiciones que cumple.

- Satisfacer al cliente
- Proporcionar a los empleados un entorno seguro y satisfactorio
- Generar un impacto positivo en el ambiente

Cuando un jugador descubre una mina, cada una tiene un determinado puntaje de penalización (el juego no acaba cuando se descubre una mina), y cuando un jugador acierta en determinar el número de condiciones que cumple una acción, esto otorga puntajes de bonificación. Al final del turno de cada jugador se cuenta el total de puntuación obtenida.

Estos son los pasos para el desarrollo de la lúdica:

1. Se forman tres grupos de tres o cuatro personas cada uno.
2. Cada grupo es ubicado en un computador, en donde se colocará el juego *Minesweeper*.
3. Cada grupo debe jugar cuatro buscaminas. Al final de cada partida se toma el puntaje obtenido.
4. El juego termina cuando un grupo finaliza las cuatro partidas. En este momento se toma el puntaje parcial de las partidas en los demás grupos. Se suma el puntaje de las partidas ju-

gadas en cada grupo y el grupo que sume más puntos es el ganador.

5. Al final se muestran todas las acciones que pudieron ser descubiertas en el transcurso del juego y las condiciones que satisfacen para el cumplimiento de la meta.

## 7. Referencias

- [1] Navarro, Ó. M. (2007). Una mirada desde la teoría de restricciones. *Asecat*.
- [2] Goldratt, E. M. (1995). *No es cuestión de suerte*. Madrid: Ediciones Castillo.

## 8. Bibliografía complementaria

Group Goldratt's, M. (s. f.). Recuperado de <http://www.eligoldratt.com>

Instituto Goldratt de Inglaterra. (s. f.). Recuperado de <http://www.goldratt.co.uk>

# Stations Online\*

## Introducción

Uno de los problemas en una línea de producción de un sistema *flow-shop* es determinar la cantidad de operarios asignados, como también el número que se requiere por cada máquina. De igual importancia es determinar cuántas estaciones de trabajo se necesitan y qué tipos de tareas se deben asignar a cada una, con el fin de minimizar costos y garantizar el flujo continuo. El balanceo de línea es una técnica que nos permite diseñar los sistemas de fabricación de tal modo que la línea de ensamble quede completamente equilibrada, para poder

obtener un máximo aprovechamiento de los recursos.

Con el fin de que los estudiantes de ingeniería industrial aprendan, apliquen y afiancen sus conocimientos sobre la temática tratada, se diseñó una lúdica en la que los participantes puedan interactuar físicamente con una línea de producción y apliquen el método de balanceo de línea, aprendiendo de una manera didáctica y divertida los conceptos relacionados.

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes del Equipo Creativo para el Estudio y la Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eceia), de la Universidad de Córdoba

María Olga Vega\*\*  
Ingrid Gelvez Calado\*\*\*  
Saulo Elías Salgado\*\*\*\*  
Juan David Cuadrado\*\*\*\*\*

Universidad de Córdoba



- 
- \*\* Correo electrónico:  
[olguivga@hotmail.com](mailto:olguivga@hotmail.com)
- \*\*\* Correo electrónico:  
[injogek@hotmail.com](mailto:injogek@hotmail.com)
- \*\*\*\* Correo electrónico:  
[se\\_salgado@hotmail.com](mailto:se_salgado@hotmail.com)
- \*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[juand.cuadrado@gmail.com](mailto:juand.cuadrado@gmail.com)



# 1. Objetivos

- Conocer y afianzar conceptos relacionados con el balanceo de línea a través de una lúdica que permita un entendimiento más didáctico.
- Aplicar conceptos básicos del balanceo de línea, como estaciones, tiempo de ciclo, tarea, diagramas de precedencia, eficiencia, entre otros, para su adecuado conocimiento.
- Identificar mediante el desarrollo de la lúdica *Stations online* las posibles ventajas que el balanceo de línea puede tener en un sistema *flow-shop*.
- Aprender de una manera dinámica la asignación de recursos a las estaciones de trabajo en una línea de producción.

## 2. Marco teórico

En el desarrollo de la lúdica se tuvieron en cuenta diversos conceptos de suma importancia.

### 2.1 Línea de ensamble

Se refiere al ensamble progresivo enlazado por algún dispositivo de manejo de materiales, como bandas transportadoras, correas sinfín, grúas aéreas, etc. La gama de productos parcial o totalmente ensamblados sobre las líneas incluyen juguetes, herramientas, autos, aviones, ropa, entre otros. Se puede decir que prácticamente cualquier producto que tenga múltiples partes que se produzcan en grandes cantidades utiliza la línea de ensamble, ya que constituyen una importante tecnología [1].

La línea de ensamble forma parte del sistema de producción conocido como *flow-shop*, este tipo de sistema es un procesador de trabajos que siguen el mismo orden en todas las máquinas, y se puede clasificar en dos tipos:

- Producción continua: cuando la producción es continua y centrada en un único artículo, la capacidad de actuación se ve

limitada en gran medida por el diseño del taller: las operaciones necesarias según diseño del producto, la distribución de las máquinas, el número de estaciones del trabajo y el tiempo cíclico de producción máxima diaria.

- Producción por lotes: cuando son varios los artículos que se fabrican contra almacén, el



sistema habitualmente utilizado es el de producción por lotes: se inicia la producción de un artículo y cuando se hayan fabricado las  $x$  unidades previstas se para la maquinaria, preparándola para fabricar otro producto de la misma familia [2].

De la Fuente [2] anota que la capacidad de una producción continua se ve limitada, entre otras cosas, por *la distribución de las máquinas, el número de estaciones del trabajo, el tiempo cíclico de producción*, principales aspectos que se tienen en cuenta en un balanceo de líneas de ensamble.

## 2.2 Balanceo de línea

Es una técnica importante para el diseño del sistema de fabricación, debido a un sistema completamente equilibrado que puede proporcionar el máximo aprovechamiento de los recursos en la capacidad prevista. Sin embargo, incluso si un sistema está completamente equilibrado, todavía tiene la capacidad de los residuos cuando se considera el

ciclo de vida del producto, pues la producción real es a menudo mucho menor que su capacidad [3].

Según García [1], para aplicar el balanceo de línea se deben seguir los siguientes pasos:

1. Especificar las relaciones secuenciales entre las tareas con un diagrama de procedencia.
2. Determinar el tiempo del ciclo requerido (C):

$$C = \frac{\text{TIEMPO DE PRODUCCIÓN POR DÍA}}{\text{PRODUCCIÓN DIARIA REQUERIDA EN UNIDADES}}$$

3. Determinar el número de estaciones de trabajo (N) requeridas para satisfacer la limitación del ciclo:

$$N = \frac{\text{SUMA DE LOS TIEMPOS DE LAS TAREAS (T)}}{\text{TIEMPO DEL CICLO (C)}}$$

4. Seleccionar las reglas de asignación de las tareas en las diferentes estaciones de trabajo.
5. Asignar las tareas, una a la vez, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos sea igual al trabajo del ciclo.
6. Evaluar la eficiencia de equilibrio de la estación:

$$E = \frac{\text{SUMA DE LOS TIEMPOS DE LAS TAREAS}}{\text{NÚMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO (N) \times \text{TIEMPO DE CICLO (C)}}$$

**Tiempo de ciclo:** es el tiempo que tarda una unidad en entrar a la línea de ensamble hasta salir.

## 3. Materiales

- Videoprojector
- Cinco mesas de 1,7 m x 0,8 m aproximadamente
- Veinte sillas
- Fichas de Lego
- Papelería
- Herramientas de señalización

## 4. Participantes y duración

- Se tiene proyectado la participación de dos grupos de siete personas cada uno.
- Se estima que la duración de la lúdica es de una hora.

## 5. Espacio requerido

Para el correcto funcionamiento de la lúdica se requiere un salón normal; es decir, de un área de 4 m de ancho por 5 o 6 m de largo.

## 6. Desarrollo de la lúdica

Para desarrollar la lúdica, se explicará el tema del juego, con el fin de que los participantes tengan claros los conceptos necesarios para el desarrollo de la actividad, que consta de los siguientes pasos:

1. **Planeación del juego:** aquí se formarán los grupos que participarán y se les explicará a los jugadores cuál es el desarrollo del juego como tal; es decir, lo que deben hacer, también se indicará qué representa cada uno de los elementos físicos que forman el juego y cómo deben usarlos.
2. **Desarrollo del juego:** se ha diseñado un producto (un juguete) hecho con fichas de Lego, el cual se fabrica en un sistema flow-

shop; los grupos deberán balancear la línea de ensamble de una manera empírica basándose en lo explicado en el paso 1.

- Para ello se les suministrará la información necesaria sobre cada una de las tareas en un puesto ubicado en el centro del recinto. Para mostrar el balanceo de línea, cada grupo tiene disponibles siete estaciones vacías en las que deberán ubicar las tareas, teniendo en cuenta restricciones de precedencia y tiempo de ciclo.
- Posterior a la asignación de tareas, los jugadores se convertirán en operarios y se ubicarán en las estaciones de trabajo creadas por ellos, para llevar a cabo el proceso de producción de un juguete. El grupo que termine primero gana e inmediatamente se suspenden las actividades.
- Por último se hará una socialización acerca de los inconvenientes y las estrategias que tuvo cada uno de los grupos, posibles causas de demora, etc. Los organizadores de la lúdica deben hacer un contraste entre lo realizado por los jugadores y lo que se hace al emplear el método del balanceo de líneas de

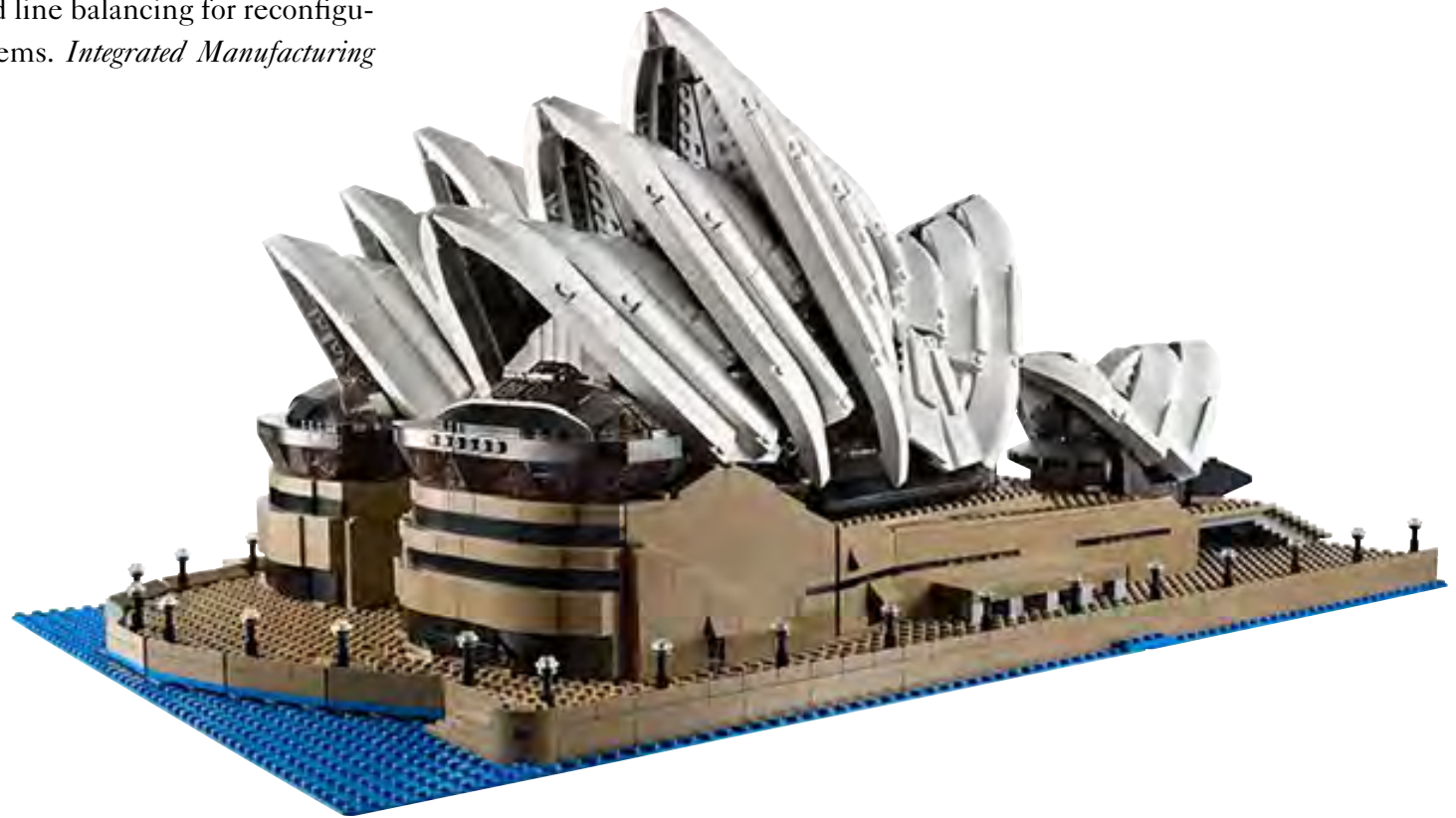
ensamble, con el fin de resaltar sus ventajas y su funcionalidad.

## 7. Posibles preguntas

- ¿Cuáles beneficios se obtienen al balancear una línea de producción?
- ¿Cuáles casos o factores imposibilitan o dificultan el balanceo de una línea de ensamble?
- ¿Existe la posibilidad de que sea más fácil trabajar con las estaciones de trabajo ya existentes en una empresa?
- ¿En cuáles rangos numéricos se puede considerar una buena eficiencia en una línea de ensamble equilibrada?
- ¿Cuáles factores se pueden tener en cuenta a la hora de graficar el diagrama de precedencia en una línea de ensamble?
- ¿Cómo se puede determinar el número de trabajadores por cada estación o máquina al usar el balanceo de línea?

## 8. Referencias

- [1] García, R. (2005). *Estudio del trabajo: ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw-Hill.
- [2] De la Fuente, D. (2008). *Ingeniería de organización en la empresa: dirección de operaciones*. Oviedo: Textos Universitarios Ediuno.
- [3] Sung-Yong, S., Tava, L. O., & Yip-Hoi, D. (2001). An approach to scalability and line balancing for reconfigurable manufacturing systems. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(7), 500-511.



# The Survivor\*

Daniel G. Padilla Chávez\*\*  
Ana V. Vanegas Tordecilla\*\*\*  
Ana M. González Páez\*\*\*\*

Universidad de Córdoba

## Introducción

Los cambios drásticos de la naturaleza han obligado a los seres vivos a adaptarse o a mejorar sus estrategias de supervivencia para evitar su desaparición como especie. Basado en esta dinámica, nació el concepto de “algoritmo genético”, que es utilizado en esta lúdica con el propósito de enseñar de manera práctica cómo los conceptos básicos de la naturaleza pueden llegar a ser importantes para la resolución de problemas cotidianos que se presentan en cualquier ámbito de nuestras vidas.

El conocimiento de este tipo de técnicas de solución de problemas es muy importante, dada su gran utilidad al momento de solucionar problemas de tipo no polinomiales (NP) en el área de optimización combinatoria, sobre todo en problemas de VRP o ruteo de vehículos. De esta manera, al interactuar con los elementos que componen esta técnica, las personas se podrán familiarizar con este algoritmo, facilitando así su comprensión y notando su gran aplicabilidad.

\* Los autores de esta lúdica forman parte del Equipo Creativo para el Estudio y Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eceia), de la Universidad de Córdoba.

\*\* Correo electrónico:  
[digipadilla@hotmail.com](mailto:digipadilla@hotmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[anita4716@hotmail.com](mailto:anita4716@hotmail.com)

\*\*\*\* Correo electrónico:  
[milena\\_ana91@hotmail.com](mailto:milena_ana91@hotmail.com)



# 1. Objetivo general

Implementar una lúdica que facilite la comprensión y exponga la utilidad de un algoritmo genético.

## 2. Objetivos específicos

- Identificar, de manera clara e interactiva, los pasos que generalmente forman un algoritmo genético.
- Mostrar la aplicabilidad de este tipo de herramientas y su importancia en la resolución de problemas.

## 3. Marco teórico

En los últimos años, la comunidad científica internacional ha mostrado un creciente interés en una nueva técnica de búsqueda basada en la teoría de la evolución de Darwin,

conocida como “algoritmo genético”. Esta técnica consiste en un algoritmo matemático altamente paralelo que transforma un conjunto de objetos matemáticos individuales respecto al tiempo, usando operaciones modeladas de acuerdo con el principio darwiniano de reproducción y supervivencia del más apto, tras haberse presentado de forma natural una serie de operaciones genéticas, en una de las cuales las que destaca la recombinación sexual. Cada uno de estos objetos matemáticos suele ser una cadena de caracteres (letras o números) de longitud fija que se ajusta al modelo de las cadenas de cromosomas y se les asocia a una cierta función matemática que refleja su aptitud [1]

Un algoritmo genético es una técnica de programación que imita a la evolución biológica como estrategia para resolver problemas. Dado un problema específico para resolver, la entrada es un conjunto de soluciones potenciales a ese problema y una métrica llamada “función de aptitud”, que permite

evaluar cuantitativamente a cada posible solución [2]. Luego se seleccionan los mejores individuos, los cuales se denominarán “padres”, y seguidamente se cruzan estos padres intercambiando trozos de su material genético para formar un “hijo”; se pasa entonces a la fase de mutación, en la cual se reemplaza uno de los valores del código genético del individuo y, por último, se escoge la mejor solución [3].

De esta forma, los algoritmos genéticos tienen gran aplicación en problemas para los cuales no existen técnicas especializadas, en la resolución de problemas de búsqueda y optimización, aunque pueden tardar mucho en alcanzar la convergencia, o no llegar a converger en absoluto, dependiendo en cierta medida de los parámetros que se utilicen, el tamaño de la población, el número de generaciones, etc. Sin embargo, es destacar que operan simultáneamente con varias soluciones en vez de trabajar secuencialmente, como sucede con las técnicas tradicionales, entre muchas otras ventajas.

## 4. Materiales

- Computador
- Sillas
- Videoprojector
- Hojas de papel
- Dos mesas

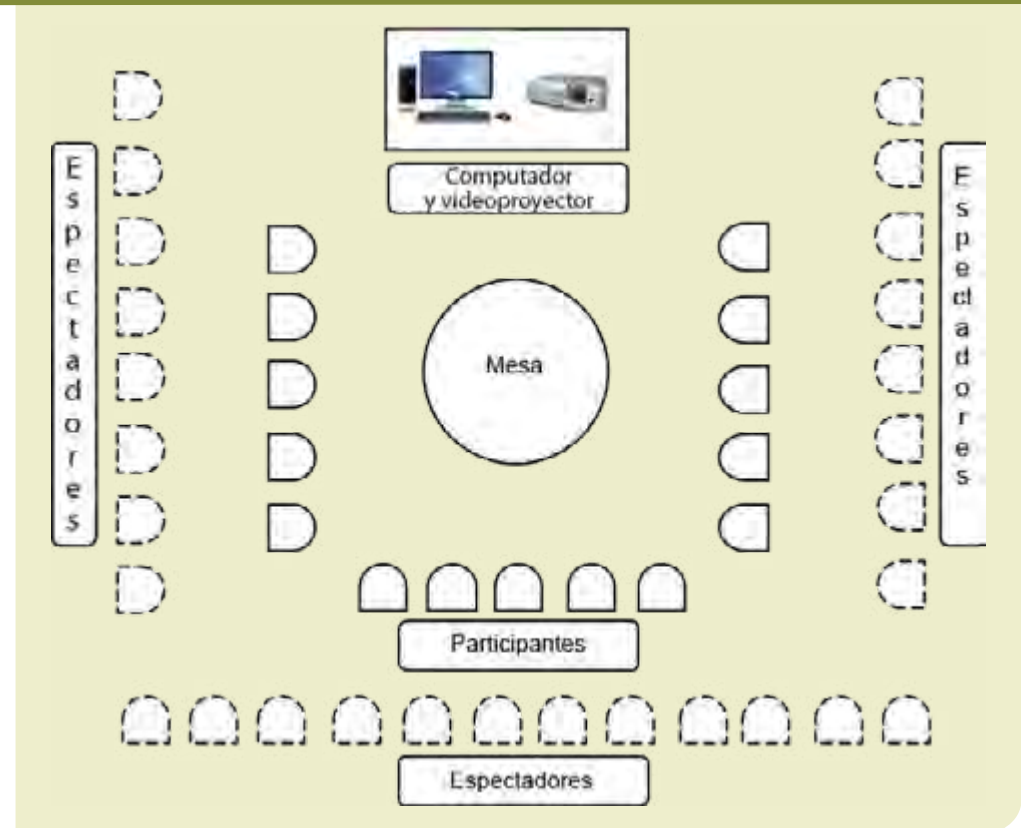
## 5. Participantes y duración

- Para la realización de la lúdica es necesario contar con quince personas, las cuales darán inicio al juego y, conforme este vaya avanzando, el número inicial se irá reduciendo hasta quedar solo el ganador del juego.
- Se estima que el desarrollo de la lúdica tendrá una duración de 45 minutos.

## 6. Espacio requerido

A continuación se presenta la distribución de los participantes (figura 1):

Figura 1. Distribución de los participantes para el desarrollo de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

La secuencia lógica para la ejecución de la lúdica es la siguiente:

1. Se determinarán los quince participantes de la actividad y se explicará la dinámica del juego, el cual consiste en encontrar al “mejor humano” de una población inicial.
2. Se les mostrará a los jugadores una función matemática que deberán maximizar, la cual constará de ocho variables que harán las veces de genes, estos podrán tener un valor determinado, con lo que se formará un código genético.
3. Luego, cada participante deberá acercarse a la mesa dispuesta con una cantidad establecida de números, con el fin de escoger su código genético, que estará constituido por una serie de números equivalentes a las variables que forman la función matemática dada.
4. Los jugadores deberán establecer, entre los números escogidos, cuáles corresponderán a cada variable en la función matemática. De esta forma, al reemplazar cada valor en la variable correspondiente, se podrá calcular el valor de la función objetivo para los datos dados. Posteriormente, se confrontarán los resultados obtenidos por los participantes y los ocho mejores pasarán a la siguiente fase del juego, para la cual se denominarán “padres” (figura 2).

Figura 2. Asignación de valores a las variables (código genético)



5. Seguidamente, los ocho jugadores que continúen deberán formar parejas, como buenos padres, entre las cuales podrán intercambiar sus números (material genético) con tal de alcanzar un valor más alto para la función dada inicialmente, originando de esta manera un “hijo”, que puede ser mejor que sus progenitores.
6. Este nuevo individuo podrá tener la capacidad de mutar para alcanzar un mayor valor. Para esto, cada pareja podrá escoger, de manera opcional, un nuevo número aleatorio de los dispuestos en la mesa, con el fin de reemplazar de manera irreversible alguno (uno solo) de sus valores y aumentar o mejorar así su valor de la función.



7. Finalmente, se escoge el mejor puntaje de todos (el de mayor valor) y este será quien gane el juego.

Una de las posibles preguntas que pueden surgir en el desarrollo de la lúdica es si el número aleatorio en la fase de “mutación” se puede inventar o debe ser escogido también como los otros. Sobre este tema, vale aclarar que el número aleatorio en esta fase se puede inventar, si no se encuentra dentro de los ofrecidos por el juego, pero este debe estar el rango establecido (de 1-15).

## 8. Referencias

- [1] Koza, J. (1992). *Genetic Programming. On the programming of computers by means of natural selection*. Massachusetts, Estados Unidos: MIT Press.
- [2] Marczyk, A. (23 de abril de 2004). *The TalkOrigins Archive*. Recuperado de <http://www.talkorigins.org/faqs/genalg/genalg.html>
- [3] Mitchell, M. (1996). *An introduction to genetic algorithms*. Massachusetts, Estados Unidos: MIT Press.



# Toxic Poker\*

Diego A. Soto de la Vega\*\*

Angélica Cújar Vertel\*\*\*

Universidad de Córdoba

## Introducción

En los puestos de trabajo existen factores de riesgo que amenazan constantemente la salud de los empleados y que potencializan los accidentes laborales. Estos últimos eventos implican costos asociados y afectan de manera significativa la productividad, por eso es indispensable conocer cuáles sistemas de información y seguridad nos permitirán evitar eventos indeseados relacionados con estos factores. Para ello se diseñó un escenario simulado en donde los participantes pueden identificar los factores de riesgo y poner en práctica los sistemas de información y de seguridad que minimicen los efectos negativos.

La lúdica hace alusión a un escenario de tipo empresarial, representado por una mesa de póker, en la cual los participantes personifican gerentes y administradores de una organización, quienes deberán enfrentar una serie situaciones y eventos que implican riesgos psicológicos, físicos, químicos, ergonómicos, mecánicos, eléctricos, biológicos, locativos y públicos, que atentan contra su integridad y la integridad de sus trabajadores. Para tal travesía cuentan con sistemas de información, elementos de protección individual (EPI) y otras herramientas que contrarrestan estas situaciones.

---

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes del Equipo Creativo para el Estudio y Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eceia), de la Universidad de Córdoba.



---

\*\* Correo electrónico:  
[die-soto@hotmail.com](mailto:die-soto@hotmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[licadecapri@msn.com](mailto:licadecapri@msn.com)

Al proyectar temáticas empresariales a ambientes simulados, por medio de la didáctica, los estudiantes podrán conocer las condiciones a las que se expondrán posiblemente en un futuro, al ingresar al ambiente laboral y tomar decisiones de tipo organizacional sin temor a equivocarse, contribuyendo a su formación como futuros profesionales.

## 1. Objetivo general

Facilitar la identificación de factores de riesgo y sus respectivos medios de prevención en el ambiente empresarial a través de un escenario simulado.

## 2. Objetivos específicos

- Analizar algunas condiciones relacionadas con el ambiente laboral y la gestión de riesgos.

- Identificar los diferentes factores de riesgo que existen en el ambiente empresarial.
- Tomar decisiones de tipo organizacional de acuerdo con la gestión de riesgos en un escenario simulado.



## 3. Marco teórico

Según la norma OHSAS 18001: 2007 [1] se define “peligro” como la fuente, situación o acto con el potencial de daño en términos de lesiones o enfermedades, o la combinación de

ambas. Esta definición excluye el daño a los bienes o al ambiente del lugar de trabajo; estos se incluyen en el campo de la gestión de activos. Por otro lado, la norma define riesgo como combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento o exposición peligrosa y la severidad de las lesiones, daños o enfermedad que puede provocar el evento o la exposición.

La GTC 45 [2] define un factor de riesgo como todo elemento cuya presencia o modificación aumenta la probabilidad de producir un daño a quien está expuesto a él. Los factores de riesgo pueden ser:

- Físicos: aquellos factores ambientales de naturaleza física que pueden provocar efectos adversos a la salud según sea su intensidad, exposición y concentración.
- Químicos: toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, el manejo, el transporte, el almacenamiento o el uso puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, que pueden provocar lesiones sistémicas.

- **Biológicos:** aquellos seres vivos, ya sean de origen animal o vegetal, y todas aquellas sustancias derivadas de estos, presentes en el puesto de trabajo.
- **Psicolaborales:** aquellos aspectos intrínsecos y organizativos del trabajo y a las interrelaciones humanas que, al interactuar con factores humanos endógenos (edad, patrimonio genético, antecedentes psicológicos), y exógenos (vida familiar, cultural, etc.), tienen la capacidad potencial de producir cambios sociológicos del comportamiento.
- **Por carga física:** aquellos aspectos de la organización del trabajo, de la estación o del puesto de trabajo y de su diseño que pueden alterar la relación del individuo con el objeto técnico, produciendo problemas en este, así como en la secuencia de uso o la producción.
- **Mecánicos:** objetos, máquinas, equipos, herramientas que por sus condiciones de funcionamiento, diseño o forma, tamaño, ubicación y disposición tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas o materiales, provocando lesiones en los primeros o daños en los segundos.
- **Eléctricos:** se refieren a los sistemas eléctricos de las máquinas, los equipos que al entrar en

contacto con las personas o las instalaciones y materiales pueden provocar lesiones a las personas y daños a la propiedad.

- **Locativos:** condiciones de las instalaciones o áreas de trabajo que, bajo circunstancias no adecuadas, pueden ocasionar accidentes de trabajo o pérdidas para la empresa.

Asimismo, Castillo [3] define al sistema de seguridad y salud ocupacional como el conjunto de medidas técnicas y procedimientos establecidos para disminuir el riesgo antes de que se produzca algún daño derivado del trabajo, creando un ambiente de seguridad física, una situación de bienestar personal, un círculo de trabajo idóneo, una economía de costos importantes y una imagen de modernización y filosofía de vida humana, en el contexto de la actividad laboral contemporánea.

Ley 9 de 1979 de Colombia, art. 80 [4], estipula las obligaciones de las organizaciones para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones. Algunas hacen referencia a la prevención del daño para la salud de las personas, la protección frente a agentes

de riesgo de tipo biológico, orgánico, mecánico y otros; la eliminación o el control de todo tipo de agentes nocivos para la salud en lugares de trabajo, y a la protección de la salud frente a radiaciones y sustancias peligrosas. Estas pautas implican la implementación de un sistema de seguridad y salud ocupacional en la empresa.

Por otra parte, Narocki [5] menciona que el verdadero volumen de los costes que generan los accidentes y las enfermedades laborales es superior al reflejado en las cuentas empresariales, quedando una parte oculta bajo diversos epígrafes contables. Estos son los llamados costes ocultos o indirectos de la siniestralidad, que a semejanza de los icebergs esconden la mayor parte de su volumen. Es necesario que las empresas conozcan dichos costes, pues su monto pasa a constituir un incentivo potencial para un cambio en la asignación de recursos hacia un modelo preventivo; así el coste de los accidentes se convertiría en un elemento de motivación.

## 4. Materiales

- Mesas
- Sillas
- Computador
- Videoprojector
- Baraja de cartas de riesgos
- Baraja de cartas de protección
- Dinero didáctico

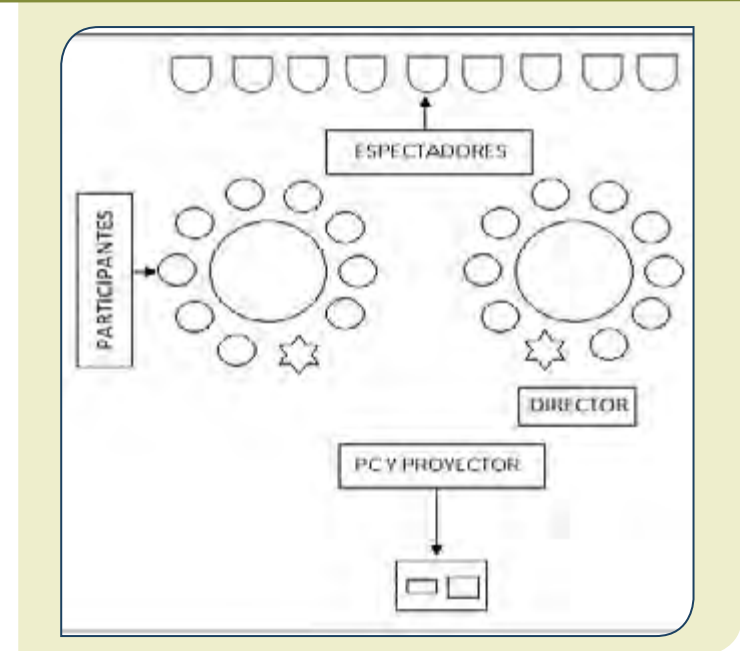
## 5. Participantes y duración

- La lúdica contará con la colaboración de mínimo once participantes (incluidos los directores). Estos tendrán roles de directores, personas encargadas en la orientación de la lúdica, y gerentes o administradores, encargados de tomar las decisiones para prevenir o combatir los riesgos.
- Se estima que el desarrollo de la lúdica tendrá una duración aproximada de cincuenta minutos.

## 6. Espacio requerido

El espacio requerido para el correcto funcionamiento de la lúdica será de un salón dotado con los materiales descritos anteriormente. La figura 1 muestra la disposición del espacio necesario.

Figura 1. Disposición del espacio



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

El juego didáctico hace alusión a un escenario de tipo empresarial, representado por medio de una mesa de póker, en la cual los participantes personifican gerentes y administradores

de una organización, que deberán enfrentar una serie situaciones y eventos que implican riesgos psicosociales, físicos, químicos, ergonómicos, mecánicos, entre otros, que atentan contra su integridad y la integridad de sus trabajadores.

Para tal travesía cuentan con recurso financiero, sistemas de información, elementos de protección individual (EPI) y otras herramientas que contrarrestan estas situaciones (figura 2).

Figura 2. Logotipo del juego y visualización del escenario



Fuente: elaboración propia.

Para el desarrollo de la lúdica inicialmente se realiza una introducción al tema, invitando al público a ser partícipe de la ella, la cual se desarrolla de la siguiente forma:

1. La partida inicia al proporcionarle a cada jugador un capital inicial y dos cartas, en este caso las cartas corresponden a herramientas de protección.
2. Se colocaran en la mesa dos cartas asociadas a situaciones de alto riesgo; los participantes deberán arriesgar la cantidad de dinero que suponen tendrían que costear en caso de caer en estas situaciones.
3. Se ubica en la mesa una tercera carta de riesgo y se realizará el aporte por cada jugador.
4. Se sitúa una cuarta carta en la mesa de riesgo y se procede a la respectiva contribución.
5. Posteriormente, cada jugador mostrará sus cartas de protección y se definirá el ganador de la partida al analizar las cartas de todos los jugadores. El ganador será

aquel cuyas cartas lo protejan de mejor manera ante estas situaciones riesgosas.

- La lúdica finaliza luego de varias corridas, en las cuales pueda visualizarse un ganador, el cual es aquel gerente que posea más capital y que haya incurrido en menos costos asociados debido a los riesgos, como resultado de su excelente gestión en la organización. Luego de esto, se procede a escuchar sus observaciones y conclusiones, así como las conclusiones de los demás participantes.

Para un mejor entendimiento procedemos a definir los elementos correspondientes de esta lúdica o escenario simulado:

La *baraja o naipe*, compuesta por cartas de riesgos y cartas de protección. Las cartas de riesgo, mostradas en la figura 3, simbolizan esas situaciones que comúnmente se presentan en la vida laboral, que afectan la salud de los trabajadores y que, por consiguiente tengan repercusiones sobre la productividad, por ejemplo, el caso de posturas inadecuadas por parte de los trabajadores, puestos de trabajo mal diseñados, agentes biológicos que atenten

contra la salud, manejo inadecuado de sustancias químicas, condiciones físicas inadecuadas para trabajar, horarios de trabajo muy extenuantes, exceso de asignación de responsabilidades a un cargo, entre otras. Para enfrentar y prevenir estas situaciones existen una gran variedad de técnicas, sistemas y elementos que los participantes como gerentes y administradores podrán utilizar (elementos de protección personal, capacitaciones sobre buenas posturas dentro del puesto de trabajo, técnicas para mitigar el estrés en los trabajadores, etc.), tal como se muestra en las cartas de la figura 4.

Figura 3. Cartas de riesgos



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Cartas de protección



Fuente: elaboración propia.

Otro elemento es el *capital de inversión*, el cual hace alusión al presupuesto destinado para implementar los planes de acción contra los riesgos. Este capital representa la importancia económica de realizar una adecuada gestión de riesgos dentro de las organizaciones y será fiel indicador de cómo una falla dentro del programa de salud ocupacional de una empresa puede llevar consigo graves pérdidas monetarias; un ejemplo podría ser el hecho de una

demanda realizada por un trabajador que sufrió un accidente de trabajo o una enfermedad profesional por negligencia de la organización, o una significativa disminución de la productividad debida a los constantes accidentes o a los inadecuados métodos llevados a cabo dentro del proceso productivo.

Este capital de inversión se ve reflejado en siete costos mencionados por Narocki [2], como se muestra en la figura 5:

- Pérdida de la buena imagen corporativa.
- Gastos salariales por contratación de nuevo personal.
- Productos defectuosos.
- Disminución de la productividad.
- Gastos extras no cubiertos por las aseguradoras.
- Gastos administrativos por papeleo e investigación.
- Huelgas y desmotivación de los empleados.



## 8. Referencias

Figura 5. Capital de inversión



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, con la implementación de la lúdica, los participantes fueron capaces de visualizar los siete costos asociados a la gestión de riesgos, los cuales en nuestro mundo empresarial son ignorados y normalmente son cargados a los costos de operación por la falta de conocimiento y la difícil visualización de estos. De igual manera pudieron observar cómo estos siete costos afectan de manera significativa el desempeño normal de toda la organización.

- [1] Asociación Española de Normalización y Certificación (Aenor). (2007). *OHSAS 18001:2007. Sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. Requisitos*. Madrid: Aenor.
- [2] GTC 45. Guía Para el diagnóstico de condiciones de trabajo o panorama de factores de riesgos, su identificación y valoración. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec).
- [3] Castillo, L. (2009). Procedimiento para la gestión de los riesgos laborales de forma integrada y con un enfoque de procesos y su implicación en los resultados económicos, en la calidad de vida laboral y la productividad del trabajo. Observatorio de la Economía Latinoamericana. Recuperado de <http://eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2009/lacr.htm>.
- [4] Congreso de la República de Colombia. (16 de julio de 1979). Ley 9 de 1979. Por la cual se dictan Medidas Sanitarias. *Diario Oficial* N.º 35308.
- [5] Narocki, C. (1999). Si la prevención es rentable, ¿por qué no la han descubierto los empresarios? Una revisión de propuestas para políticas en salud laboral. *Cuadernos de Relaciones Laborales UCM*, 14, 101-133.

# Main-Types\*

## Introducción

El mantenimiento se define como la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene en (o se restablece a) un estado donde puede desarrollar las funciones designadas [1]. Con el paso de los años, se ha vuelto casi obligatorio incorporar unidades de mantenimiento en las empresas, pues esto favorece un mejor cumplimiento de las metas de producción, reduciendo las probabilidades de ocurrencia de fallas en los equipos, evitando accidentes y, finalmente, estimulando un mejor ambiente laboral.

Una de las industrias donde más relevancia tienen los procesos de mantenimiento es la automotriz, ya que se busca garantizar que

los procesos y la maquinaria requerida se ejecuten de la mejor manera posible, con el fin de garantizar vehículos de calidad.

De esta manera, la presente lúdica tiene como propósito describir y comparar la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo para medir y comparar indicadores que muestren las ventajas y limitaciones que pueden presentar.

Por otra parte, se busca analizar algunos casos interesantes que ilustran la preeminencia que tiene el mantenimiento de acuerdo con aquellas áreas o etapas críticas del proceso, como las secciones con mayor flujo de materiales o procesos, entre otros aspectos interesantes.

---

\* Los autores de esta lúdica son estudiantes que forman parte del Equipo Creativo para el Estudio y Enseñanza de la Ingeniería Industrial Aplicada (Eccia), de la Universidad de Córdoba.

Luz D. Sáez Betancourt\*\*

Tobías Alfonso Parodi\*\*\*

Yúldor López Escobar\*\*\*\*

José M. Vergara Taboada\*\*\*\*\*

Universidad de Córdoba



---

\*\* Correo electrónico:  
[luchy1199@gmail.com](mailto:luchy1199@gmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[toalpha716@hotmail.com](mailto:toalpha716@hotmail.com)

\*\*\*\* Correo electrónico:  
[yul\\_0724@hotmail.com](mailto:yul_0724@hotmail.com)

\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[sejo\\_1991@hotmail.com](mailto:sejo_1991@hotmail.com)

## 1. Objetivos

- Recrear los escenarios de mantenimiento preventivo y correctivo mediante una línea de ensamble de vehículos, con el fin de comparar los resultados y adoptar posiciones sobre cada uno de ellos.
- Describir el recorrido que sigue una línea de producción de vehículos y las posibles fallas o paradas que se pueden presentar.
- Conocer cuáles son las estaciones más críticas en las que es más importante la ejecución de labores de mantenimiento.
- Analizar la relación costo-beneficio que tiene el mantenimiento preventivo respecto al tiempo total de operación de las jornadas de operación.
- Valorar el impacto que tiene la correcta ejecución del mantenimiento en las máquinas e instalaciones manejadas por los operarios.
- Reconocer la importancia de mantener los equipos en su mejor estado de funcionamiento, generando a la vez una atmósfera de confianza entre los trabajadores que los manipulan.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Los sistemas de mantenimiento y su importancia

Se define “mantenimiento” como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento) [2].

La creciente competencia y la demanda por parte de los clientes de una entrega oportuna de productos de alta calidad han obligado a los fabricantes a adoptar la automatización, lo que ha dado lugar a inversiones muy grandes en equipo. Para alcanzar las tasas de rendimiento de la inversión fijada, el equipo tiene que ser confiable y tratar de mantenerse en ese estado sin que se den paros de trabajo y reparaciones costosas. Muchas compañías manufactureras han implementado “programas justo a tiempo” (JIT), y están operando con inventarios de trabajo en proceso tan bajos que no existen reservas de inventario que puedan utilizarse en caso de que ocurra una avería prolongada en



el tiempo. Estas dos tendencias han llevado al primer plano la función de mantenimiento como una actividad clave en las empresas manufactureras [1].

Por otra parte, un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia el logro de un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción.

Los sistemas de producción generalmente se encargan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes. La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo, la cual genera una demanda de mantenimiento.

El sistema de mantenimiento toma esto como entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

## 2.2 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo:** se lleva a cabo cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación para este tipo de mantenimiento. Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no puede justificarse. Esta estrategia se conoce como estrategia de operación mientras que falle [1].
- **Mantenimiento preventivo basado en el tiempo o en el uso:** se trata de cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales. Puede realizarse basándose en el uso o en las condiciones del equipo. Cuando se basa en el uso o en el tiempo, se lleva a cabo según las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación, por lo que las rutinas específicas son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se requiere un conocimiento de la distribución de las fallas o de la confiabilidad del equipo.

- **Mantenimiento preventivo basado en las condiciones:** se lleva a cabo a partir de las condiciones conocidas del equipo. Esta condición se determina vigilando los parámetros clave del equipo, cuyos valores se ven afectados por la condición de este. A esta estrategia también se le conoce como mantenimiento predictivo.

El mantenimiento preventivo, en esencia, se encarga de encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. Puede definirse como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por usuarios, operadores y equipo de mantenimiento. Sirve para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, los edificios, las máquinas, los equipos, los vehículos, etc. [3].

## 2.3 Objetivos del mantenimiento

El diseño y la implementación de cualquier sistema organizativo, y su posterior informatización, debe siempre tener presente que está al servicio de unos determinados objetivos. Cualquier sofisticación del sistema debe ser contemplada con gran pruden-

## 4. Participantes y duración

cia en evitar, precisamente, que se enmascaren dichos objetivos o se dificulte su consecución (Monografías, 2007).

En el caso del mantenimiento, su organización y su información deben estar encaminadas a la permanente consecución de los siguientes objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo
- Disminución de los costos de mantenimiento
- Optimización de los recursos humanos
- Maximización de la vida de la máquina

## 3. Materiales

- Cronómetros.
- Datos.
- Papelería.
- Contenedores, llantas, defensas, chasis, carrocería, alerón trasero, ejes, radiador, tornillos.
- Mesas.
- Sillas.
- Videoprojector.

- Se requieren seis personas entre operarios, patinadores y moderadores de la lúdica.
- El tiempo estimado para el desarrollo de la lúdica es de quince minutos, de los cuales los últimos cinco serán dedicados a la socialización de los resultados de la actividad.

## 5. Espacio requerido

Para el correcto funcionamiento de la lúdica se necesita un espacio de 1,5 × 2,5 m, que será empleado para la ubicación de los operarios en las mesas y para el correcto desplazamiento del patinador.

## 6. Desarrollo de la lúdica

A continuación, se presentan los pasos para la ejecución de las actividades de cada operario y algunas preguntas para tener en cuenta:

- Estación I: aquí el operario se encarga de la articulación de los ejes y el radiador en la carrocería del auto.

## 7. Referencias

- Estación II: en esta se realizará el ensamble del vidrio panorámico en el chasis, y posteriormente el montaje del conjunto en la carrocería.
- Estación III: aquí el operario realiza el montaje de las defensas delanteras y traseras, también ensambla el alerón del vehículo.
- Estación IV: finalmente, se procede al ensamble de las llantas delanteras y traseras y se ubica el producto terminado en locaciones temporales de las cuales el vehículo se llevará al almacén de productos terminados.

El patinador dispondrá de un dado, el cual se lanzará en dos ocasiones: en la primera para definir en qué estación se llevará a cabo el mantenimiento, en la segunda ocasión, para especificar el tipo de problema que se presente. Los tiempos de lanzamiento varían de acuerdo con el tipo de mantenimiento que se quiere representar, el cual será de uno y tres minutos para el mantenimiento correctivo y preventivo, respectivamente. Los operarios dispondrán de un formato donde reportarán el problema que se presente, el cual es entregado al patina-

dor, que se encargará de su gestión para la solución del problema en cuestión.

Por último, se contabilizan la cantidad de unidades procesadas, el inventario de productos en proceso, el tiempo utilizado para la producción, indicadores de mantenimiento y demás observaciones necesarias.

Entre las preguntas que se podrían formular en el desarrollo de la lúdica, se pueden citar las siguientes:

- ¿Por qué el tiempo de lanzamiento de los dados es diferente en las dos corridas?
- ¿Qué implica que los operarios tengan conocimiento técnico de las máquinas que están manipulando?
- ¿En cuál de los casos se presentaría mayor ahorro de recursos?
- ¿Qué tanto influye en la producción el tipo de estación donde se esté llevando a cabo el mantenimiento?
- ¿Cuáles son las áreas críticas que más atención merecen?

[1] Duffuaa, R. y Dixon (2007). *Sistemas de mantenimiento, planeación y control: sistemas de mantenimiento*. México: Limusa.

[2] García Garrido, S. (2003). Organización y gestión integral del mantenimiento (cap. I: “Qué es mantenimiento”, pp. 1-2). Madrid: Díaz de Santos.

[3] Mantenimientoplanificado.com (2008). Mantenimiento preventivo. Recuperado de <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20guadalupe%20articulos/MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>

## 8. Bibliografía complementaria

Monografías.com (2007). Mantenimiento y seguridad industrial.

# LanceL'anzuelo

## Introducción

**L**anceL'anzuelo es un juego académico que surge como iniciativa del grupo de investigación Ludens (Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia), con la intención de desarrollar un aplicativo que permita reproducir una situación donde los actores se ven enfrentados a tomar decisiones en cuatro empresas pesqueras ubicadas, hipotéticamente, en el golfo de Urabá.

Así, se pretende llegar a los estudiantes de ingeniería que cursan componentes aca-

démicos como Introducción a la Economía, Microeconomía o Administración, con conceptos como “mercado imperfecto” y sus derivaciones, “equilibrio”, “demanda-recurso”, “tragedia de los comunes”, parámetros para la toma de decisiones gerenciales y conciencia ambiental, recreando mediante el micromundo del juego momentos de acercamiento a situaciones reales donde las decisiones basadas en la utilidad invisibilizan los impactos de las empresas sobre el contexto ambiental y social.

Daniel Torres Henao\*  
Camilo Montoya Zapata\*\*  
Carolina Castañeda Pérez\*\*\*  
Simón Betancur Gómez\*\*\*\*  
Julieth Giraldo Marín\*\*\*\*  
Daniel Isaza\*\*\*\*\*  
Juan Felipe Morales\*\*\*\*\*  
Santiago del Valle\*\*\*\*\*  
Éric Castañeda Gómez\*\*\*\*\*

Universidad de Antioquia

- 
- \* Estudiante de Ingeniería Industrial, Correo electrónico: [dantor9007@gmail.com](mailto:dantor9007@gmail.com)
  - \*\* Estudiante de Ingeniería Industrial, Correo electrónico: [camilomontoyazapata@gmail.com](mailto:camilomontoyazapata@gmail.com)
  - \*\*\* Profesora del Departamento de Ingeniería Industrial, Correo electrónico: [carolina.cp08@gmail.com](mailto:carolina.cp08@gmail.com)
  - \*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial, Correo electrónico: [argonautxxx@gmail.com](mailto:argonautxxx@gmail.com)
  - \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería Industrial, Correo electrónico: [miyugiraldo@gmail.com](mailto:miyugiraldo@gmail.com)
  - \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Correo electrónico: [nanidurazno@gmail.com](mailto:nanidurazno@gmail.com)
  - \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Correo electrónico: [juanfelipem@gmail.com](mailto:juanfelipem@gmail.com)
  - \*\*\*\*\* Estudiante de Ingeniería de Sistemas, Correo electrónico: [santdelv@gmail.com](mailto:santdelv@gmail.com)
  - \*\*\*\*\* Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial, Correo electrónico: [industrialnivel1@gmail.com](mailto:industrialnivel1@gmail.com)

# 1. Objetivos

- Analizar las fortalezas y las debilidades a la hora de tomar decisiones basados en datos.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Generar ambientes que propicien el análisis sistémico a la hora de enfrentar problemas, así como la sensibilización sobre las consecuencias sociales y ambientales de las decisiones relativas al entorno empresarial.

## 2. Marco teórico

### 2.1 El juego *Fish Bank* como base del proyecto de investigación

Como base para desarrollar el proyecto de investigación se tomó el juego de *Fish Bank*, desarrollado por Dennis Meadows en 2001. Esta lúdica se lleva a cabo con un máximo de cuatro grupos y un mínimo de dos, cada uno de los cuales debe tener al menos dos participantes; la idea es administrar una compañía pesquera durante diez



temporadas, operando inicialmente con una pequeña flota de barcos que podrá ir aumentando a medida que el juego avanza y se hace necesaria la toma de decisiones. El objetivo principal está centrado en la maximización de beneficios (ganancia económica), de acuerdo con ciertas políticas, reglas e información que se suministran al iniciar la lúdica. Al final, ganará aquella compañía que logre obtener precisamente la mayor utilidad [1].

En este juego se aborda principalmente el tema del uso racional de los recursos no renovables y el desarrollo sostenible, lo que conduce a otros temas implícitos como la “tragedia de los comunes”, que trata la explotación de recursos de propiedad común que son considerados por los decisores como inagotables, cuando en realidad con el uso indiscriminado los están llevando a un agotamiento certero [2]. Estos temas que conlleva la lúdica son la inspiración para crear



un aplicativo donde los decisores empleen conceptos de ingeniería industrial asociados principalmente a las asignaturas descritas anteriormente, para darle solución al problema que plantea el juego *Fish Bank* original y a las variaciones que desde la interacción de los participantes puedan darse, puesto que el juego como se implementa actualmente no permite la comunicación entre los jugadores.

Para garantizar esta interacción entre los participantes del juego, se pretende que el aplicativo sea *multiplayer*; es decir, un dispositivo que permite que varios jugadores protagonizar el conflicto planteado y dar soluciones adecuadas a dichos problemas.

## **2.2 E-learning y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)**

El *e-learning* es una forma de educación a distancia que integra el uso de las TIC para la

enseñanza, que utiliza una plataforma virtual que permite la interacción entre el docente y el estudiante, en una relación similar a la de la modalidad presencial, a través del uso de material educativo insertado en un entorno virtual.

El *e-learning* tiene un amplio alcance, que es imaginable desde su definición tecnológica, porque cubre un amplio conjunto de aplicaciones y procesos como el aprendizaje basado en la red, el aprendizaje apoyado en tecnologías computacionales, las aulas de clase virtuales y la colaboración digital. Esto incluye la disponibilidad de contenido vía internet, el uso de video y audio, y toda aquella tecnología que permita una comunicación fluida y eficaz [3].

Este tipo de tecnología aplicada a la educación supone cambios culturales y de realización de los procesos pedagógicos, puesto que en esta instancia se cuestiona si el método utilizado es útil, si a los estudiantes les gusta y es efectivo a la hora de transmitir

conocimiento, además de reevaluar las características de los docentes en cuanto a sus capacidades para utilizar la tecnología en sus clases; es también un reto económico y social para la universidad, pues esto acarrea inversión y rompe los paradigmas de la educación tradicional (Montes et ál., 2006, pp. 87-99).

Ude@, como modalidad semipresencial de educación superior, utiliza el *e-learning* para su funcionamiento apoyándose en la plataforma Moodle, que es flexible en cuanto al uso de las TIC para el desarrollo de los cursos; es una forma de desarrollar las capacidades del docente para expresar su conocimiento y transmitirlo, tratando de que el estudiante acceda a este de una forma clara y creativa.

Las TIC, por sí solas, no cumplen la función educativa; son un soporte para desarrollar un método de enseñanza y un medio para el aprendizaje, cuya efectividad depende de su uso y del ingenio de quien las emplee.

### 3. Materiales

- Sala de cómputo con acceso a internet

### 4. Participantes y duración

- Entre 8 y 32 personas
- Dos horas y media

### 5. Espacio requerido

Para llevar a cabo la actividad, se requiere una sala de cómputo para aproximadamente cuarenta personas. Pueden ubicarse dos personas por computador.

### 6. Desarrollo de la lúdica

1. Se selecciona el número de compañías pesqueras que van a jugar, según el número de participantes.
2. A cada compañía se le asigna un nombre y una contraseña, para que puedan acceder al juego, ubicado en <http://illusionwaregames.com/ludens/>
3. Mientras se familiarizan con el entorno del aplicativo, a los participantes se les da información clave para la toma de decisiones ubicada en el sitio <https://sites.google.com/site/proyectolancelanzuelo/home>
4. Se da un tiempo prudente para que cada compañía lea la guía del usuario y la trama del juego; esta información está disponible en el sitio anterior, en la pestaña “manual de usuario” y “trama del juego”.
5. Se aclaran dudas sobre el funcionamiento del aplicativo y las decisiones que debe tomar cada compañía.
6. Se define una hora para comenzar con el desarrollo del juego.
7. Pasados los doce trimestres de juego (dos horas), se comparten las estrategias de cada compañía y los resultados obtenidos.
8. Los directores de la lúdica retroalimentan, basados en la teoría general de sistemas, el comportamiento del entorno en el cual las empresas desarrollaban su labor de pesca.
9. Se formulan preguntas a los actores involucrados en la lúdica, relacionadas con alianzas estratégicas, análisis de información, planeación, análisis sistémico, entre otros temas relacionados con ambientes empresariales.

## 7. Referencias

- [1] Pêchouêek, M., Petta, P., y Varga, L. (2005). Multi-agent systems and applications IV: *4th International Central and Eastern European Conference on Multi-Agent Systems*. Ceemas, Budapest, pp. 568-575.
- [2] Hardin, G. (Dec., 1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 13, 1243-1248.
- [3] Schneckenberg, D. (2004). El e-learning transforma la educación superior. *Educar*, 13, 143-156.

## 8. Bibliografía complementaria

- Díaz, F., y Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Paredes Ortiz, J. (2003). *Juego, luego soy: teoría de la actividad lúdica*. Sevilla: Wanceulen.
- Velásquez Navarro, J. (2008). *Ambientes lúdicos de aprendizaje: diseño y operación*. México: Trillas.
-

# Diviértete y gana con seguridad\*

## Introducción

Esta lúdica tiene como propósito que los estudiantes aprendan de una manera más dinámica y divertida los conceptos generales relacionados con la seguridad y la salud ocupacional estipulados en la norma OHSAS 18001, que establece un conjunto de requisitos relacionados con los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. Para esto, se revisará también la norma OHSAS 18002, que describe el propósito, las entradas típicas, los procesos y las salidas típicas relacionados con cada requisito de la NTC-OHSAS 18001, y que tiene como

fin ayudar a entenderla e implementarla, permitiendo así que la organización controle sus riesgos laborales y mejore su rendimiento en materia de seguridad y salud.

Finalmente, se plantearán algunas situaciones propuestas con las cuales se espera que el participante logre una competencia cognitiva para solucionar problemas similares a los que probablemente se encontrará en el campo laboral y, de esta manera, contextualice los conceptos aprendidos en el aula de clase.

---

\* Los autores de este trabajo pertenecen a la Comunidad Lúdica de Estudios Interdisciplinarios (CLEI), de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

Elvira Gómez Verjel\*  
Maruins Ponce Montero\*\*  
Huberth Alvarado Madrid\*\*\*

Fundación Universitaria  
Tecnológico Comfenalco.



---

\* Correo electrónico:  
[elvira.gv@hotmail.com](mailto:elvira.gv@hotmail.com)  
\*\* Correo electrónico:  
[marks1995@hotmail.com](mailto:marks1995@hotmail.com)  
\*\*\* Correo electrónico:  
[jabr\\_92@hotmail.com](mailto:jabr_92@hotmail.com)

## 1. Objetivo general

Conocer los conceptos y métodos tratados en las OHSAS 18001-18002 en un lugar de trabajo, mediante la formulación de preguntas y situaciones problémicas que permitan al estudiante aplicar conocimientos en un contexto específico.

## 2. Objetivos específicos

- Identificar los factores fundamentales que una empresa debe conocer para comenzar a instaurar un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional a partir de las respuestas obtenidas durante el juego.
- Concientizar a los participantes sobre la importancia de implementar un sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional como estrategia de competitividad para el progreso de una empresa.

## 3. Marco teórico

Las organizaciones de todo tipo están cada vez más preocupadas por lograr y demostrar un desempeño sólido en cuanto a seguridad y salud ocupacional (S y SO), mediante el control de los riesgos asociados, en coherencia con su política y objetivos en dichas áreas, todo esto dentro del contexto de una legislación cada vez más estricta, el desarrollo de políticas económicas y otras medidas que fomenten buenas prácticas al respecto, y la creciente preocupación expresada por las partes interesadas en aspectos de S y SO.

La norma OHSAS especifica los requisitos para un sistema de gestión de S y SO que le permita a una organización desarrollar e implementar una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales e información acerca de riesgos de S y SO. Se busca su aplicación en todo tipo y tamaño de organizaciones, dando cabida a diversas condiciones geográficas, culturales y sociales. El éxito del sistema depende del compromiso de todos los niveles y funciones

de la organización, especialmente de la alta dirección. Un sistema de este tipo posibilita que una organización desarrolle una política de S y SO, establezca objetivos y procesos para lograr los compromisos de la política, emprenda las acciones necesarias para mejorar su desempeño y demuestre la conformidad del sistema con los requisitos de la presente norma. El objetivo general de esta norma OHSAS es apoyar y promover buenas prácticas de S y SO que estén en equilibrio



con las necesidades socioeconómicas. Vale la pena observar que muchos de los requisitos se pueden abordar de manera simultánea, o revisarlos en cualquier momento.

### 3.1 Conceptos básicos

- **Salud:** estado completo de bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedad (Organización Mundial de la Salud).
- **Trabajo:** actividad necesaria para suministrar bienes o servicios, mediante esfuerzo físico o mental, para beneficio propio o de la sociedad.
- **Condiciones de trabajo:** cualquier característica del trabajo que pueda tener una influencia en la salud física, psíquica y social del trabajador.
- **Riesgo laboral:** posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo.
- **Prevención:** conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fa-

ses de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

- **Seguridad y salud ocupacional (S y SO):** condiciones y factores que afectan o pueden afectar la salud y la seguridad de los empleados u otros trabajadores (incluidos los trabajadores temporales y el personal por contrato), visitantes o cualquier otra persona en el lugar de trabajo.
- **Sistema de gestión de S y SO:** parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política de S y SO (3.16) y gestionar sus riesgos de S y SO.
- **Valoración del riesgo:** proceso de evaluación de los riesgos surgidos de unos peligros, teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y la posibilidad de decidir si los riesgos son aceptables o no.

En Colombia, para valorar el nivel de riesgo que tiene una actividad económica (empresa), se aplica el artículo 26 del Decreto 1295 de 1994 sobre Administración y Organi-

zación del Sistema General de Riesgos Profesionales, según el cual se dan las siguientes clases de riesgo:

**Clase V:** riesgo máximo (fundiciones).

**Clase IV:** riesgo alto (formulación de sustancias químicas).

**Clase III:** riesgo medio (hospitales generales).

**Clase II:** riesgo bajo (zootecnia, cría de animales domésticos y veterinaria).

**Clase I:** riesgo mínimo (centro de educación)

- **Factores de riesgo:** aquellas condiciones de trabajo que pueden provocar un riesgo al llevar a cabo una tarea de forma incorrecta.

## 4. Clasificación de los factores

Para el estudio y el control de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales existen varias clasificaciones de los

factores de riesgo. La siguiente es la clasificación de los factores de riesgo en función de los efectos para la salud y la integridad de los trabajadores.

#### 4.1 Factores de riesgo del ambiente de trabajo o microclima laboral

Estas condiciones se caracterizan por estar normalmente presentes en todos los ambientes que habitamos. Su exceso o defecto puede producir alteraciones en la comodidad, la salud y el rendimiento de las personas, convirtiéndose en un factor de riesgo. Entre estos, se destacan:

- Temperaturas extremas (calor o frío)
- Niveles de luz natural inadecuados
- Aireación natural deficiente
- Humedad relativa y lluvias
- Electricidad atmosférica
- Presiones barométricas anormales

#### 4.2 Factores de riesgo contaminantes del ambiente

##### *De tipo físico (no mecánicos)*

Son todos los fenómenos de **naturaleza física no mecánicos** que se presentan durante el trabajo y que pueden

causar enfermedades y lesiones orgánicas a los trabajadores:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Electricidad estática.
- Radiaciones ionizantes (rayos x, gamma, alfa, beta, neutrones).
- Radiaciones no ionizantes (ultravioleta, infrarrojos, microondas, radiofrecuencias, láser).

##### *De tipo químico*

Son todas las sustancias o materiales que según su estado, naturaleza, condiciones físico-químicas y presentación pueden causar alteración del ambiente, enfermedades o lesiones a los trabajadores:

- Aerosoles
- Polvos
- Humos
- Neblinas
- Gases y vapores
- Sólidos
- Líquidos



##### *De tipo biológico*

Son todos los organismos o materiales contaminados que se encuentren en los lugares o áreas geográficas de trabajo, que pueden transmitir a los trabajadores expuestos patologías, directa o indirectamente:

- Organismos microscópicos como bacterias, virus, hongos, parásitos.

- Organismos macroscópicos, como ácaros (piojos) o artrópodos (garrapatas).
- Personas y animales enfermos o portadores sanos.
- Basuras.
- Vectores como zancudos del paludismo, dengue, leishmaniasis.
- Animales venenosos, como serpientes, alacranes.
- Vegetales tóxicos o irritantes.

### 4.3 Factores de riesgo productores de insalubridad locativa y ambiental

Son aquellos factores de riesgo que se caracterizan por ser fuente de molestias o de posibles enfermedades para el trabajador, debido al deficiente servicio, a la falta o estado inadecuado de sanidad locativa y ambiental:

- Desechos y olores desagradables.
- Acumulación de basuras.

- Productos perecederos o en mal estado.
- Falta o mal estado de servicios sanitarios.
- Alcantarillado faltante o en mal estado.
- Lavatorios deteriorados y desaseados.
- Elementos de aseo inexistentes o inapropiados.
- Ropa de trabajo deteriorada o sucia.
- Comedores faltantes o antihigiénicos.
- Vestuario faltantes o antihigiénicos.
- Suministro de agua desprotegido.

### 4.4 Factores de riesgo productores de sobrecarga física

Son todos aquellos factores de riesgo que causan en el trabajador fatigas musculares importantes o desencadenan o agravan patologías osteomusculares, que se caracterizan por no cumplir con las normas de la ergonomía o por presentar situaciones de orden psicosocial. Pueden ser de tipo disergonómico:

- Posiciones inadecuadas del cuerpo  
Sentado

- De pie
- Encorvado
- Acostado
- Posturas inadecuadas del cuerpo
- Rotada
- Flexionada
- Extendida
- Encogida

### 4.5 Factores de riesgo psicosociales productores de sobrecarga psíquica

Son todos aquellos factores de riesgo generados por la organización del trabajo o de la sociedad circundante (extralaboral), que pueden producir en los trabajadores tensiones emocionales desagradables, repetitivas y prolongadas. Entre ellos:

- Los turnos rotativos.
- Los turnos nocturnos.
- Las tareas monótonas.



- Las tareas repetitivas.
- Alta concentración.
- Inestabilidad laboral.
- Exceso de actividad psíquica y responsabilidad.
- Inseguridad laboral y extralaboral.
- Alta decisión.
- Tareas fragmentadas.
- Tareas sin valorar.
- Autoritarismo.
- Procedimiento peligroso.
- Relaciones interpersonales tensas.

#### **4.6 Factores de riesgo productores de inseguridad**

Son todos aquellos factores que pueden causar accidentes y pérdida de capitales, por el inadecuado o mal estado de funcionamiento o falta de protección en los equipos, materiales, instalaciones o el ambiente. Algunos factores de riesgo pueden ser los siguientes:

##### ***De tipo mecánico***

- Motores primarios sin protecciones.
- Máquinas peligrosas y sin protecciones.
- Herramientas defectuosas.
- Transmisión de fuerza sin protecciones.
- Aparatos de izar operados inseguramente.
- Vehículos sin mantenimiento preventivo.
- Sistemas de protección deficientes o faltantes.
- Sistemas de control obstruidos.
- Sistemas eléctricos en mal estado.

##### ***De tipo físico-químico***

- Sustancias y materiales peligrosos, cortocircuitos causantes de incendio.
- Sustancias y materiales peligrosos causantes de explosiones.

##### ***De tipo de instalaciones y superficies de trabajo en mal estado***

- Pisos
- Paredes

- Ventanales
- Techos
- Escalas
- Andamios
- Área de circulación
- Área de almacenamiento
- Área de máquinas
- Sistemas de desagües
- Empresas vecinas peligrosas
- Instalaciones eléctricas

##### ***De tipo procedimientos peligrosos***

- Trabajos en altura.
- Trabajos en subsuelo.
- Trabajos entre máquinas.
- Trabajos en áreas confinadas.
- Trabajos en circuitos vivos.
- Incentivos inadecuados.
- Sistemas de protección inadecuados o faltantes.
- Falta de uso de elementos para protección personal.

### *De tipo orden y aseo deficientes*

- Herramientas en lugar inadecuado
- Espacios desorganizados
- Almacenamiento inadecuado
- Apilamiento desordenado
- Objetos inservibles
- Pasillos bloqueados
- Rincones sucios y atestados
- Estantes sobrecargados
- Cajones y recipientes sobrecargados
- Objetos fuera del sitio apropiado

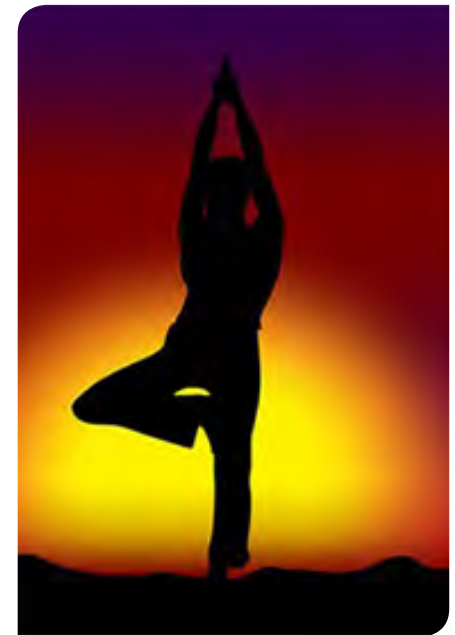
## 5. Materiales

- Un pendón de 5 m × 5 m
- Implementos de seguridad en cartulina
- Estrellas (traerán los beneficios)
- Interrogantes (traerán las preguntas)
- Pare (traerá los perjuicios)

- Dados
- Sillas
- Videoprojector
- Computador

## 6. Participantes y duración

- Se formarán cuatro grupos, donde cada uno de estos tendrá un mínimo de cinco participantes para poder llevar a cabo la actividad.
- La duración máxima de la lúdica será de dos horas.



## 7. Espacio requerido

Se requiere un espacio en el que pueda ubicarse un plano similar al que se presenta en la figura 1, que tendrá 5 m x 5 m.

Figura 1. Distribución de los participantes para el desarrollo de la lúdica



## 8. Desarrollo de la lúdica

1. La lúdica inicia con la organización de los participantes en cuatro grupos de trabajo que simularán unas empresas fabricantes de plásticos. Dichas empresas se encuentran en el proceso de certificación y para esto deberán cumplir con una serie de requisitos.
2. Una vez organizados los grupos, iniciará la explicación de la actividad, consistente de que cada empresa debe contestar acertadamente una serie de preguntas o situaciones problemáticas de selección múltiple, con única respuesta, las cuales serán desarrolladas durante la actividad; de no ser respondidas correctamente, los líderes de la lúdica darán la respuesta y justificarán el porqué de la situación.

Por ejemplo:

- Entre las siguientes opciones, escoja cuáles son los documentos exigidos por la norma OHSAS en seguridad y salud ocupacional:
  - a. La política y los objetivos.
  - b. La descripción del alcance del Sistema de Gestión Seguridad y Salud Ocupacional.

- c. La descripción de los elementos principales del Sistema de Gestión Seguridad y Salud Ocupacional y su interacción, así como la referencia a los documentos relacionados.
- d. Los documentos, incluyendo los registros requeridos en esta norma OHSAS.
- e. Los documentos, incluidos los registros determinados por la organización.

*Respuesta: Opción a.*

- Lucía es la señora encargada del servicio de aseo de la empresa Reciplast SAS. Un día, se encontraba realizando sus actividades diarias (trapeando los pasillos de la empresa) y, en un descuido, se resbaló y sufrió una fractura de cadera; ella no estaba afiliada a una aseguradora de riesgos profesionales (ARP) ni a una empresa promotora de salud (EPS). Si consideramos que la empresa aún maneja todas las prestaciones sociales requeridas, ¿cuál sería la situación entre la empleada y la organización?:

- a. La empresa Reciplast SAS tendrá la obligación de cubrir todos los gastos de dicho accidente.
- b. La empresa no tendrá la obligación de cubrir los gastos del accidente.
- c. Lucía considera que la empresa no tiene la obligación de cubrir los gastos ocasionados por el accidente.
- d. Lucía es despedida por su negligencia en sus funciones laborales.

*Respuesta: Opción a.*

3. Los participantes iniciarán la actividad ubicados en cada una de las empresas a las que pertenecen, para iniciar el juego es necesario lanzar unos dados y, dependiendo de los resultados obtenidos, saldrá a realizar el recorrido (doble seis y doble uno saldrán todos los participantes, con los demás dobles saldrán dos participantes).
4. Después de definir el número de participantes determinado por los lanzamientos y los

resultados obtenidos, estos empezarán el recorrido en el que se encontrarán con una serie de obstáculos dentro de los cuales se tienen:

- **Estrellas:** son beneficios con los que se encontrarán los participantes para poder seguir avanzando en el juego y lograr el objetivo, que es certificar la empresa.
- **Interrogantes:** son una serie de preguntas relacionadas con definiciones y situaciones a las que un empleado está propenso a encontrarse en una empresa. En esta actividad se simulará que cada una de estas preguntas corresponde a una auditoría que se le está realizando a los empleados de cada empresa, donde se requiere que las respuesta que se obtengan sean acertadas para poder continuar en el recorrido y lograr la certificación.
- **Stop:** los “pare” serán perjuicios con los que se encontrarán los participantes y los cuales no le permitirán avanzar de forma rápida, ya que serán inconvenientes que si no se saben resolver impedirán la certificación.

## 9. Reglas que deberán cumplir los participantes en la actividad

5. Realizado el recorrido y vencido o aprovechado cada uno de los obstáculos logrará certificarse aquella empresa que llegue primero, con cada uno de sus empleados y junto con ellos mínimo un implemento de seguridad, los cuales serán adquiridos en el transcurso del juego.

La función de los participantes en la actividad es realizar el recorrido propuesto, teniendo en cuenta que deben estar atentos a una serie de preguntas o situaciones problemáticas a las que serán sometidos para poder lograr la certificación deseada. Además de lo anterior, deberá existir un participante encargado de dirigir el equipo, cuyas funciones serán las de un líder.

- El participante que haga el recorrido y caiga en alguna de las casillas marcadas, ya sea de interrogante, estrella o pare, será quien dé solución a lo especificado de acuerdo con la opción que le corresponda. En este caso, no podrá ser ayudado por su equipo, a menos de que la opción sea dada.
- Si uno de los participantes está en determinada casilla y llega un participante de otra empresa a ocuparla, el primero de estos deberá regresar a donde comenzó (punto de partida) y esperar que le den la oportunidad de participar otra vez.
- Cada participante deberá cumplir con lo indicado por la actividad, ya sea perjuicio, interrogante o beneficio; de no ser así, la empresa será inmediatamente descalificada y no conseguirá continuar en el proceso de certificación.
- Cada participante dispondrá de treinta segundos para responder la pregunta. Si en el tiempo establecido no contesta, inmediatamente la empresa siguiente continuará con su recorrido.
- Si agotado el tiempo disponible para la realización de la lúdica, ninguno de los grupos ha logrado que todos sus participantes lleguen al punto final, ganará la empresa que tenga mayores requisitos cumplidos.



## 10. Bibliografía

- Cortés Díaz, J. M. (2007). *Seguridad e higiene del trabajo. Técnicas de prevención de riesgos laborales* (9ª. ed.). Madrid: Tebar.
- Grimadil, J. V., & Simonds, R. H. (1996). *La seguridad industrial, su administración*. México: Alfaomega.
- Norma Internacional OHSAS 18001-18002.

# Alerta roja, ¡indícame la situación!\*

Adriana M. Paternina Páez\*\*

Sindy Castro Flórez\*\*\*

Santander Pérez Vargas\*\*\*\*

Tecnológico Comfenalco



## Introducción

Esta lúdica destaca la importancia del uso de indicadores en una empresa y cómo el evaluarlos constantemente ayuda a mantener controlados los procesos dentro de la organización. A nivel global, el control de una empresa y su progreso se muestran a través de los indicadores, por eso el seguimiento y la toma de decisiones a partir de la información que los indicadores arrojen es una habilidad que cualquier ingeniero debe poseer para su desarrollo profesional.

---

\* Los autores de este trabajo pertenecen a la Comunidad Lúdica de Estudios Interdisciplinarios (CLEI), de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

---

\*\* Correo electrónico:  
[poomse2006@gmail.com](mailto:poomse2006@gmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[sindyxs@hotmail.com](mailto:sindyxs@hotmail.com)

\*\*\*\* Asesor, docente,

## 1. Objetivo general

Analizar la relación entre la medición de indicadores y los factores de impacto en una empresa, a través de la simulación lúdica.

## 2. Objetivos específicos

- Generar estrategias que permitan mantener los indicadores en su nivel óptimo.
- Relacionar todos los factores de impacto propuestos mediante el juego.

## 3. Materiales

- Mesas
- Sillas
- Tablero acrílico
- Marcadores
- Cronómetro
- Videoprojector
- Salón amplio

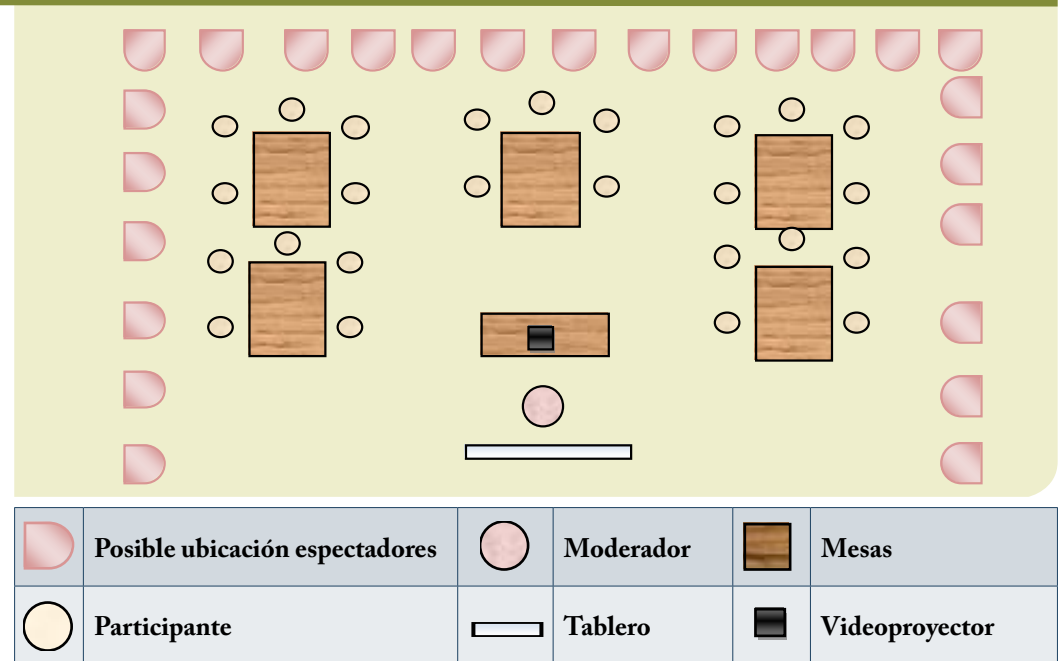
## 4. Participantes y duración

- Los estudiantes deberán formar cinco grupos de cinco integrantes; la cantidad de grupos varía dependiendo de la cantidad de estudiantes presentes.
- La duración aproximada del desarrollo de la actividad es de dos horas.

## 5. Distribución

En la figura 1 se ilustra la distribución de los participantes para el desarrollo de la lúdica.

Figura 1. Espacio requerido para la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 6. Funciones de los participantes (roles)

- **Moderador(a):** es el encargado de la explicación de los pasos de la lúdica a los estudiantes, también debe estar constantemente monitoreando el tiempo durante el desarrollo de la lúdica.
- **Líder de grupo:** es la persona escogida entre los miembros de cada grupo para expresar las decisiones tomadas en equipo (también puede participar del proceso de producción).
- **Cronometrista:** uno de los miembros del grupo encargado de tomar el tiempo de cada lote de producción solicitado.
- **Jefe de calidad:** es un miembro de un grupo contrario que verifica que los juguetes están fabricados conforme a las especificaciones del producto.



## 7. Desarrollo de la lúdica

Los estudiantes deben ubicarse en grupos, dependiendo de la cantidad de asistentes que se encuentre en el salón al momento de realizar la lúdica (pueden ser cinco grupos de cinco integrantes) y simular que son empresas que ensamblan robots de juguete (hechos con fichas Lego). El(los) monitor(es) deberá(n) presentar los cinco factores de impacto de una empresa:

- Producción
- Cumplimiento
- Reducción de costos
- Calidad
- Eficacia

Todas las empresas (grupos) deben cumplir con el factor de eficacia, por su complejidad, ya que se presenta una meta que deben cumplir en cuanto a producción de juguetes; sin embargo, los grupos deben dialogar internamente para decidir los otros dos factores, de entre los cuatro restantes, en los que se enfocarán durante su proceso. Así, el factor

calidad tiene el plus de ser verificado por un integrante de un grupo diferente al propio, la cual se hará con un sistema de Poka Yoke, pasando una plantilla por el producto terminado; no obstante, existe la restricción de que si los jefes de calidad no son totalmente imparciales, es decir, si no muestran la no conformidad del producto terminado correctamente, el grupo tendrá una deducción (o aumento) del 1% sobre uno de los indicadores para la medición de los factores; por otra parte, el factor de reducción de costos está asociado al costo de producción de una unidad de producto involucrando mano de obra y materias primas, por lo que si un grupo termina con materia prima en bodega, este deberá sumar esos costos al costo del producto terminado. Los costos de materia prima se indicarán en la guía a los estudiantes. Las fórmulas de los indicadores de cada uno de los factores se presenta a continuación (tabla 1):



**Tabla 1. Indicadores**

Indicador	Descripción	Fórmula
Producción del sistema	Muestra el comportamiento de los operarios en la producción	$\frac{\text{Total de juguetes fabricados}}{\text{Total de juguetes a fabricar por jornada}} \times 100$
Cumplimiento	Determina si los pedidos se están terminando a tiempo	$\frac{\text{Total de pedidos no entregados a tiempo}}{\text{Total de pedidos despachados}} \times 100$ $\frac{\text{Total de pedidos no entregados a tiempo}}{\text{Total de pedidos despachados}} \times 100$
Costos de materia prima	Relaciona los costos asociados a la producción de juguetes acorde con los pedidos	$\frac{\text{Costo de materia prima sobrante}}{\text{costo total de materia prima}} \times 100$ $\frac{\text{Costo de materia prima sobrante}}{\text{costo total de materia prima}} \times 100$
Calidad de los pedidos generados	Evidencia el grado en que los productos fabricados cumplen los requisitos de fabricación	$\frac{\text{Cantidad de Robots conformes}}{\text{Número de Robots fabricados}} \times 100$ $\frac{\text{Cantidad de Robots conformes}}{\text{Número de Robots fabricados}} \times 100$
Eficacia del sistema	Este indicador mostrará si el sistema es eficaz en la fabricación de sus pedidos	$\frac{\text{Cantidad de Robots fabricados}}{\text{Número de Robots Solicitados}} \times 100$ $\frac{\text{Cantidad de Robots fabricados}}{\text{Número de Robots Solicitados}} \times 100$

Para jugar, el monitor con la ayuda de unos dados decide la cantidad de juguetes a producir y los miembros del grupo tienen un tiempo que se establecerá en la guía de la

lúdica para terminar esa orden; si el tiempo se termina sin hacer la orden, el cronometrista señala que se ha agotado el tiempo oficial, aunque la producción debe continuar hasta

terminar la orden; sin embargo, a partir de ahí el jefe de calidad debe clasificar todos los productos terminados fuera del tiempo ordinario aparte, para su posterior conteo.

En la guía, los jefes de calidad registrarán la información de los grupos; una a una cada orden, y serán “auditores” en el proceso de cálculo de los indicadores, los cuales se calculan siempre que termine una orden de producción.

## 8. Bibliografía

Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, R. (2004). Administración de la producción y las operaciones para una ventaja competitiva (10ª. ed.). Bogotá: McGraw-Hill.

Mora G., L. A. (s. f.). Indicadores de gestión logísticos. Recuperado de <http://www.webpicking.com/hojas/indicadores.htm>

# Apuéstale a tu conocimiento\*

Jair E. Martínez Pedrozo\*\*

## Introducción

**E**l mundo está rodeado por un sistema empresarial cada vez más globalizado; independientemente de la razón social de la organización (productora de bienes o de servicios), las empresas se ven comprometido mucho más con el conocimiento de sus procesos internos. Por tal razón, la presente lúdica fue diseñada con el fin de desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes y fortalecer la parte conceptual en lo concerniente a la gestión de la producción, la calidad, la seguridad industrial y la logísti-

ca, con la intención de crear habilidades en los estudiantes para la toma de decisiones en circunstancias complejas.

La lúdica consiste en un sistema de preguntas y respuestas, con el que se evaluarán los conocimientos adquiridos en clases por los estudiantes de una manera divertida. El juego está diseñado para que los docentes valoren la parte teórica de los estudiantes al final de un período o semestre académico.



\* El autor de este trabajo pertenecen a la Comunidad Lúdica de Estudios Interdisciplinarios (CLEI), de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

\*\* Correo electrónico:  
[jair2080@hotmail.com](mailto:jair2080@hotmail.com)

## 1. Objetivo general

Desarrollar y fortalecer el pensamiento crítico y conceptual de los estudiantes a través de un sistema de preguntas y respuestas, con el fin de crear las competencias y las habilidades básicas para el buen funcionamiento del sistema organizacional.

## 2. Objetivos específicos

- Explotar las habilidades analíticas de resolución de problemas a través de cuestionamientos y problemas enfocados a las diferentes áreas de la empresa.
- Crear la capacidad de administración eficiente de los recursos económicos con el fin de que el estudiante asimile de manera lúdica el ambiente que genera la toma de decisiones en circunstancias difíciles.

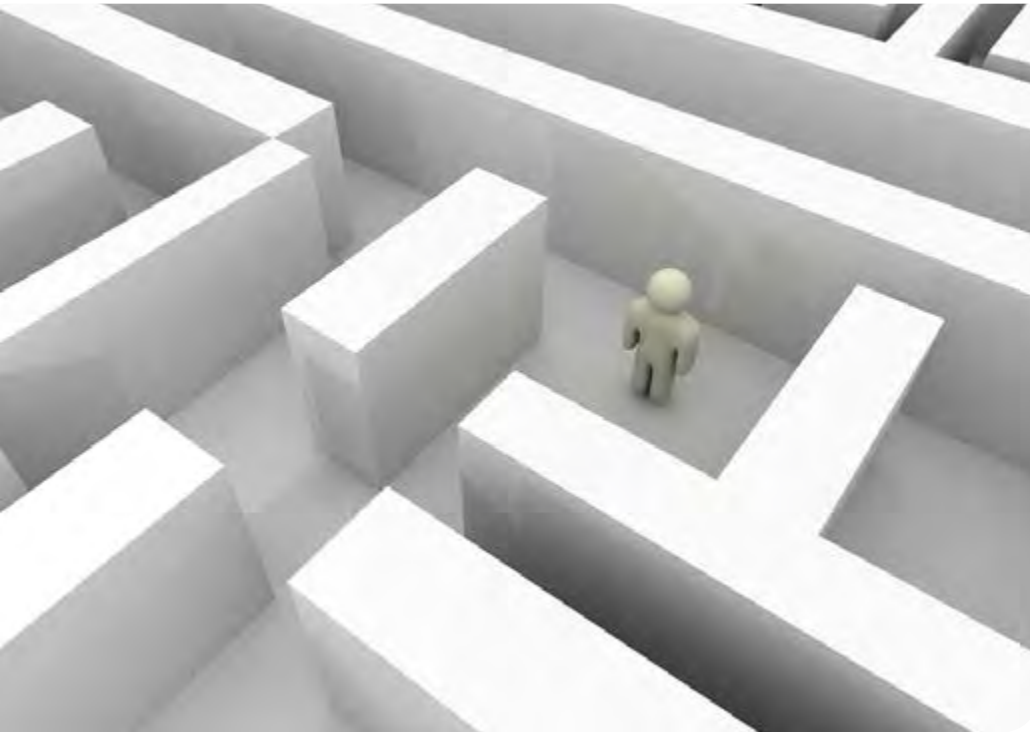
## 3. Marco teórico

El proceso de esta lúdica cuenta con cuatro temáticas fundamentales para las organizaciones: la producción, la logística, la calidad y la seguridad industrial. El propósito de esta actividad es evaluar el conocimiento teórico y la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes; por ello, se ha determinado una serie de temas básicos en cada una de las áreas, organizados de la siguiente manera:

1. **Producción.** Los conceptos que deberán evaluarse en esta área son los siguientes:
  - **Pronóstico:** estos conceptos son la base de la planeación corporativa a largo plazo e imprescindibles en la toma de decisiones de hoy que impactan en el futuro. Se clasifican en cualitativos y cuantitativos, pero esta lúdica estará enfocada en los conceptos cuantitativos (promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y regresión lineal). Además, se tratarán los tipos de errores de pronósticos más relevantes (la desviación media absoluta y la señal de rastreo).
  - **Planeación de la capacidad:** es la tasa de producción que se desea alcanzar. Existen di-

ferentes tipos de capacidad: capacidad pico (capacidad diseñada), que consiste en alcanzar la máxima tasa bajo condiciones ideales, y la capacidad efectiva (capacidad disponible), referida al trabajo real que se obtiene en un determinado período. Básicamente, la planeación de la producción estará fundamentada en la planeación agregada, en el plan maestro, en el plan de requerimiento de materiales (MRP) y en la programación de la producción.

2. **Logística.** De igual manera, esta área buscará evaluar los siguientes conceptos:
  - **Transporte:** se denomina transporte o transportación al traslado de algún lugar a otro de algún elemento, en general personas o bienes, pero también de un fluido. El transporte es una actividad fundamental dentro del desarrollo de la humanidad. Los diferentes tipos son el aéreo, el terrestre, el acuático, por ductos y el intermodal. Durante la lúdica se interrogará acerca de los conceptos básicos y los diferentes tipos de transporte.
  - **Almacenamiento:** es un proceso mediante el cual se conservan bienes en un espacio



físico. Para el tratamiento de esta temática se darán algunas pautas sobre cómo almacenar eficientemente los productos y la influencia en los costos de la organización.

- **Distribución:** es lograr que los productos estén a disposición de los clientes en las cantidades, los lugares y los momentos precisos. Además, en esta temática, se cuestionará acerca de los diferentes canales de distribución que ofrece el amplio campo de la logística.

3. **Seguridad y salud ocupacional.** La temática para evaluar en esta área está relacionada directamente con la implementación de la norma técnica OHSAS 18001. Los interrogantes estarán segmentados en cuestionamientos de tipo conceptual como los tipos de riesgo, los implementos de seguridad y, además, habrá ejercicios de tipo problémico, con el fin de desarrollar el pensamiento analítico del estudiante.
4. **Calidad.** En esta área se evaluarán inicialmente los conceptos que se manejan en la Norma ISO-9001, así como los diferentes requisitos exigidos por esta norma con el fin de reforzar y fortalecer el conocimiento del estudiante en dicho campo, el cual se ha apoderado de un gran auge en el sistema empresarial mundial.

## 4. Materiales

- Billetes.
- Cronómetro.
- Computador.
- Videoprojector.
- Mesas.
- Sillas.
- Tabla de opciones de respuesta.
- Formato integrado de preguntas (en pdf).
- Balotas marcadas con números del 1 al 18.

## 5. Participantes y duración

Se forman grupos mínimos de cuatro o cinco personas. La cantidad de grupos dependerá del espacio disponible para la lúdica. Preferiblemente, se deben formar grupos con igual número de personas, para evitar ventajas por

parte de uno u otro en el juego. La lúdica podrá ser dirigida por el docente o por la persona encargada de la organización de la actividad.

La lúdica tiene una duración aproximada de noventa minutos.

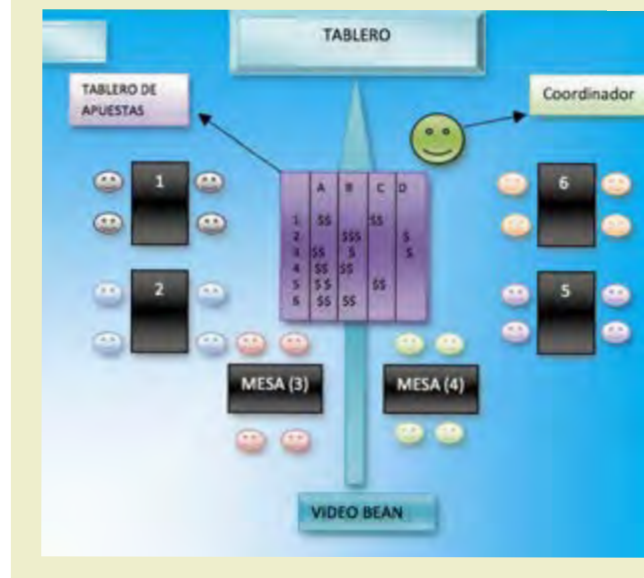
## 7. Desarrollo de la lúdica

1. Inicialmente, se forman subgrupos de cuatro o cinco personas. Lo ideal es que se formen máximo seis grupos.
2. Luego se le asignará a cada grupo un millón de pesos en billetes de \$50 000, de los cuales debe tratar de mantener la mayor cantidad de dinero posible.
3. Después se toma una balota de la bolsa para determinar el tipo de pregunta (producción, logística, calidad o seguridad); la bolsa va a contener cuatro balotas con los números 1, 2, 3 y 4.
4. Inmediatamente se conoce el tipo de pregunta, el primer grupo elige un número del 1 al 18 para seleccionar la pregunta específica en cuestión, y en la siguiente pregunta el grupo dos y así sucesivamente. Los modelos de pregunta pueden ser los siguientes: ¿cuál es la principal desventaja de hacer pronósticos diarios empleando el análisis de regresión? (producción), ¿cuál es el significado de la planeación estratégica para un sistema logístico? (logística), ¿cómo se define validación basado en la norma ISO-9000? (calidad),

## 6. Espacio requerido

A continuación, se ilustra la distribución de los participantes en el salón destinado al desarrollo de la actividad (figura 1).

Figura 1. Distribución de los puestos de trabajo



Fuente: elaboración propia.

## 8. Bibliografía

¿qué tipos de riesgos son las escaleras y barandas de la universidad según la OHSAS? (seguridad), que serán proyectadas en el tablero para conocimiento del público.

5. Posteriormente, la persona encargada de la lúdica debe leer la pregunta y las opciones de respuesta en voz alta, activando el cronómetro a su término.
6. Una vez activado el cronómetro, los grupos tienen un lapso de sesenta segundos para apostar toda la cantidad de dinero a una o dos opciones de respuesta. Si los concursantes están absolutamente seguros de saber la respuesta correcta, entonces le apostarán todo el dinero a esa opción y, obviamente, retendrán todo el dinero para llevarlo a la siguiente pregunta.
7. Cuando se revele la respuesta correcta el dinero apostado a respuestas incorrectas representará la pérdida de este, y el dinero apostado a la opción acertada tomará rumbo a la siguiente pregunta.
8. Ganará el grupo con mayor cantidad de dinero retenido luego de quince rondas de preguntas.
9. Al finalizar la lúdica, se sacan las conclusiones de la dinámica y lo aprendido durante su desarrollo.

Ballou, R. H. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro* (5ª. ed.). México: Pearson.

Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.

Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. (2005). *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva* (10ª. ed.). México: McGraw-Hill.

Corporación CYGA. (2009). *Herramientas para implementar un sistema de gestión de calidad basado en la familia de normas ISO-9000* (3ª. ed.). Bogotá.

Icontec. *Norma técnica colombiana ISO-9001* (2ª. ed.). Bogotá: Icontec.

Icontec. *Norma técnica colombiana OHSAS 18001*. Bogotá: Icontec.

Icontec. *Sistema de gestión y seguridad y salud ocupacional y otros documentos complementarios*. Bogotá: Icontec.



# Fábrica *Cars on time*\*

Gina María Mora Arquez\*\*

Evelyn María Frías Villa\*\*\*

Tecnológico Comfenalco

## Introducción

El presente trabajo tiene como propósito la orientación y el acercamiento de los estudiantes a una línea de producción mixta, teniendo en cuenta la preparación de los operarios y los factores externos e internos que puedan afectar la productividad en el ensamble de diferentes modelos de automóviles. Para esto, se calcularán los tiempos observados, el tiempo estándar y el tiempo tipo, teniendo en cuenta los suplementos y el factor de calificación de los operarios. De esta manera, se podrán analizar qué tan eficientes

fueron en la línea de producción y en qué medida la perjudicaron.

Finalmente, la presente lúdica tiene múltiples aplicaciones para los estudiantes de ingeniería, que les permiten estudiar todos los fenómenos en una línea de producción y cómo estos pueden ser considerados como estrategias de mejora para disminuir los tiempos y buscar los métodos o herramientas que ayuden a que el producto esté en el tiempo y con la calidad requerida por el cliente.



---

\* Las autoras de este trabajo pertenecen a la Comunidad Lúdica de Estudios Interdisciplinarios (CLEI), de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

---

\*\* Correo electrónico:  
[ginamaria125@hotmail.com](mailto:ginamaria125@hotmail.com)

\*\*\* Correo electrónico:  
[emfv-29@hotmail.com](mailto:emfv-29@hotmail.com)

## 1. Objetivo general

Suministrar a los estudiantes, de manera clara, los conceptos básicos relativos al análisis de la eficiencia en una línea de producción mixta y al estudio de tiempos de trabajo, reforzando su comprensión de forma práctica y didáctica, de tal manera que se pueda analizar y buscar soluciones para mejorar los procesos en las industrias.

## 2. Objetivos específicos

- Mostrar a los estudiantes los conceptos relacionados con producción mixta, tiempo estándar, tiempos tipo y suplementos, para aplicarlos en el desarrollo de la lúdica.
- Identificar el procedimiento de la actividad y los roles de cada uno de los participantes en la línea de producción mixta.
- Analizar las situaciones presentadas durante la actividad, respecto a la eficiencia de los operarios en la línea de producción, y plantear estrategias para aumentar su productividad.

## 3. Marco teórico

### 3.1 Producción mixta

En los últimos años ha aumentado cada vez más la necesidad de producir diferentes tipos de productos en una misma línea de producción; este tipo de producción se llama producción mixta. Existe la necesidad de líneas mixtas cuando la demanda de cada uno de los productos es pequeña; la línea en este caso debe ser construida de tal manera que sea más flexible, y que permita la producción de los diferentes productos, los cuales pueden variar mucho entre ellos o solamente necesitar distintos módulos, por ejemplo, en un armario dos puertas grandes en vez de tres pequeñas.

Este tipo de producción se encuentra cada vez más en la industria, por la necesidad de ofrecer una variedad de productos más amplia al cliente. Un ejemplo de este tipo de producción puede verse en la industria de automóviles: aunque la fabricación es en serie, las empresas ofrecen al cliente que elija entre una lista de componentes opcionales, como tipo de motor, color, etc. El carro se fa-

brica según el deseo del cliente, por lo que la línea tiene que permitir una producción con muchos modelos. Además de ofrecer un mejor servicio al cliente, las existencias de productos acabados disminuyen notablemente y, con ello, los gastos de almacén.

La desventaja de este modelo mixto es la mayor complejidad en la organización y la infraestructura necesaria para soportar la producción. Los operadores deben tener más experiencia y flexibilidad, de esta manera, el trabajo resultará más interesante y más atractivo.

### 3.2 Estudios de métodos de trabajo

Este campo es definido como el estudio sistemático de los métodos que permitan la utilización eficaz de los recursos y de establecer normas en los procedimientos. Este estudio tiene como objetivo examinar de qué manera se desarrollan las actividades en la empresa para modificar o simplificar el método productivo, de manera que se consiga reducir el trabajo excesivo.



Asimismo, pretende detectar el uso antieconómico de recursos y fijar el tiempo normal para la realización de las actividades en el centro de trabajo. Es una forma de aumentar la producción a corto plazo en una fábrica, mediante la reorganización del trabajo, no teniendo apenas desembolso de capital. Los aspectos que deben tenerse en cuenta en este tipo de estudio son los siguientes:

- **Eficiencia.** Se puede definir como la relación entre los recursos utilizados en un proyecto y los logros conseguidos con este. Se entiende que la eficiencia se da cuando se utilizan menos recursos para lograr un mismo objetivo; o al contrario, cuando se logran más objetivos con los mismos o con menos recursos.
- **Tiempo estándar.** Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando métodos y equipos estándar,

por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga. El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

- **Suplementos de trabajo.** Como el operario no puede estar trabajando todo el tiempo presente en el taller, por ser humano, es preciso que realice algunas pausas que le permitan recuperarse de la fatiga producida por el propio trabajo y para atender sus necesidades personales. Estos períodos de inactividad, calculados según un K% del TN, se valoran según las características propias del trabajador y de las dificultades que presenta la ejecución de la tarea. En la realidad, esos períodos de inactividad se producen cuando el operario lo desea.



- **Factor de ritmo.** Sirve para corregir las diferencias producidas al medir el TR, motivadas por existir operarios rápidos, normales y lentos, en la ejecución de la misma tarea. El coeficiente corrector (FR) queda calculado al comparar el ritmo de trabajo desarrollado por el productor que realiza la tarea, con el que desarrollaría un operario capacitado normal, conocedor de dicha tarea.

## 4. Materiales

- Videoprojector
- Computador
- Mesas
- Sillas
- Tablero
- Marcador
- Formato de tablas para cada estación
- Partes del automóvil
- Llantas
- Cuerpo del automóvil
- Parabrisas
- Motor
- Lámparas
- Bumpers delanteros
- Bumpers traseros
- Llanta de repuesto
- Tornillos
- Destornilladores

## 5. Participantes y duración

Las personas que participaran en la lúdica tendrán los siguientes roles:

- **Jefe de producción:** es el que se encarga de supervisar el personal y el proceso de producción. Este (girando una ruleta) anuncia al jefe de bodega el modelo de automóvil que requiere el cliente; además de esto, es el encargado de recibir el factor de ritmo, el tiempo del reloj en la ejecución de cada operario y hacer los cálculos respectivos.
- **Jefe de bodega:** es el encargado de preparar la materia prima, según el modelo que el jefe de producción le solicite
- **Patinador:** es el encargado de llevar la materia prima que le suministra el jefe de bodega a cada una de las estaciones.
- **Operarios:** son cinco y participan en el ensamble del automóvil.
  - **Operario 1:** es el encargado de ensamblar las llantas al cuerpo del carro.

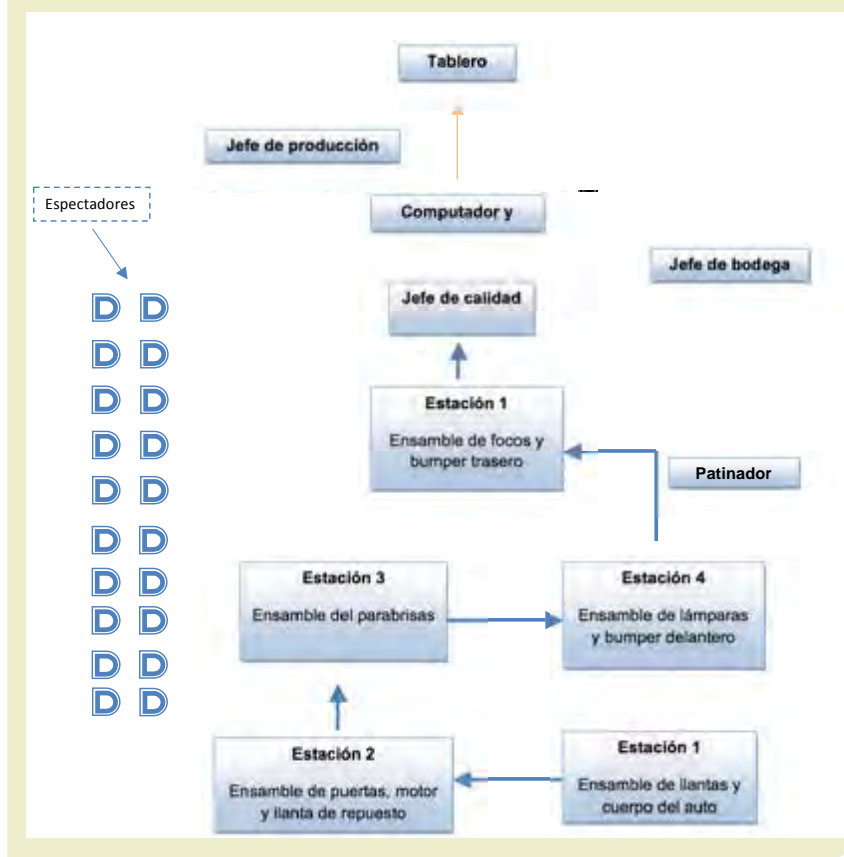
- **Operario 2:** es el encargado de ensamblar las puertas, el motor y la llanta de repuesto.
- **Operario 3:** es el encargado de ensamblar el parabrisas del automóvil.
- **Operario 4:** es el encargado de ensamblar las lámparas y el bumper delantero del automóvil.
- **Operario 5:** es el encargado de ensamblar los focos de las lámparas y el bumper trasero.
- **Analistas:** son cinco y se encargaran de tomar los tiempos que los operarios requieren para desarrollar sus operaciones.
- **Jefe control de calidad:** es el encargado de evaluar si los productos pueden salir a la venta o si se encuentran defectuosos.

La lúdica está programada para una duración de dos horas.

## 6. Espacio requerido

En la figura 1 se ilustra la distribución de los participantes y de los materiales en el salón para el desarrollo de la actividad.

Figura 1. Ubicación de los participantes



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

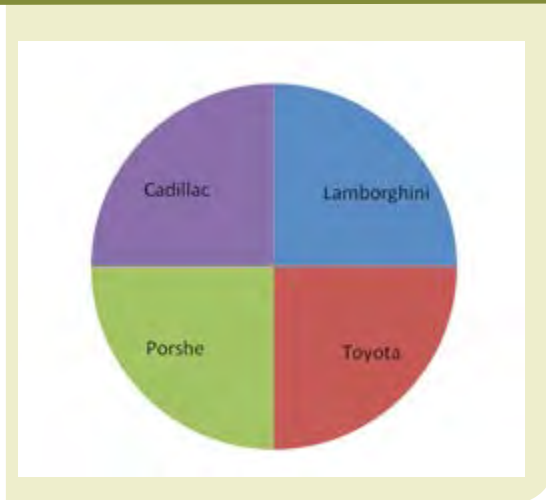
1. La lúdica se inicia con la división de grupos en subgrupos, de tal manera que se ocupen cada una de las estaciones.
2. La empresa produce cuatro modelos de autos (Lamborghini, Porsche, Cadillac y Toyota), cada uno de los productos se fabrica según el requerimiento del cliente, el cual será simulado por una ruleta de cartón, en donde cada parte corresponde a un modelo. Se generarán doce órdenes en intervalos de un minuto (tabla 1, figura 2).

Tabla 1. Características del modelo

Marca	Lamborghini	Porshe	Toyota	Cadillac
Cuerpo	Amarillo	Rojo	Amarillo	Rojo
Puerta	Rojo	Morado	Morado	Rojo
Parabrisas	Morado	Blanco	Verde	Morado
Motor	Azul	Morado	Blanco	Azul
Lámparas	Morado	Verde	Morado	Verde
Foco de lámparas	Azul	Morado	Verde	Azul
Llanta de repuesto	Verde	Azul	Amarilla	Morado
Bumper delantero	Azul	Morado	Amarilla	Azul
Bumper trasero	Morado	Azul	Morado	Azul

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Arreglo para la simulación de órdenes de producción



Fuente: elaboración propia.

3. El jefe de producción le comunica la orden al jefe de bodega, este inmediatamente comienza a preparar las piezas del auto para luego entregarlas al patinador y este las repartirá a cada una de las estaciones (figura 3).

Figura 3. Partes del automóvil



Fuente: elaboración propia.

4. La primera estación es la encargada de ensamblar las llantas en el cuerpo del auto; el analista se encargará de tomar el tiempo que se demoran los técnicos en el desarrollo de la operación asignada.
5. Luego de que la primera estación termine, el patinador llevará hasta la segunda estación el subensamble y allí se adicionarán las puertas, el motor y el baúl.
6. La tercera estación se encargará de ensamblar el parabrisas y la cuarta estación ensamblará las lámparas y el *bumper* delantero.
7. Finalmente, la quinta estación se encargará de ensamblar los focos y el bumper trasero; después el patinador llevará el auto terminado al jefe de control de calidad, quien dirá si el auto está defectuoso o está óptimo para entregarlo al cliente.

8. Después de terminadas las órdenes, los analistas darán los tiempos promedio de fabricación al jefe de producción, y este se encargará de hallar los tiempos estándar y normal, teniendo en cuenta los suplementos y el factor de calificación de las tareas, para así medir la eficiencia de los trabajadores en la línea de producción (tablas 2 y 3).

**Tabla 2. Tiempos para estaciones de trabajo**

Tipo de producto		Tiempo
1		
2		
3		
4		
5		

Media:

**Tabla 3. Cálculo del tiempo normal y estándar de la tarea**

Operación	TE (media)	Factor de calificación	Tiempo normal (min)
Ensamble de llantas y cuerpo del auto			
Ensamble de puertas, motor y baúl			
Ensamble del parabrisas			
Ensamble de lámparas y bumper delantero			
Ensamble de focos y bumper trasero			

## 8. Bibliografía

Tiempo normal de la tarea: \_\_\_\_\_

Tiempo estándar = TN (1 + Tol. Total) = \_\_\_\_\_

Suplementos
Necesidades personales: 10%
Manejo del material: 12%
Interrupción por demoras: 8%
Tolerancia total:
10%+12%+8%=30%

Fuente: elaboración propia.

Oficina Internacional del Trabajo (OIT). (2008). *Introducción al estudio del trabajo*. México: Limusa.

Resumen de Organización Industrial. Recuperado de <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/estudtiem-trab.pdf>

Cálculo de tiempo estándar. Recuperado de [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_industrial/organizacionindustrialestudio-detiemplos/](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/organizacionindustrialestudio-detiemplos/)

# Colombia *Supermarkets*\*

## Cálculo y aplicación de la teoría de colas en un supermercado

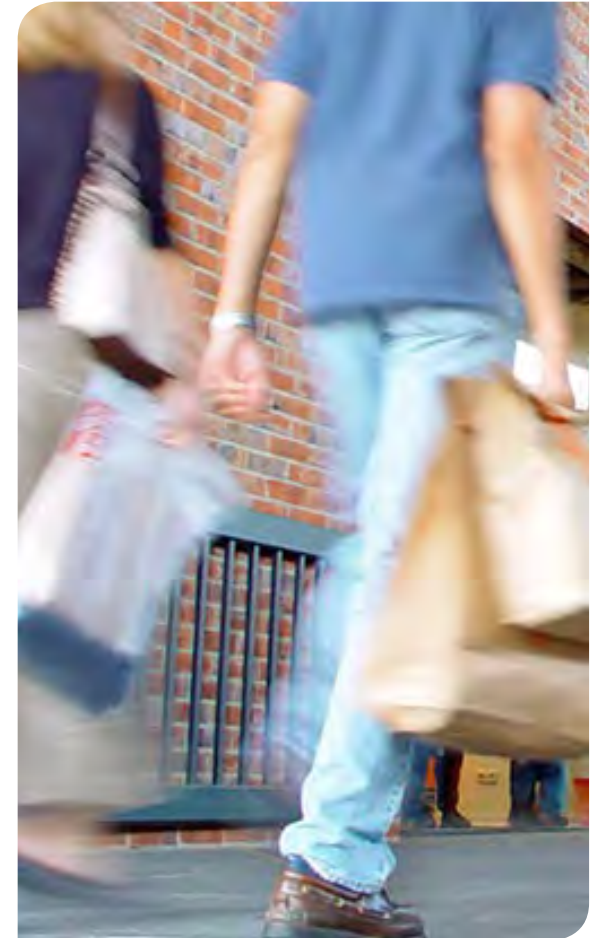
Jairo Valderrama Herrera  
Santander Pérez Vargas  
Julián Chavarro  
Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco

### Introducción

La presente lúdica aborda la representación y la aplicación práctica de un tema importante en las empresas, ya sean de bienes o de servicios: la teoría de colas. En muchas ocasiones, la gente desconoce que forma parte de esta dinámica cuando lleva a cabo sus actividades diarias (compras, pagos de servicios o cuentas, entre otras), ya sea como usuario o cliente; por lo tanto, dicha

representación del tema sería la que se presenta en la atención de una caja en un supermercado, integrando las siguientes variables: clientes, cajero, productos, empacador, las cuales son de gran importancia para el cálculo de tiempo y toma de datos que nos permitirán aplicar las diferentes fórmulas que se manejan en la temática mencionada, como también para demostrar cómo funciona este sistema.

\* Los autores de este trabajo pertenecen a la Comunidad Lúdica de Estudios Interdisciplinarios (CLEI), de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.



## 1. Objetivo general

Demostrar, calcular y aplicar la teoría de colas, basándose en un hecho real, como es la atención prestada en la caja de un supermercado.

## 2. Objetivos específicos

- Explicar conceptos de la teoría de colas.
- Llevar a cabo una simulación de la actividad de compra y venta de los productos, acción en la que intervienen los clientes y el cajero del supermercado.
- Calcular los datos necesarios para llevar a cabo la aplicación de las fórmulas básicas de la teoría de colas.
- Determinar y exponer los resultados obtenidos por medio de la aplicación de las fórmulas de la teoría de colas.

## 3. Marco teórico

### 3.1 Teoría de colas

Generalmente, es considerada una rama de investigación operativa porque sus resultados a menudo son aplicables en una amplia variedad de situaciones como negocios, comercio, industria, ingenierías, transporte y telecomunicaciones. Otros campos de utilización son la logística de los procesos industriales de producción, ingeniería de redes y servicios, ingeniería de sistemas informáticos y elaboración de proyectos sustentables.

Los principales elementos que intervienen en la teoría de colas son los siguientes:

- **Proceso básico de colas:** los clientes que requieren un servicio se registran en una fase de entrada, ingresando así al sistema y uniéndose a una cola. En determinado momento se selecciona un miembro de la cola, para proporcionarle el servicio, mediante alguna regla conocida como disciplina de servicio. Luego, se lleva a cabo el servicio requerido por el cliente en un mecanismo de servicio; después, el cliente sale del sistema de colas.





- **Cliente:** es todo individuo de la población potencial (clientes, personas, producto, autos, etc.) que solicita servicio, como una lista de trabajo esperando para imprimirse.
- **Disciplina de la cola:** se refiere al orden en el que se seleccionan sus miembros para recibir el servicio:
  - **FIFO (first in first out):** primero en entrar, primero en salir, según la cual se atiende primero al cliente que primero haya llegado.
  - **LIFO (last in first out):** también conocida como “pila”, que consiste en atender primero al cliente que ha llegado de último.
  - **RSS (random selection of service):** selecciona los clientes de manera aleatoria, de acuerdo con algún procedimiento de prioridad o algún otro orden.
  - **Processor Sharing:** La capacidad de la red se comparte entre los clientes y todos experimentan con eficacia el mismo retraso (sirve a los clientes igualmente).

- **Cola:** se caracteriza por el número máximo de clientes que puede admitir. Las colas pueden ser finitas o infinitas.
- **Proceso de servicio:** define cómo son atendidos los clientes.

Las siguientes son las fórmulas básicas de la teoría de colas:

- **Tasa de llegada:** equivale al número de clientes que llegan por unidad de tiempo.

$$\lambda(\text{lambda}) = \frac{\text{Nº de clientes}}{\text{unidad de tiempo}}$$

- **Tasa de servicio:** es el número de clientes que se atienden por unidad de tiempo.

$$\mu(\text{miu}) = \frac{\text{Nº de clientes}}{\text{unidad de tiempo}}$$

- **W:** tiempo de permanencia de un cliente en el sistema.

$$W = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

- $\rho$ :  $\lambda$ (Rho): tasa de utilización del sistema.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$$

- Ocho mesas de 120 cm × 240 cm (una mesa por grupo).
- Cuarenta sillas (para un mínimo de cuatro personas por grupo).
- Computador.
- Videoprojector.
- Tablero.
- Marcador borrable.
- Borrador de tablero.
- Cuatro calculadoras (dos por grupo).
- Listado de productos.
- Tablero para el cálculo de los datos.

## 5. Participantes y duración

Para el desarrollo de la lúdica se necesitan: orientadores o monitores, que forman parte de la Comunidad Lúdica de Estudios Interdisciplinarios (CLEI) y tienen conocimiento de la actividad; estudiantes, docentes o personas que estén interesadas en el desarrollo de la lúdica (cinco personas máximo por grupo y máximo dos grupos de trabajo). Participa todos los que se apropien de los conceptos tratados en la lúdica y que tenga sugerencias u opiniones pertinentes.

La lúdica está planeada para ser desarrollada en cerca de dos horas.

## 6. Roles de los participantes

Para el inicio de la lúdica, cada grupo tiene que elegir quiénes realizarán las siguientes actividades:

- **Cajero:** persona encargada de atender a los clientes que llegan a utilizar el servicio de compras.
- **Empacador:** aquella persona que empaca los productos elegidos por los clientes.
- **Compradores o clientes:** son las personas que acceden a la compra de un producto o servicio por medio de una transacción financiera (dinero) u otro medio de pago, en este caso con dinero.

Otros participantes que forman parte de la lúdica son los siguientes:

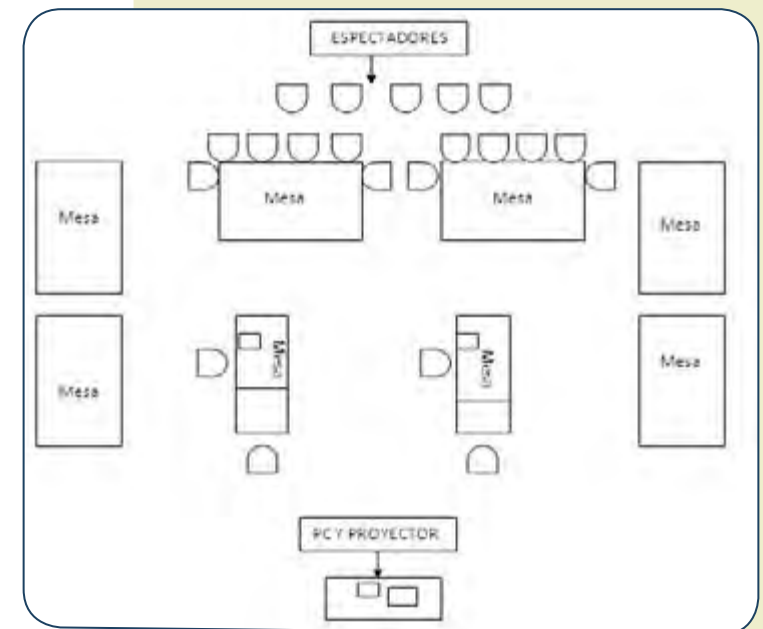
- Una persona que se encargará de determinar el tipo de cliente y la tasa de llegada de los clientes al sistema.
- Dos personas que recolectan los datos de salida de clientes al final del sistema o proceso.

Cabe resaltar que estas personas son las mismas que forman parte del grupo CLEI.

## 7. Espacio requerido

En la figura 1 se presenta la distribución de los grupos para el desarrollo de la actividad.

Figura 1. Materiales y participantes para el desarrollo de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 8. Desarrollo de la lúdica

1. Para el inicio de la lúdica, los participantes formarán dos grupos de cinco personas máximo (figura 1). Estos grupos representarán a dos cajas de una prestigiosa cadena de supermercados llamada Colombia Supermarkets; cada grupo escogerá un nombre representativo y será informado acerca de la temática propuesta, así como de cada uno de los pasos de la lúdica, con sus respectivas restricciones, por medio de diapositivas proyectadas. Este paso lo ejecutarán los encargados de la lúdica.
2. Después de presentar la temática y cada uno de los pasos de la lúdica, se procede con la selección de las personas que representan al cajero, al empacador y a los compradores de cada uno de los grupos; posteriormente, para los dos grupos, se escogerá de manera aleatoria el tipo de lista con los respectivos productos que se comprarán. En esta instancia se escogerá una lista diferente cada dos minutos.
3. Para este paso, que es el más importante de la lúdica, los tres integrantes restantes de cada grupo iniciarán las compras de los productos, durante el tiempo que se da para que llegue el cambio del listado de producto que necesi-

tan comprar, a la vez que se efectúan las compras, se tomarán los datos de la cantidad de clientes que llegan y salen por minuto al sistema o proceso, así se calculará la tasa de llegada y el número de clientes que se atienden en la unidad de tiempo determinada.

4. Al final de las corridas y con los datos obtenidos, se procederá a la aplicación de algunas fórmulas básicas que forman parte de la teoría de colas. Se determinará como ganador a quien tenga el menor tiempo de permanencia de un cliente dentro del sistema, dato que se tomará aplicando algunas de las fórmulas expuestas.

## 9. Restricciones de la lúdica

- Cantidad de dinero: cada grupo contará con \$1 000 000, de los cuales solo pueden gastar máximo \$200 000 por ronda.
- Cantidad de producto: los integrantes de cada grupo solo pueden comprar dos artículos por turno.

- Rotación de los clientes: las personas que vayan a hacer las compras tienen que ser rotadas o pasar por la caja; no se puede elegir a una sola persona para comprar.
- Cambio de listas de producto: se determinará un tiempo máximo de compra de los productos, pues al final de esta se elegirá, de manera aleatoria, un nuevo listado y se suspenderán las compras de la lista anterior.

## 10. Bibliografía

- Hamdy, T. (2004). *Investigación de operaciones* (7ª. ed.). México: Pearson Educación.
- Hillier, F. S., & Liebermann, G. J. (2001). *Introducción a la investigación de operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Quesada Ibarquien, V. M. (1997). *Programación lineal y entera*.
- Wikipedia. (s. f.). Teoría de colas. Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa\\_de\\_colas](http://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_colas)

# ¡Esto no es lo que parece!\*

Adriana M. Paternina Páez\*

Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco

## Introducción

**E**n el ámbito global, se habla de “planeación estratégica en las organizaciones”, un concepto que debe ser atendido por todos los niveles de la empresa y que permite incrementar las posibilidades de éxito de la organización. Para ello, consta de elementos como la misión y la visión empresarial, que dan a conocer la razón de ser de la empresa y cómo se proyecta para orientarse correctamente en el mercado. En esta lúdica se relacionan, a manera de competencia, los conceptos necesarios para la construcción de un mapa de procesos.



---

\* La autora de este trabajo pertenece a la Comunidad Lúdica de Estudios Interdisciplinarios (CLEI), de la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

---

\* Tecnológico Comfenalco.  
Correo electrónico:  
[poomse2006@gmail.com](mailto:poomse2006@gmail.com)

## 1. Objetivo general

Construir los mapas de procesos de las empresas en cuestión, basándose en la información suministrada para la adquisición de competencias en planeación estratégica.

## 2. Objetivos específicos

- Elaborar la misión y la visión de una organización a partir de información relacionada con las actividades desempeñadas por cada una de estas estrategias organizacionales.
- Relacionar correctamente los procesos de las empresas en sus respectivos mapas de procesos, al comprender la diferencia entre procesos misionales, gerenciales y de apoyo.

## 3. Materiales

- Mesas
- Sillas
- Tablero acrílico
- Marcadores
- Cronómetro
- Videoprojector
- Salón amplio

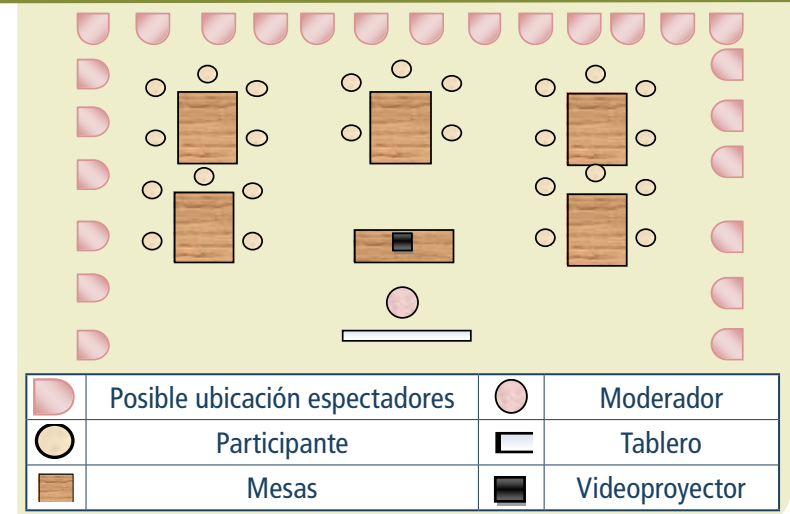
## 4. Participantes y duración

- Los estudiantes deberán formar cinco grupos de cinco integrantes cada uno. La cantidad de grupos varía dependiendo de la cantidad de estudiantes presentes.
- Se estima que el tiempo para el desarrollo de la actividad es de dos horas.

## 5. Distribución

A continuación, se presenta la distribución de los materiales y la ubicación de los participantes para llevar a cabo la actividad.

Figura 1. Espacio para el desarrollo de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 6. Desarrollo de la lúdica

Los estudiantes, ya agrupados, deben elegir un líder e intentar construir la misión y la visión de tres empresas diferentes; dependiendo de la cantidad de grupos, se asignará una misma empresa para el análisis a uno o más grupos. El líder de cada grupo estará frente a todos, junto con el(los) monitor(es), con la verdadera misión y visión de cada empresa; la construcción de la misión y la visión de la empresa asignada se hará con base en la información sobre las actividades desarrolladas por esta. Una vez termine el tiempo (veinte minutos, aproximadamente), se socializa la verdadera misión y visión de cada empresa, y se contrasta con la construida por los grupos.

Al finalizar la etapa anterior, se procede con la competencia para ubicar los procesos correctamente en los mapas de procesos; esta vez, todos los grupos se involucran con las tres empresas en cuestión: el objetivo es que logren, de acuerdo con los conceptos de los tipos de procesos en un mapa de proce-

sos y la razón de ser y las proyecciones de las empresas, acertar en la colocación de los procesos en los mapas. El grupo que mejor ubique los procesos en el tiempo estimado para el desarrollo de la lúdica será el ganador, como se señala en la guía que se les suministrará a los estudiantes durante el juego.

Para ejecutar correctamente la actividad, se deberán seguir estos pasos, en este orden:

1. Ubicar a los estudiantes en cinco grupos de cinco personas.(depende de la asistencia).
2. Repartir el material y presentar la situación de la guía.
3. Construcción de la misión y la visión de las empresas en cuestión.
4. Socialización de la verdadera misión y visión de las empresas, y contraste con la realizado por los estudiantes.
5. Posteriormente, los estudiantes deberán, en grupos, ubicar los procesos que se les entregan dentro de los mapas en blanco de cada empresa. Cada proceso es único por mapa.

6. El moderador se encargará, finalmente, de recolectar la información de los grupos y de determinar quién ubicó correctamente los procesos en los mapas.
7. El grupo que mejor ubique los procesos en los mapas será el ganador.

**Nota:** esta lúdica ya fue puesta a prueba mediante encuestas realizadas a algunos estudiantes, y se ha demostrado su aplicabilidad e incremento de la apropiación de los conceptos relacionados con planeación estratégica mencionados en la actividad.

## 7. Funciones de los participantes (roles)

- **Moderador(a):** es el encargado de presentar la situación a los estudiantes, solucionar

## 8. Bibliografía

dudas, medir el tiempo para cada parte de la lúdica y determinar el grupo ganador, dependiendo de la cantidad de procesos ubicados correctamente.

- **Participantes:** son cinco personas por grupo y se estarán encargadas de ubicar correctamente los procesos dentro de los tres mapas que se les entregan por grupo.

Atehortúa, F., Bustamante, R., y Valencia J. (junio de 2008). *Sistema de gestión integral. Una sola gestión un solo equipo*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Gestión de procesos. Mapa de procesos. (s. f.). Recuperado de <http://www.slideshare.net/samespinosa/mapa-de-procesos-1053479>

Servicio de Calidad de la Atención Sanitaria (Sescam). (octubre de 2002). *La gestión por procesos*. Toledo.



# Cartas de control de calidad\*

## Introducción

En el proceso de aprendizaje, con frecuencia algunos conceptos, definiciones y principios que soportan teorías enseñadas a estudiantes mediante su exposición en un tablero o tomados de lecturas de libros especializados, tienden a ser olvidados con el paso del tiempo. Por otro lado, un experto en la creación de sistemas para la industria del entrenamiento afirma que “la tecnología se aprende jugando” [1].

Teniendo en cuenta lo anterior, con la presente lúdica se pretende, por medio de un juego aplicado al tema de control de calidad, presentar un recurso didáctico que sea más amigable y contribuya a mejorar las ha-

bilidades de los estudiantes para identificar procesos que puedan estar fuera de control.

El tema principal en la lúdica está relacionado con el control de procesos, mediante las gráficas de control, y los criterios para identificar cuándo un proceso está fuera o bajo control. Los términos claves que forman parte del tema son: gráfica de control, proceso bajo control, proceso fuera de control, puntos de una carta, límite superior de control, línea central, límite inferior de control.

Las posibles aplicaciones de esta práctica son: aprender con un juego de cartas, similares a los naipes, los criterios usados para

\* El autor de este trabajo es Integrante del Grupo de Investigaciones de Sistemas Aplicados a la Industria de la Universidad Pontificia Bolivariana.



inferir cuándo un proceso está o no fuera de control. Según el patrón de comportamiento de una gráfica de control y siguiendo una muestra contenida en la guía de la didáctica, los jugadores se familiarizarán con los conceptos de tendencias ascendentes o descendentes, puntos fuera de control, ciclos, estratos y rachas.

\* Correo electrónico:  
[ivan.zapata@upb.edu.co](mailto:ivan.zapata@upb.edu.co)



## 1. Objetivo

Desarrollar en los estudiantes o participantes habilidades para identificar cuándo un proceso está fuera de control, empleando los conceptos teóricos de las cartas de control.

## 2. Marco teórico

El primero en aplicar métodos estadísticos al problema del control de calidad fue Walter A. Shewhart, de la Bell Telephone Laboratories, que en 1933 publicó la obra *Economic Control of Quality Control of Quality of Manufacturer Product*. Este libro fijó las normas para posteriores aplicaciones de los métodos estadísticos al control de procesos de fabricación. Más tarde, en 1924, Shewhart creó las gráficas o fichas de control, las cuales se hicieron muy populares durante la Segunda Guerra Mundial, con la creación y la utilización de la producción en serie. Asimismo, durante este

periodo los desarrollos y las aplicaciones del control estadístico de procesos aumentaron. Las fuerzas armadas aparecieron en el mercado como consumidores de importancia de la producción industrial, y como tales, tuvieron un influjo creciente en las normas de calidad. En julio de 1942, en la Universidad de Stanford se dictó un curso intensivo de diez días acerca del control estadístico de la calidad, al que acudieron representantes de las industrias bélicas y de las agencias y organismos de compras de las fuerzas armadas.

Este tipo de control evidencia una de las realidades de todo proceso de producción: nunca pueden fabricarse dos productos iguales. De hecho, el concepto de variación es una ley de la naturaleza, porque no hay dos elementos naturales (en cualquier categoría) que sean exactamente iguales.

El problema que se plantea, por lo tanto, es cómo controlar los procesos de tal forma que se puedan satisfacer las necesidades de

los clientes, sin reducir la variabilidad a cero ya que, como se explicó, esto es imposible. Para abordar dicha problemática es necesario saber cuál parte de la variación de los procesos es inducida por un grupo genérico de variables y que los expertos en el tema las han clasificado como las “seis emes” (materia prima, mano de obra, maquinaria, métodos, medición y medio ambiente).

Mientras las anteriores variables fluctúan de manera natural, se produce un patrón estable de causas aleatorias de variación, que son inevitables. Además, como son numerosas, e individualmente tienen relativamente poca importancia, son difíciles de detectar o identificar. Las causas de variación que son de gran magnitud, y en consecuencia fácilmente identificables, se clasifican como causas asignables; cuando solo hay causas aleatorias en un proceso, se considera que está bajo control estadístico. Es un estado estable y predecible.

## 2.1 Método de la gráfica de control

Este es un medio de visualizar las variaciones que se presentan en la tendencia central y en la dispersión de un conjunto de observaciones. Se trata de un registro gráfico de la calidad de determinada característica que muestra si el proceso es estable o no.

Las gráficas de control se clasifican en gráficas por variables y gráficas por atributos. Mientras que para construir las primeras se requieren mediciones de las variables con instrumentos, para la elaboración de las segundas se recurre a patrones, en el caso de variables como color, apariencia, acabado y textura.

Genéricamente, una gráfica de control tiene la siguiente estructura: una línea central, un límite superior de control, un límite inferior de control, dos líneas: una superior y otra inferior, ubicadas a una distancia de un sigma ( $\sigma$ ) respecto a la línea central, y una superior y otra inferior, ubicadas a una distancia de dos sigma ( $2\sigma$ ) respecto a la línea central.

Los pasos para elaborar las gráficas de control son los siguientes:

1. Seleccionar la característica de calidad.
2. Escoger el subgrupo racional.
3. Reunir los datos.
4. Determinar en forma tentativa la línea central y los límites de control.
5. Alcanzar los objetivos.

## 2.2 Proceso fuera de control

Un proceso está fuera de control cuando es influenciado por causas no aleatorias o asignables. A continuación se describen los criterios para analizar una gráfica de control e inferir si está fuera de control:

- Cuando se presenten seis puntos consecutivos que forman una tendencia ascendente o descendente.
- Cuando se presenten ciclos, lo cual se logra con dos gráficas iguales en dos de las tres cartas, o con dos cartas iguales.
- Cuando los puntos formen estratos (quince puntos consecutivos ubicados a una distancia menor a  $\sigma$ , arriba o abajo).
- Cuando los puntos formen estratos (ocho puntos consecutivos ubicados a una distancia mayor a  $\sigma$ , y menor  $2\sigma$ ).
- Cuando los puntos formen rachas (ocho puntos consecutivos ubicados a un mismo lado de la línea central).
- Cuando los puntos formen rachas, de tal forma que de catorce puntos consecutivos, doce estén ubicados a un mismo lado de la línea central.
- Cuando los puntos formen rachas, de tal forma que de diecisiete puntos consecutivos, catorce estén ubicados a un mismo lado de la línea central.
- Cuando de tres puntos consecutivos, se encuentren dos cerca de los límites superior e inferior.
- Cuando de cinco puntos consecutivos, se encuentren cuatro puntos alejados a una distancia mayor a  $\sigma$ .

## 4. Participantes y duración

- Cuando se presente uno o varios puntos fuera de los límites de control superior e inferior de la carta.
- Un mínimo de quince personas y un máximo de cuarenta,
- El tiempo estimado para desarrollar la actividad es entre una y dos horas; todo depende del modelo de los juegos de cartas, que se definen por efectos del azar y del número de participantes.

## 3. Materiales

A continuación se relacionan los materiales requeridos y sus características para el desarrollo de la actividad (tabla 1).

Tabla 1. Lista de materiales

Detalle implemento	Cantidad	Observación
Juego de cartas con instructivo	5	Se compone de 52 cartas con diferentes presentaciones (similar a las de un juego de póker) y un instructivo por cada 52 cartas
Mesas (cualquier material) similares a las de una cafetería	10	Suministradas por los organizadores del evento
Sillas similares a las de una cafetería (que no sean tipo universitarias)	40	Suministradas por los organizadores del event
Videoprojector (opcional, no es indispensable) o un tablero con marcador	1	Para que el ponente haga una corta introducción

## 5. Espacio requerido

Un área mínima de 60 m<sup>2</sup>, en el que se organizarán las mesas y las sillas como si fuese una cafetería.



## 6. Desarrollo de la lúdica

Cada estuche del juego didáctico se compone de 52 cartas y un instructivo, el cual tiene dos guías:

- Guía A. Instructivo para el juego didáctico.
- Guía B. Cómo identificar procesos fuera de control.

### 6.1 Guía A. Instructivo para el juego didáctico

1. Por cada 52 cartas, se forma un grupo de dos a ocho personas. Cada grupo elige un facilitador que, además de ser jugador, baraja y entrega tres cartas al azar a cada participante. Las cartas que no fueron repartidas forman el grupo de cartas de la reserva, las cuales son administradas por el facilitador. El papel del facilitador se rota de común acuerdo entre los jugadores.
2. Cada carta contiene una gráfica de control de ocho puntos con diferentes tendencias y con sus respectivos límites superior e inferior de control.
3. Cada jugador, después de recibir las tres cartas, las coloca en una superficie plana y las alinea de izquierda a derecha.
4. Cuando se alinean las tres cartas, el punto extremo de la derecha de la carta 1 se debe traslapar o hacer coincidir con el punto extremo de la izquierda de la carta 2; es decir, que el punto final e inicial de las cartas se convierten en uno después de alinear las cartas, lo mismo se debe cumplir para las cartas 2 y 3.
5. El ganador (o ganadores) de la ronda será quien forme con las tres cartas un proceso fuera de control (ver guía B). El facilitador pregunta por derecha y verifica quiénes son los ganadores de la ronda y los anota; recoge las cartas de todos los jugadores, las reúne con las de la reserva, baraja y reparte cartas para la siguiente ronda.
6. Cuando no resulte ningún ganador en la ronda, todos los jugadores pueden descartar una, dos o las tres cartas, las cuales son recogidas por el facilitador y barajadas con las otras car-

tas de la reserva. El facilitador reparte por derecha de nuevo tres cartas y se repiten los mismos pasos anteriores hasta que resulte un ganador de la ronda. Cada jugador debe mantener siempre tres cartas.

7. El juego se compone de varias rondas. Una ronda se termina cuando resulte uno o varios ganadores (ver guía B, para definir el ganador).

### 6.2 Guía B. Cómo identificar procesos fuera de control

Convenciones:

- **LSC:** límite superior de control
- **LC:** línea central
- **LIC:** límite inferior de control
- La línea  $\sigma$  se representa con color rojo y la línea  $2\sigma$  se representa con color verde

Además, es necesario tener presente los diez criterios que permiten identificar un proceso fuera de control ya mencionados.

## 8. Referencias

### 6.3 Cómo definir el ganador de la ronda y del juego

- **Ganador de la ronda:** quien o quienes con las tres cartas formen un proceso fuera de control.
- **Ganador del juego:** quien logre ganar mayor número de rondas. El número de rondas se acuerda entre los participantes.

## 7. Posibles preguntas

- ¿Cuántas personas pueden jugar?
- ¿Cuántas cartas recibe cada jugador?
- ¿Quién reparte las cartas?
- ¿Cuántas veces se puede cambiar o descartar cartas?
- ¿Cómo se define el ganador del juego?
- ¿Cuándo se termina el juego?

[1] Villa, Á. (diciembre, 2009). Entrevista. Periódico *El Informador*, Comfama, Medellín

## 9. Bibliografía complementaria

Besterfield, D. H. (2009). *Control de calidad* (8ª. ed.). México: Pearson Education.

Kume, H. (1990). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad*. Bogotá: Norma.



# Análisis envolvente de datos en la carpintería GEIO\*

Juan Felipe Cuéllar\*\*  
Carlos Mauricio Zuluaga\*\*\*  
Sebastián Pinzón\*\*\*\*  
Laura Angélica\*\*\*\*\*

Universidad Tecnológica de Pereira

## Introducción

A través de este juego se vivencia el problema de determinar la eficiencia en diversos procesos cuando se tiene un conjunto de recursos de entradas (*inputs*), relacionados con una serie de resultados o salidas (*outputs*). Durante el desarrollo de esta actividad, el participante se enfrenta al problema de medir la eficiencia en su proceso de producción, teniendo como

entradas unos recursos económicos y físicos, y como salida, un valor en las utilidades, relacionado con los ingresos y los gastos de transporte. El juego plantea un objetivo final de comparar las eficiencias entre los equipos de trabajo utilizando la técnica de investigación operativa DEA (análisis envolvente de datos [*Data Envelopment Analysis*]).

---

\* Los autores de esta lúdica pertenecen al Grupo de Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO), de la Universidad Tecnológica de Pereira.

---

\*\* Correo electrónico: [jfelipecq@gmail.com](mailto:jfelipecq@gmail.com)  
\*\*\* Correo electrónico: [cmzuluaga@utp.edu.co](mailto:cmzuluaga@utp.edu.co)  
\*\*\*\* Correo electrónico: [sepisa20@hotmail.com](mailto:sepisa20@hotmail.com)  
\*\*\*\*\* Correo electrónico: [laanmejia@utp.edu.co](mailto:laanmejia@utp.edu.co)

# 1. Objetivos

- Acercar al participante a la aplicación de la técnica DEA, por medio de un problema de producción y de distribución de un conjunto de productos.
- Contextualizar al participante con los conceptos básicos de esta técnica.
- Mostrar otra forma de medir la eficiencia en las organizaciones.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Análisis envolvente de datos

El cálculo usual de eficiencia, usando la ecuación 1, califica como más eficientes aquellas unidades organizacionales que usan de manera intensiva sus recursos (*inputs*), obteniendo mayores resultados (*outputs*).

$$\text{Eficiencia de Farrell} = \text{outputs}/\text{inputs} \quad (1)$$

Pero esta ecuación es inadecuada cuando existen múltiples entradas y salidas relacionadas con diferentes recursos que se expresan en diferentes unidades, pues al momento de evaluar la eficiencia, el principal cuestionamiento es si todos los productos tienen igual importancia. Si la respuesta es no, es necesario revisar cuánto peso se da a los diferentes productos; cada unidad de decisión tendrá productos a los cuales desearía darle mayor peso, “por lo que sería injusto” dar a priori mayores o menores valores.

El DEA es una herramienta de la investigación de operaciones, programación matemática desarrollada para medir la eficiencia relativa de un conjunto de unidades organizacionales homogéneas, conocidas como unidades de decisión (DMU, *Decision Making Units*). Una DMU puede ser una dependencia, un proceso o un grupo que consuma recursos y genere productos (resultados).

El DEA intenta resolver el problema de comparar eficiencias de procesos cuando existen diferentes resultados e insumos. Este enfoque nace como una nueva metodología para medir la eficiencia [1].

El DEA calcula la eficiencia a partir de la siguiente ecuación:

$$h_{j0} = \frac{\sum_r u_r y_{rj0}}{\sum_i v_i x_{ij0}} \quad (2)$$

En donde:

$r = 1 \dots m$  subíndice que indica un *output* (resultado o producto).

$j = 1 \dots n$  subíndice que indica las diferentes unidades de decisión.

$i = 1 \dots k$  subíndice que indica el *input* (insumo o recurso).

$j0$  = subíndice que indica la unidad de decisión a la que se le está calculando la eficiencia.

$H_{j0}$  = es la eficiencia de la unidad de decisión que se está calculando.

$U_r$  = es el peso que tiene el producto  $y_r$  para la DMU  $j0$  que está siendo calculada.

La expresión anterior es utilizada como la función objetivo de un modelo de programación lineal que busca maximizar esa eficiencia sujeta a las restricciones dadas por las siguientes ecuaciones:

$$\frac{\sum_r u_r y_{rj0}}{\sum_i v_i x_{ij0}} \leq 1 \quad (3a)$$

$$u_r, v_i \geq \epsilon \quad (3b)$$

Las restricciones anteriores garantizan que, al calcular la eficiencia de una DMU (variando sus pesos  $U_r$  y  $V_i$ ), no se generen eficiencias mayores que 1. Es importante recordar que para el DEA las variables de decisión a ser encontradas son los pesos de los *outputs* y de los *inputs*,  $U_r$  y  $V_i$ , respectivamente. El número  $\epsilon$  es un valor de perturbación pequeño y positivo, que obliga a que los pesos de todos los *outputs* e *inputs* sean mayores a 0, y de esa manera evitar excluir alguno de ellos.

### 3. Materiales requeridos

Fichas de Lego, según las siguientes especificaciones:

- Tamaño 4: 2 × 2 pines.
- Tamaño 8: 2 × 4 pines.

- Cuñas de 2 pines.
- Fichas de 2 × 1 pines.
- Camiones para el cargo.
- Computado/Fotocopias suministrado por los organizadores:
- Cinco mesas grandes.
- Treinta sillas.
- Videoprojector.

### 4. Participantes y duración

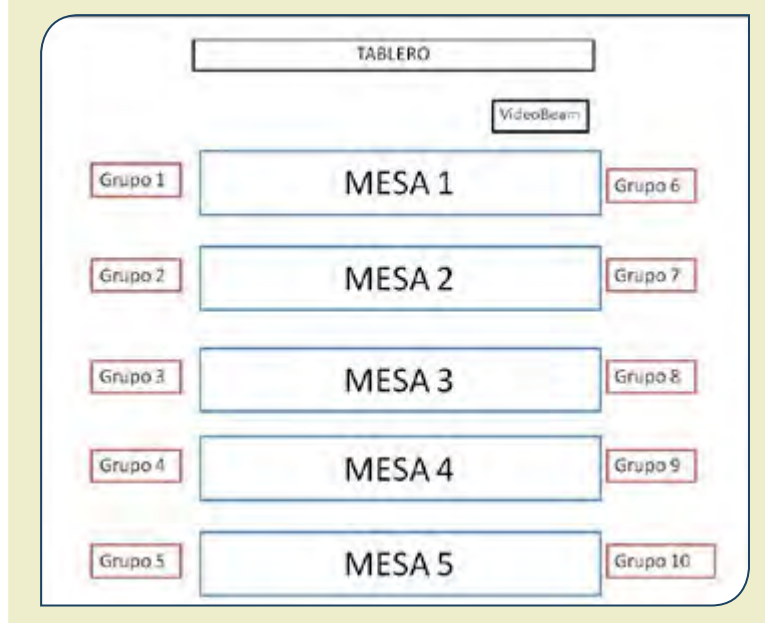
- Máximo treinta personas organizadas en diez equipos de trabajo.
- La duración de la actividad es aproximadamente de dos horas, incluyendo el espacio de conclusiones finales.

### 5. Espacio requerido

Un salón de aproximadamente 4 m × 6 m (figura 1).



Figura 1. Distribución de los participantes



Fuente: elaboración propia.

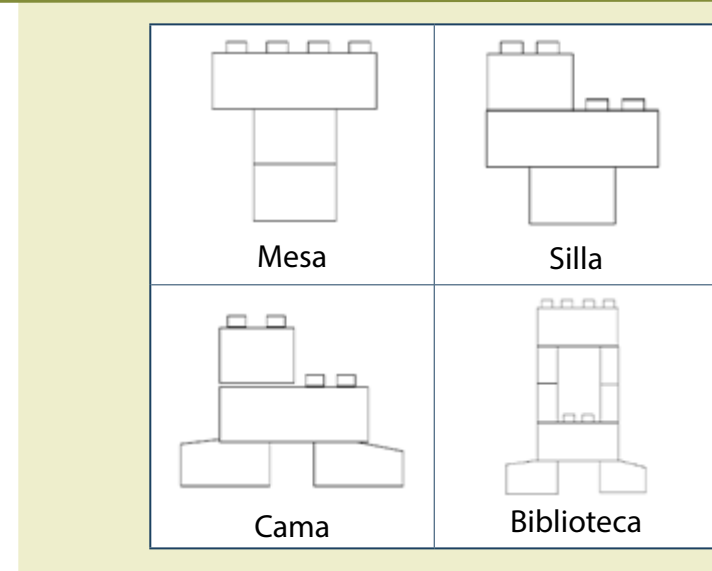
## 6. Desarrollo de la lúdica

1. **Definición de los equipos o grupos de trabajo.** Antes de comenzar el juego, se deben formar al menos diez equipos de trabajo y contextualizar a los participantes de la necesidad de asumir el papel de empresarios

durante toda la actividad. Es importante que cada carpintería (empresa) posea un nombre y un eslogan, para generar más identidad en el equipo.

2. **Planteamiento del problema.** Resulta clave plantear la importancia de calcular y comparar la eficiencia relativa de un proceso, entre los distintos equipos participantes, cuando estos tienen diferentes *inputs* y *outputs*.
3. **Explicación y repartición de materiales.** Se brindan las instrucciones para fabricar cuatro productos (mesas, sillas, camas y bibliotecas) (figura 2).

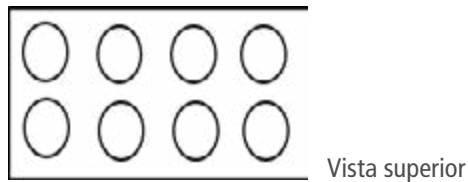
Figura 2. Productos que se fabricarán en la actividad



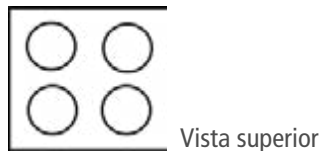
Fuente: elaboración propia.

Además, se indican los precios de venta de cada uno, y también las especificaciones de su diseño, diferenciando cuatro tipos de materias primas representadas por fichas de lego (tabla 1):

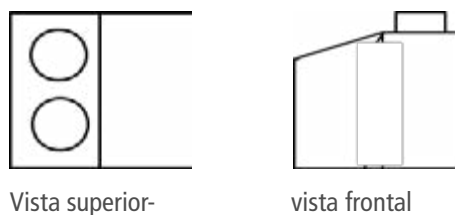
- Fichas de 8 pines ( $4 \times 2$ )



- Fichas de 4 pines ( $2 \times 2$ )



- Fichas trapezoidales (cuñas de  $2 \times 1$ )



- Fichas rectangulares de 2 pines ( $2 \times 1$ )



Posteriormente, se entrega un capital inicial a cada equipo, que debe ser utilizado en

los costos de transporte, como también una cantidad límite de materias primas. El objetivo del juego consiste en que cada carpintería elabore una combinación de productos, de tal manera que puedan maximizar sus ingresos. En este paso, es importante tener en cuenta la información de la tabla 1:

**Tabla 1. Información para cada producto**

Materiales	Mesas	Sillas	Cama	Biblioteca
Fichas pequeñas	2	2	1	0
Fichas grandes	2	1	1	2
Cuñas de 2x1	0	0	2	2
Piezas de 2x1	0	0	0	4
Precio de venta \$(ingresos)	16	10	16	24

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenida la producción en cada carpintería, se pasa al análisis de su transporte, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Cada carpintería cuenta solo con un camión y un viaje para transportar sus productos.
- La capacidad máxima del camión es de 160 kg.

- El peso de cada producto está en función del número de pines que cada uno contenga: 1 pin = 1 kg (es necesario calcular el peso para cada producto).
- El costo por transportar cada kilo es de \$10. Cada equipo calculará su utilidad de acuerdo con la siguiente fórmula:

**Utilidad** = capital inicial + ingresos por ventas de productos transportados – gastos de transporte

**Nota:** es necesario aclarar que el único costo que tiene cada carpintería está relacionado con el transporte de sus productos, con el fin de simplificar el problema.

La tabla 2 le ayudará a cada equipo a plasmar la información necesaria para socializar los resultados del juego.

**Tabla 2. Información de cada carpintería**

Nombre de la carpintería: \_\_\_\_\_

Mesas	Sillas	Camas	Bibliotecas	Peso de la producción total	Peso transportado	Utilidad

Fuente: elaboración propia.

1. **Espacio de socialización.** Se abrirá un espacio de discusión, para responder a la pregunta: ¿cómo se podría calcular la eficiencia de cada carpintería, teniendo en cuenta que su cálculo depende de múltiples entradas y salidas?
2. **Cálculo de eficiencias.** Cada equipo socializará la manera como calculó su eficiencia, luego de las conclusiones obtenidas en la discusión anterior.
3. **Evaluación de eficiencias.** Cada equipo evaluará su eficiencia, de acuerdo con el concepto de Farrel. Teniendo en cuenta las demás carpinterías, se hace un *ranking* de la más eficiente a la menos eficiente. ¿Cuáles problemas se evidencian al construir y presentar el *ranking*?
4. **Explicación de la técnica DEA.** El facilitador explicará el análisis envolvente de datos, enunciando los *inputs* y los *outputs* del juego y resolverá el modelo usando el *software* Dea Solver Pro 5.0.
5. **Conclusiones.** Se socializan conclusiones y se abre un espacio final de discusión.

## 7. Referencias

- [1] Charnes, A., Cooper, W. W., y Rhores, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.

## 8. Bibliografía complementaria

- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 1078-1092.
- Cooper, W., Seiford, L. M., y Tone, K. (2004). *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- DEA Solver. (2005). Recuperado de <http://www.saitech-inc.com>
- Soto, J. (2008). *Fundamentos teóricos y prácticos del análisis envolvente de datos*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
-

# A chorros

## Ciclo del agua

### Introducción

El agua es el elemento más destacado de nuestro planeta, cubre el 70% de la superficie. Es imprescindible para la vida de todos los seres que poblamos la Tierra. En el caso de los humanos, para el funcionamiento de nuestro organismo, y también para muchas de las actividades diarias. Recordemos que para cubrir las múltiples necesidades de agua, únicamente disponemos de 3% del total del agua dulce. De esta cantidad, buena parte son aguas subterráneas, casquetes polares y glaciares. El agua de los ríos, lagos, torrentes, etc. representa el 0.03% de agua dulce total. Si por alguna razón dejara de salir agua de los grifos, nuestras rutinas domésticas se dificultarían

y surgirían problemas sanitarios, las fábricas se arruinarían y la producción agraria global disminuiría dramáticamente.

Diariamente, el agua adquiere nuevos usos o se aumenta el consumo: nuevos electrodomésticos que utilizan agua para funcionar, extensiones de terrenos de cultivo cuya producción se quiere incrementar y que, por lo tanto, tendrá que regarse más, nuevas industrias que necesitarán el agua como disolvente, refrigerante, etc. Cada uso produce un tipo de suciedad peligrosa, algunas se pueden eliminar de forma natural otras no. El agua es un recurso necesario, pero es limitado, por ello su consumo debe ser racional, controlado.

---

\* Correo electrónico:  
[econciencia@ucentral.edu.co](mailto:econciencia@ucentral.edu.co)

# 1. Objetivos

- Entender la importancia del agua para el ser humano.
- Comprender que de toda el agua del planeta tan sólo disponemos de una pequeña parte y, por consiguiente, es un recurso limitado.
- Considerar la gravedad de la pérdida de la calidad de agua.
- Observar las graves consecuencias de los vertimientos.

## 2. Marco teórico

El ciclo hidrológico o ciclo del agua es el proceso de circulación del agua entre los distintos compartimentos de la hidrósfera. Se trata de un ciclo biogeoquímico en el que hay una intervención mínima de reacciones químicas, y el agua solamente se traslada de unos lugares a otros o cambia de estado físico. El agua de la hidrósfera procede de la desfragmentación del metano, donde tiene una presencia

significativa por los procesos del vulcanismo. Una parte del agua puede reincorporarse al manto con los sedimentos oceánicos de los que forma parte cuando estos acompañan a la litósfera. La mayor parte de la masa del agua se encuentra en forma líquida, sobre todo en los océanos y mares y, en menor medida, en forma de agua subterránea o de agua superficial (en ríos y arroyos). El segundo compartimento importante es el del agua acumulada como hielo sobre todo en los casquetes glaciares antártico y groenlandés, con una participación pequeña de los glaciares de montaña, sobre todo de las latitudes altas y medias, y de la banquisa. Por último, una fracción menor está presente en la atmósfera como vapor o, en estado gaseoso, como nubes. Esta fracción atmosférica es, sin embargo, muy importante para el intercambio entre compartimentos y para la circulación horizontal del agua, de manera que se asegura un suministro permanente a las regiones de la superficie continental alejadas de los depósitos principales.

El agua no permanece estacionaria sobre la Tierra, sino que se establece una circulación del agua entre los océanos, la atmósfera y la litosfera-biosfera de forma permanente. Es lo que se conoce como ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico se podría definir como el “proceso que describe la ubicación y el movimiento del agua en nuestro planeta”. Es un proceso continuo en el que una partícula de agua evaporada del océano vuelve al océano después de pasar por las etapas de precipitación, escorrentía superficial y escorrentía subterránea.

El concepto de ciclo se basa en el permanente movimiento o transferencia de las masas de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como entre sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Este flujo de agua se produce por dos causas principales: la energía solar y la gravedad.

La contaminación del agua se da básicamente en cuatro vías:

**Vertimientos de aguas servidas.** Los centros urbanos vierten a los desagües, ríos lagos y mar sus aguas negras con todo tipo de contenidos: detergentes, excrementos, residuos industriales, aceites combustibles y otras sustancias tóxicas para las plantas, animales y entorno en general y sin previo tratamiento produciendo todo tipo de enfermedades y consecuencias.

**Vertimiento de basuras.** Es una costumbre antigua dejar los residuos sólidos en las orillas de los ríos, lagos y cuerpos de agua en general sin ningún cuidado ni organización. Este problema es propio de las áreas comerciales, industriales y cercanas a las ciudades. Estos residuos consisten en plásticos, vidrios, latas, restos orgánicos y demás que al descomponerse pueden producir sustancias tóxicas con un impacto negativo.

**Vertimiento de relaves mineros.** Cuyos responsables son los centros mineros y las concentradoras. Los contenidos de los vertimien-

tos de esta actividad minera son sustancias tóxicas como: hierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico entre otras. Estos no lo afectan aguas superficiales, sino las subterráneas.

**Vertimiento de productos químicos y desechos industriales.** Problema que viene de los centros petroleros, industria de harinas y aceites, curtiembres y todo tipo de empresas que trabajen con abonos, petróleo, aceites, ácidos, sodas, aguas de formación y profundas).

Para evitar la contaminación del recurso, se necesita una conciencia acerca de la importancia del mismo y acciones tendientes a defender el agua, como: evitar el vertimiento de altas concentraciones de residuos o sustancias perjudiciales, hacer investigación en el uso de materiales de desecho de industria, ambiente domiciliario, hospitales, etc.; utilizar material orgánico en producción de abonos para la agricultura, en vez de agroquímicos de alta toxicidad, como insecticidas y fungicidas; prohibir el transporte de sustan-

cias altamente tóxicas sobre los cuerpos de agua; evitar los derrames de crudo en aguas marítimas; proteger las fuentes de agua.

El proceso de erosión se puede prevenir con el uso de prácticas de conservación de suelos en áreas agrícolas; cultivando de forma técnica y racional, y canalizando los excesos de aguas lluvias para proteger el recurso ya existente.

### 3. Materiales

La lúdica no requiere de infraestructura o elementos adicionales a los siguientes:

- 60 frijoles, más de 10 por grupo, que serán las gotas de agua limpia, que circularán por nuestro ciclo del agua.
- 90 garbanzos que representarán el agua sucia con mucha cantidad de materia orgánica

## 6. Desarrollo de la lúdica

(aguas residuales de pueblos y ciudades, granjas, etc.).

- 50 arvejas, que representarán el agua contaminada con sustancias tóxicas (productos químicos, metales pesados etc.) que cuestan mucho de eliminar para obtener agua de calidad.
- Hojas reciclables libre por una cara; en su defecto, block de hojas libres para escribir.
- Plumones o esferos de colores.

### 4. Participantes

- De 20 a 30 participantes
- Duración aproximada: 45 a 60 minutos

### 5. Espacio requerido

Básicamente, la lúdica se lleva a cabo al aire libre (terreno con árboles y naturaleza diversa) por el tipo de actividad.

1. Se doblan las hojas por la mitad más estrecha y se coloca cada trozo como si fuera un libro apaisado, de manera que se pueda colgar, es necesario tener dos hojas más para información, en forma de cuadernillo.
2. En la hoja superior de cada cuadernillo se anotará un número (del 1 al 15) y un nombre. En diez de estos cuadernillos se escribe el nombre (o bien el dibujo) de diferentes etapas del ciclo natural del agua dulce en la tierra.
3. Los cinco paquetes restantes se dedicarán a los grandes bloques de agua usada por los seres humanos.
4. En la hoja inferior de cada cuadernillo se copiará en cada caso la información correspondiente (información que se detallará más adelante).
5. Se recortarán 36 tarjetas de cartulina, numerando 15 de ellas de forma correlativa empezando por el 1. Se toman 15 más y se repite la operación. Se escribe “depuradora orgánica” en 3 tarjetas y “depuradora química” en otras 3.
6. Las fichas se distribuyen en dos montones. En el montón 1 se tendrán las 15 tarjetas numeradas más las seis tarjetas depuradoras, todas mezcladas. En el montón 2, las otras 15 tarjetas numeradas.
7. Se prepararán veinte adivinanzas, jeroglíficos, sopas de letras, preguntas de sentido común y sencillas pruebas físicas y se depositan cada uno en un sobre.
8. Se debe disponer de un terreno de juego con árboles, arbustos y otros elementos para poder colgar las 15 pistas, separadas entre sí y relativamente escondidas. Al lado de cada pista, se debe colgar una bolsa o cajita con las “gotas de agua” necesarias para el juego según la siguiente distribución:
  - En las pistas “lago”, “torrente”, “fuente”, “arroyo”, una bolsa con 10 frijoles.
  - En la pista “casquetes polares-glaciares”, una bolsa con ocho frijoles.
  - En la pista “ciudad” y “granja”, una bolsa con veinte garbanzos.
  - En la pista “industria química”, una bolsa de veinte garbanzos y veinte arvejas.



- En la pista “regadíos”, una bolsa de veinte garbanzos y diez arvejas.
  - Doce frijoles quedarán reservados para el director del juego.
9. Se debe disponer para cada grupo de una hoja y un lápiz.
10. Al final, se hará una mesa redonda donde se pondrá de manifiesto la relevancia de recurso hídrico para el desarrollo de las actividades antrópicas y el estado de riesgo por su escasez y mal uso. Además, los participantes deben exponer posibles alternativas a todos los inconvenientes que se presentan con el uso inadecuado del agua.

## 7. Bibliografía

Benayas. J. “El agua. Guía de educación ambiental. Pamplona. Gobiernos de Navarra”. Departamento de Ordenación del Territorio. Vivienda y Medio Ambiente. 1989

Cuello. A Y Navarrete. A. “El agua en la ciudad: materiales didácticos de Educación Ambiental”. Sevilla. Junta de Andalucía. 1992

INTERMON. *El agua, la sed del planeta*. Barcelona. 1992

Vester. F. *Aigua=Vida. Un llibre cibernètic del medi ambient amb 5 cicles d'agua*. Barcelona. Parthenon Communications. 1992

---

# La increíble historia del sr. Al-Um-Inio (materiales)

## Introducción

A pesar de las características especiales del aluminio como su duración, resistencia y maleabilidad, la extracción para la industria tiene un elevado costo energético y a menudo produce residuos altamente contaminantes. La bauxita (material del que se obtiene el aluminio) se encuentra en países próximos al Ecuador, por lo cual, el primer efecto no deseado de la producción de aluminio es la destrucción de la selva tropical. Otra consecuencia indeseada es la elevada contaminación del aire y del agua causada

por los productos residuales que se producen en gran cantidad durante la transformación de la bauxita en aluminio. Eso nos debería motivar a tratarlo como un material valioso y a utilizarlo preferiblemente en objetos duraderos, reutilizarlo tanto como se pueda o, por lo menos, reciclarlo. El reciclaje del aluminio permite ahorrar hasta el 97% de la energía de la producción primera, así como reducir un 95% la contaminación atmosférica y en un 97% la contaminación del agua.



\* Correo electrónico  
[econciencia@ucentral.edu.co](mailto:econciencia@ucentral.edu.co)

## 1. Objetivos

1. Reflexionar sobre el uso banal que hacemos de determinados materiales de alta calidad como el aluminio.
2. Conocer algunos impactos de la extracción y transformación de minerales en producto y el consumo de energía que reportan estos procesos.
3. Reflexionar sobre la necesidad real de determinados bienes de consumo en relación con los beneficios que efectivamente nos proporcionan, su coste ambiental y energético.
4. Disminuir en uso de envases no retornables.
5. Suscitar la colaboración en el reciclaje de materiales depositándolos en los contenedores apropiados

## 2. Marco teórico

### 2.1 Aluminio

El aluminio es el metal más abundante en el mundo. Constituye el 8% de la porción sólida de la corteza terrestre. Todos los países poseen grandes existencias de materiales que contienen aluminio, pero los procesos para obtener este metal a partir de la mayor parte de estos compuestos no son económicos todavía.

El aluminio metálico fue obtenido en forma pura, por primera vez, en 1825, por Oersted, quien calentó el cloruro de aluminio con una amalgama de potasio y mercurio. En 1854, Henri Sainte-Claire Deville produjo aluminio a partir de cloruro de Na-Al, calentándolo con sodio metálico. El proceso funcionó durante unos 35 años, y el metal se vendía a 220 dólares el kilogramo. Ya para 1886 el precio se había reducido a 17 dólares. En 1886, Charles Hall produjo el primer aluminio por el proceso actual, a gran escala con un proceso de electrólisis de la alúmina,

que consiste en un baño de criolita fundida. En el mismo año, Paul Heroult obtuvo una patente francesa por un proceso similar al de Hall. En 1893, la producción de aluminio había aumentado ya tan rápidamente por el método de Hall, que el precio se había desplomado hasta 4.40 dólares el kilogramo. La industria creció en forma segura, basada firmemente en los mercados nuevos, sobre todo, en los mercados ya creados por sus propios estudios sobre las propiedades del aluminio y las rutas de consumo económico de este nuevo metal.

El aluminio es un metal no ferroso de gran importancia, sobre todo por su combinación poco usual de ligereza y resistencia, por lo que tiene muchos usos en los que otros metales no son adecuados. Considerado sobre la base de peso por peso, el aluminio tiene el doble de conductividad del Cu y tiene también una alta ductilidad a temperaturas elevadas. El aluminio está aleado, por lo general, con otros metales como cobre, Mg, Zn, Si, Cr y Mn, lo

que aumenta su utilidad. Este metal y sus aleaciones, en particular las de magnesio, se emplea para hacer las estructuras de aviones, automóviles, camiones y vagones de ferrocarril, para conductores eléctricos y para partes estructurales fundidas y forjadas. Cuando se utiliza de manera correcta, el aluminio resiste muy bien la corrosión. Su resistencia y su ductilidad aumentan a temperaturas por debajo de cero, que es lo opuesto de lo que sucede con el hierro y el acero.

## 2.2 Extracción de la bauxita

El aluminio no está en la naturaleza tal como lo encontramos en las latas. La bauxita, un óxido de aluminio, se encuentra en tierras donde llueve mucho, como las zonas tropicales. Su extracción debe hacerse sobre zonas de alto valor ecológico. De aquí que su impacto es más grande que cuando se extrae de minas, por ejemplo.

### 2.2.1 Impacto ambiental

Fabricar una tonelada de aluminio supone:

Extraer de 4 a 5 toneladas de bauxita procedente de extracciones al aire libre que generan muchos residuos y provocan el deterioro de ríos y acuíferos.



La industria del aluminio es considerada muy contaminante. Con la extracción de la bauxita de los suelos lateríticos ya se da una degradación casi irreversible del paisaje y se producen grandes emisiones de polvo.

La bauxita se extrae, se tritura y lava. El proceso genera en este punto unos residuos óxidos insolubles denominados barros rojos, que son a menudo vertidos en los ríos, provocando mucha contaminación.

Fabricación del aluminio. El proceso más impactante, sin embargo, es la fabricación a partir de la alúmina (producto intermedio entre la bauxita y el aluminio) del aluminio, por la elevada cantidad de energía que se necesita. La generación de residuos y el coste de la energía (y de la mano de obra) hace que los países industrializados, consumidores del aluminio, planteen la ubicación de estas fábricas en países tropicales empobrecidos.

### 3. Materiales

La fabricación de aluminio está asociada, por esta razón, a la construcción de infraestructuras de obtención de energía (plantas nucleares, presas hidráulicas, etc.). Incluso en Chile se planteó la instalación de una fábrica de aluminio que usaría la bauxita importada de otros países lejanos para poder implantar presas hidráulicas en una zona de gran valor ecológico y poca población.

Los efectos ambientales eran lapidarios, puesto que la refinación de aluminio es una de las peores faenas metalúrgicas desde el punto de vista ambiental. De hecho, los países más consumidores de aluminio, los industrializados, evitan que se procese en sus territorios. Por esta razón eligen instalar sus plantas en lugares lejanos, donde la energía y la mano de obra sean radicalmente más económicas.

Para la actividad solo se requiere de fotocopias del material para los participantes y la disposición de los mismos.

### 4. Participantes

Entre 30 y 40 participantes

Duración: de 60 a 90 minutos

### 5. Espacio requerido

Es importante contar con un salón o sala con mesas y sillas para ubicar el grupo de participantes en subgrupos de trabajo.

### 6. Desarrollo de la lúdica

1. Se entregan fotocopias de la historia del Sr. Al-Um-Inio ligero y brillante y sus cuatro finales alternativos y toda la información necesaria para el desarrollo de la lúdica.
2. Se les pide a los participantes que se organicen en grupos de tres o cuatro y se les indica que la historia que deben leer se encuentra dispersa en fragmentos y algunos de estos se hallan en clave. Los participantes deben poner el texto en orden y encontrar las palabras enigmáticas en un crucigrama. Para resolverlo disponen de información complementaria.
3. Una vez ordenada la historia, se le pide a un voluntario que la lea y se pregunta a los participantes por cuáles tipos de interrogantes le harían al Sr. Al-Um-Inio, posteriormente, se discutirán las opiniones.
4. Se les entrega los finales alternativos para que escojan el que crean más adecuado. Si

## 7. Bibliografía

sienten que ninguno les convence totalmente, pueden inventar alguno que coincida con el desenlace que desean.

5. Un representante de cada grupo explica cómo ven el caso y comenta el final que han elegido o elaborado y el porqué. Se hace un conteo de cuántas versiones se inclinan por las diferentes opciones: ahorro, reutilización, reciclaje, vertedero u otras de las siguientes salidas que puedan ser escogidas por los participantes:
  - Ventajas e inconvenientes del aluminio.
  - Cómo podemos disfrutar de las ventajas y disminuir sus inconvenientes.
  - El realismo, la ventajas y desventajas de las diferentes opciones.
  - Qué opción parece la más deseable para el futuro.
  - Para concretar un caso se puede utilizar y, si es conveniente, completar la pauta adjunta de valoración de productos que evalúa el costo ambiental de estos en relación con su necesidad.

Autores varios. *Basuras. (Todos)*. Número 11. Unesco. 1995

Lorea. Equipo. *Naturaleza, basuras y reciclaje en la escuela*. Antsoain. 1985

Mcharry. J. L'alumini. *Perspectiva ambiental*. Número 1. 1995

Myers. N. Gaia. *El atlas de la gestión del planeta*. Barcelona. Tursen/ hermann blume. 1994

# Negociando ando

## Introducción

Actualmente, el mundo es dinámico y cambiante, las empresas pasaron de tener un escenario económico estático y controlado, a un ambiente abierto y competitivo; por ello, las compañías no pueden quedarse rezagadas en los procesos de negociación con proveedores y clientes, deben tomar consciencia sobre la importancia de desarrollar un plan inteligente de negociación; así mismo, también deben destacar y potenciar habilidades negociadoras entre sus colaboradores que influyan positivamente en el desarrollo del entorno empresarial. El profesor de Harvard Business School John P. Kotter plantea que antes de 1974 cuando el entorno económico era

muy estable, la cualidad más importante en los ejecutivos de las empresas era la capacidad de gestión, pero ahora que todo va cambiando las cualidades que más sobresalen son el liderazgo y la habilidad negociadora.

Es por eso que se creó una lúdica llamada “Negociando ando”, la cual permite acercar a las personas a un proceso de negociación, utilizando un escenario no convencional, donde se identifiquen los pasos que se deben seguir para llevar a cabo una buena negociación, como también el conocimiento y las habilidades que se deben tener para negociar y las etapas con las que cuenta este proceso.

María Paula Guarín\*  
Juan Camilo Echeverri\*\*  
Andrés Carvajal\*\*\*  
Andrés Felipe Chaves\*\*\*\*  
Laura Pulgarín\*\*\*\*\*  
María Luisa Aguirre\*\*\*\*\*  
Andrés Suárez\*\*\*\*\*  
Jénifer Cruz\*\*\*\*\*  
Juan Pablo Valencia\*\*\*\*\*

Universidad Tecnológica de Pereira

\* Correo electrónico:  
[maria\\_pgu@hotmail.com](mailto:maria_pgu@hotmail.com)  
\*\* Correo electrónico:  
[jcec890928@hotmail.com](mailto:jcec890928@hotmail.com)  
\*\*\* Correo electrónico:  
[karva77@hotmail.es](mailto:karva77@hotmail.es)  
\*\*\*\* Correo electrónico:  
[pipeortega\\_arg@hotmail.com](mailto:pipeortega_arg@hotmail.com)  
\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[laura\\_pulgarin@hotmail.com](mailto:laura_pulgarin@hotmail.com)  
\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[mauiaguirre@hotmail.com](mailto:mauiaguirre@hotmail.com)  
\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[andrez\\_suarez@hotmail.com](mailto:andrez_suarez@hotmail.com)  
\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[jenicru006@hotmail.com](mailto:jenicru006@hotmail.com)  
\*\*\*\*\* Correo electrónico:  
[juanp\\_1231@hotmail.com](mailto:juanp_1231@hotmail.com)

## 1. Objetivos

## 2. Marco teórico

Para enfocarnos un poco más en el tema principal de la lúdica Negociando ando, es fundamental partir del concepto de “negociación”, que en sí es un proceso en el que dos partes, sean empresas o personas, construyen un acuerdo para satisfacer una necesidad tangible o intangible, que da paso a crear un escenario de discusión sobre el asunto en el cual tienen intereses (precio, calidad, formas de pago, etc.). Esto genera un intercambio de información que se expresa en propuestas verbales, en las que cada empresa evalúa y analiza sus limitantes y asume cuáles podría tener la contraparte.

Este intercambio hace que las partes involucradas en la negociación desarrollen intensos deseos de controlar el tema que les preocupa y busquen la manera en que ambas obtengan beneficios (una posición gana-gana), lo que se verá reflejado como un negocio exitoso y perdurable.

- Introducir a los participantes el concepto y las etapas de una negociación.
- Analizar los factores involucrados en el éxito o fracaso del proceso de negociación.
- Perfilar el modelo del negociador ideal.
- Identificar los elementos que influyen en un proceso organizado de negociación.

Una negociación es el proceso mediante el cual dos o más partes se reúnen para discutir o establecer un contrato, definir las pautas de una relación laboral, comprar o vender un producto o servicio, resolver diferencias, establecer costos, estructurar un plan de trabajo, formular un cronograma, entre otras actividades.





El objetivo de la negociación es concretar un compromiso formal entre las partes, donde ambas puedan obtener resultados beneficiosos y favorables en pro de su bienestar en los diferentes ámbitos. La mayoría de las veces se negocia porque los involucrados necesitan algún tipo de beneficio que alguno de los negociantes posee.

Por lo tanto, el proceso de negociación contribuirá a definir un acuerdo para que cada uno pueda “dar lo que tenga”. La idea de este proceso es que pueda llevarse a cabo una relación de beneficio mutuo (relación gana-gana).

La finalidad de negociar es que las partes queden satisfechas entre ellas y puedan solventarse los intereses opuestos.

Es muy probable que durante el proceso de discusión surjan ofensas que opaquen la negociación; sin embargo, las partes deben dialogar para poder obtener lo que desean. Podría decirse entonces que un proceso de negociación procura lograr la aceptación de

intereses, asuntos y posiciones, buscando obtener beneficios y resultados de manera recíproca entre los involucrados. Dicho proceso tiene una secuencia, que comienza con una etapa de preparación, y termina en el acuerdo final. En esta última, se define el resultado de la negociación, en el que se puede perder o ganar. Los involucrados se llaman “negociadores”.

Cada negociador debe manejar unas competencias para defender su propia posición frente al negocio. Dentro de estas, los negociadores deben tener habilidades tales como fluidez verbal, capacidad analítica, liderazgo, toma de decisiones, razonamiento numérico, pensamiento crítico, comunicación asertiva, orientación estratégica, desarrollo de interrelaciones y, la más importante, “capacidad de negociación”. Debe tener una actitud proactiva y bastante disposición para trabajar en equipo. La idea de acercamiento entre dos partes implica la existencia de una distancia

entre ellas, y estos términos corresponden al lenguaje habitual de la negociación.

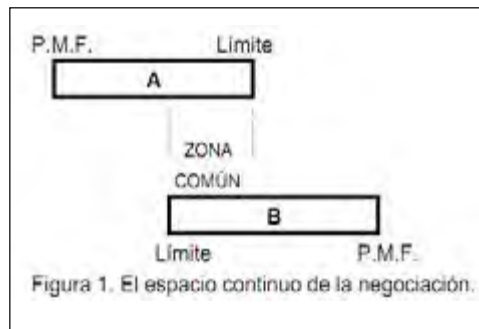
Negociar significa moverse. Nos movemos de nuestra posición más favorable (PMF) hasta llegar a un punto aceptable para ambas partes. Nuestro opositor hace exactamente lo mismo. La capacidad y habilidad de los negociadores de cada una de las partes son las que deciden la localización de este punto de acuerdo y la distancia que tenemos que recorrer para llegar a él.

Las dos figuras A y B representan dos partes de una negociación. Cada una de ellas, si pudiera elegir libremente, elegiría la posición más favorable para sus intereses. Estas posiciones están representadas por los extremos del diagrama. Es muy poco probable que una parte logre convencer a la otra para que acepte su PMF

Por ello, cada parte deberá desplazarse hacia la posición de su opositor. Este desplazamiento tiene un límite, llamado a veces punto

## 4. Participantes

de ruptura, que de superarse haría que las partes prefirieran romper la negociación a aceptar un acuerdo.



El intervalo de acuerdo que se ofrece al negociador está situado entre el punto más favorable y el límite. En la mayor parte de negociaciones estos dos segmentos se solapan. En este intervalo existe la posibilidad de acuerdo. A ese campo o área se le llama “zona común” o de “intercambio”.

Puede existir un acuerdo en cualquier punto de ese campo. La situación concreta de tal punto dependerá del poder relativo de las partes y de su habilidad para negociar.

El intervalo que separa el punto más favorable del límite puede ser grande o pequeño. Cuando los negociadores hablan de su margen de maniobra están refiriéndose a la distancia que separa ambos puntos. En algunas negociaciones puede ocurrir que no exista zona común. En dichas circunstancias, las negociaciones quedan estancadas, salvo que una o ambas partes recurran a una postura de fuerza con el fin de convencer a la otra parte para que reajuste su límite.

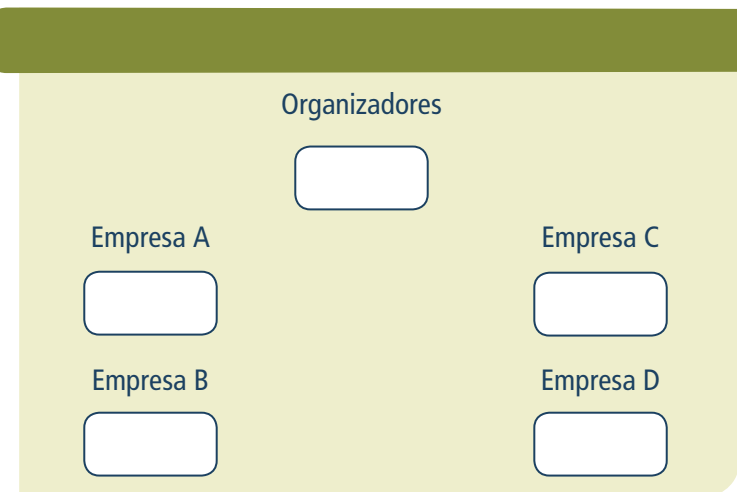
## 3. Materiales

Los materiales necesarios para la ejecución de la lúdica son los siguientes:

- Computador
- Videoprojector
- Cuatro mesas grandes
- Sillas (mínimo 20)
- Cuatro carpetas
- Marcadores
- Hojas de colores grandes
- Cartulina

- Mínimo diez personas, máximo veinte personas
- El desarrollo de la lúdica será aproximadamente de 2 horas: 1 hora 30 minutos para el desarrollo de la lúdica, y 30 minutos para la socialización

## 5. Espacio requerido



### 5.1 Desarrollo de la lúdica

La lúdica Negociando ando pretende desarrollar un ambiente de negociación, que gire en torno a asuntos, posiciones e interésde cada una de las partes involucradas en la

negociación. El desarrollo de esta lúdica se realizará de la siguiente manera:

### 5.2 Fase I

Inicia con la presentación de la lúdica, en la cual se explica el objetivo y las instrucciones del juego. Luego se distribuyen los participantes en dos o en cuatro grupos llamados empresas A y B o empresa A B C y D, según el número de asistentes. Paso seguido, en cada empresa se nombrará un negociador inicial, y se dará un espacio de 15 minutos para que los integrantes del grupo asimilen y discutan las condiciones de la negociación; con esto, elaboran un plan estratégico para llevar a la cabo la negociación bajo las restricciones de la empresa; en ese tiempo también podrán elaborar el portafolio de la negociación, tarjetas de presentación y todo lo relevante a la hora de cerrar un buen negocio.

### 5.3 Fase II

Ubicados en la zona caliente, o zona de negociación, los participantes se ubican detrás de la mesa central, teniendo adelante al negociador oficial “A” que estará cara a cara con el negociador oficial de la empresa “B”. Los negociadores simularán un negocio trascendental de la vida real; el resto de los integrantes de cada grupo estarán acompañándolos en la negociación detrás de cada líder, teniendo la restricción de no hablar con el líder negociador; tan solo existirá una comunicación escrita. La variante del juego es que el líder negociador cambia con la señal del moderador. La idea es analizar el trabajo en equipo, la resistencia al cambio e ir identificando las características de un buen líder de negociación, así como analizar el adelanto o retraso del proceso.

### 5.4 Fase III

El objetivo al final de la actividad es analizar los factores involucrados para el éxito o fracaso del proceso de negociación, como también perfilar el modelo del negociador ideal, e introducir a los participantes a identificar los elementos que influyen dentro de un proceso organizado de negociación.

## 6. Bibliografía

<http://www.degerencia.com/tema/negociacion>

<http://www.ua.es/es/congresos/protocolo/6encuentro/ponencias/docs/negociacion.pdf>

# ¿Dónde está la restricción?

## Programación de la producción

### Introducción

La teoría de las restricciones (en inglés, *theory of constraints*, TOC) es una de las técnicas más difundidas para administrar recursos en los que la capacidad de producción es menor a su demanda. Inicialmente, se localiza el cuello de botella del sistema y se establece como un punto de control (tambor), encargado de marcar el ritmo de funcionamiento del sistema. Para evitar que se generen inventarios antes del cuello de botella, la teoría TOC sugiere que este se comunique con la primera actividad del sistema (cuerda) y, finalmente, se establece una reserva para que el cuello de botella no quede inactivo (amortiguador). La lúdica que se presenta en este documento se desarrolla en el contexto de una fábrica que desarrolla ensamblajes para la industria metal-

mecánica y pretende solucionar un problema de disminución en la productividad del sistema [1].

Para el desarrollo de la lúdica, en principio se presenta un sistema productivo tipo taller de trabajo (en inglés, *job shop*), que consta de tres máquinas con las que se fabrican cuatro elementos, todos necesarios para lograr el ensamble final (figura 1). Se divide el grupo de participantes en tres subgrupos de cinco jugadores, tres de los cuales serán operarios (máquinas A, B y C), uno será el analista de tiempos, y el quinto será el gerente de producción. La lúdica consta de tres fases: en la primera fase se determinan los recursos con los que cuenta la empresa y su capacidad de producción; la segunda fase tiene como ob-

Carlos A. Arango Londoño\*

Tatiana Joya Camargo\*\*

José A. Gómez Martínez\*\*\*

Alberto M. Moreno Castillo\*\*\*\*

Universidad Central



\* Correo electrónico:  
[carango@unisalle.edu.co](mailto:carango@unisalle.edu.co)

\*\* Correo electrónico:  
[tjoyac@ucentral.edu.co](mailto:tjoyac@ucentral.edu.co)

\*\*\* Correo electrónico:  
[jgomez5@ucentral.edu.co](mailto:jgomez5@ucentral.edu.co)

\*\*\*\* Correo electrónico:  
[amorenoc3@ucentral.edu.co](mailto:amorenoc3@ucentral.edu.co)

# 1. Objetivos

jeto la mejora del sistema que usa la teoría de las restricciones. Los participantes buscarán la restricción del sistema (cuello de botella) y propondrán acciones que produzcan mejoras en el mismo. En la tercera fase, cada grupo, que representa una organización, debe aumentar aún más la productividad, ya que deben competir por un contrato que será otorgado a la empresa que sea capaz de producir el mayor número de ensambles.

Figura 1. Ensamble del sistema

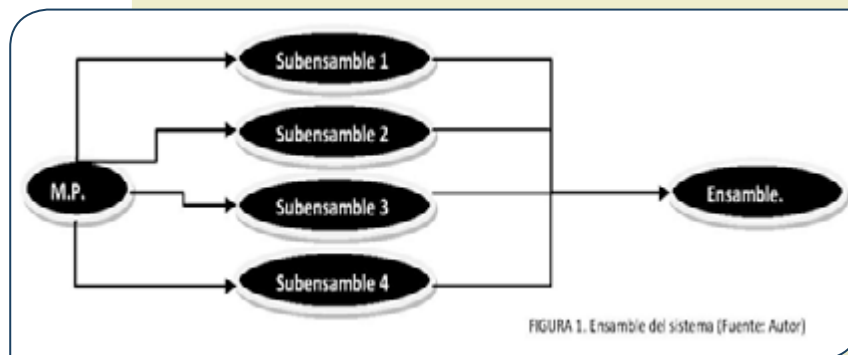


FIGURA 1. Ensamble del sistema (Fuente: Autor)

Fuente: elaboración propia.

## 1.1 Objetivo general

- Reconocer, comprender y aplicar los principios básicos de la teoría de las restricciones.

## 1.2 Objetivos específicos

- Comprender los principios de funcionamiento de un taller de trabajo (*job shop*).
- Aprender a reconocer una restricción y su impacto en el sistema.
- Comprender y aplicar la programación de restricciones con base en los principios de la teoría de las restricciones.

# 2. Conceptos básicos

- **Taller de trabajo (*job shop*).** La programación de talleres de trabajo consiste en asignar  $n$  trabajos a  $m$  máquinas. Cada trabajo tiene una secuencia definida que no puede ser interrumpida hasta que culmine. Cada máquina puede realizar solo un trabajo a la vez. El objetivo en la programación de *job shops* es minimizar la tardanza.
- **Teoría de las restricciones (*theory of constraints*).** Teoría utilizada para programar actividades de manera inteligente, mediante la identi-

## 5. Distribución

ficación y posterior aprovechamiento de las restricciones del sistema.

- **Programación de producción.** Es una actividad que busca hacer planes y establecer horarios sobre la producción de manera eficiente, incluyendo la determinación del principio y el fin de cada operación, así como de las prioridades en cada una de ellas.
- **Planeación.** Es una actividad compleja que consiste en dar forma a una intención o a un proyecto.

## 3. Materiales

Para el desarrollo de esta lúdica, se requiere un aula dotada con:

- Tablero .
- Proyector.
- Marcadores de colores.
- Diez mesas cuadradas de 50 cm X 50 cm, aproximadamente.

- Veinte sillas, cinco por mesa
- Computadores.

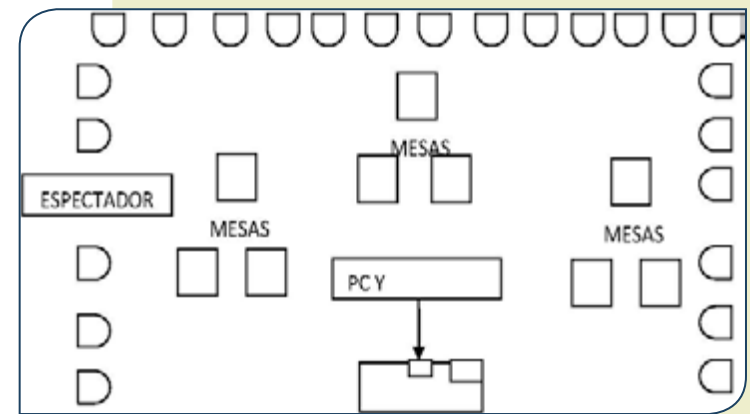
## 4. Participantes y duración

Se requieren quince personas para formar tres grupos de cinco integrantes cada uno. Cada miembro del grupo desempeñará un papel diferente:

- Operario máquina 1
- Operario máquina 2
- Operario máquina 3
- Analista de tiempos
- Gerente de producción
- 120 minutos

En la figura 2 se ilustra la disposición de los participantes y los materiales en el aula.

Figura 2. Distribución de elementos en el aula



Fuente: elaboración propia

## 6. Desarrollo de la lúdica

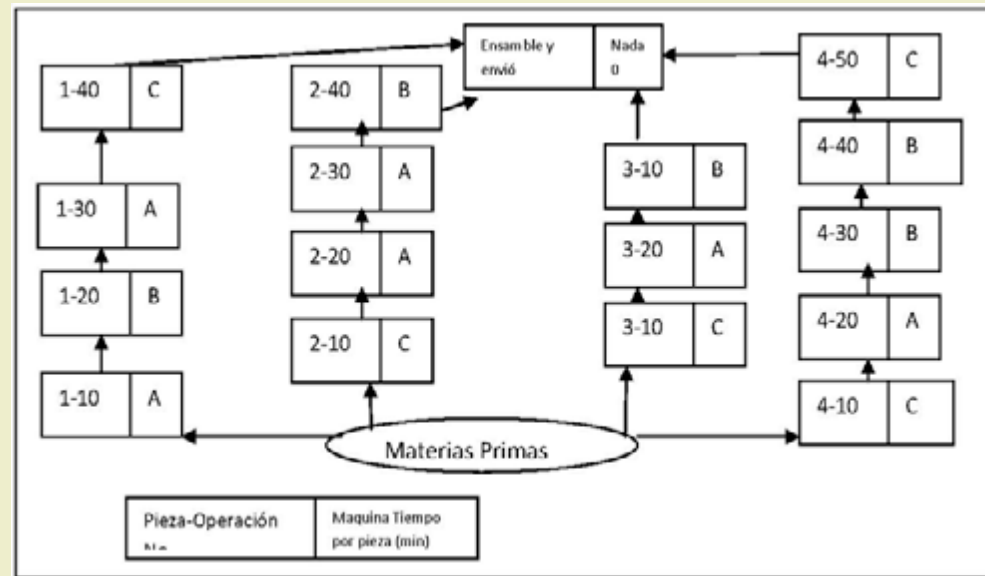
En primer lugar, el grupo se divide en tres subgrupos, cada uno de los cuales puede tener hasta cinco integrantes. Cada subgrupo representa a una empresa proveedora de

autopartes. Las tres empresas cuentan con las mismas máquinas, tiempos y procesos de producción. A partir de este sistema, la lúdica comprende las tres fases que se describirán a continuación.

### 6.1 Fase 1. ¿Cuánto puedo producir?

Hay una nueva oportunidad en el mercado para la autoparte A1. Esta autoparte tiene un proceso asociado (figura 3), que se muestra a cada subgrupo. En la descripción del proceso se enuncian las actividades necesarias para ejecutar los subensambles A, B, C y D, así como la utilización de las máquinas y los tiempos necesarios para su elaboración. Los grupos, con los conocimientos que poseen, deben determinar la capacidad de producción de su sistema en términos de la cantidad de productos A1 que deben manufacturar.

Figura 3. Proceso de ensamble autoparte A1



Fuente: elaboración propia a partir de un caso adaptado de Goldratt.

#### Actividad 1. Determinar la capacidad de producción del sistema

Cada grupo hace una corrida (simulación) de un día de trabajo y con la información recolectada, determina la capacidad de producción del sistema. El gerente de producción tiene las órdenes de producción de los cuatro elementos (representados por tablas),

que indican el orden en el cual se entregan los subensambles a cada máquina. Los operarios de cada máquina pegan un adhesivo que indica la terminación de la labor de producción, mientras el analista de tiempos toma los datos de producción.

## 6.2 Fase 2. ¿Dónde está la restricción?

El gerente de la empresa se encuentra muy preocupado, ya que con la capacidad actual cualquiera de las empresas de la competencia puede sobrepasar su capacidad fácilmente. Ha escuchado en los últimos días acerca de un método conocido como teoría de las restricciones, que le puede ayudar a incrementar la capacidad. Decidió entonces leer un poco más acerca de este método y se dio cuenta de que consiste en cinco fases básicas:

1. Identificar la restricción del sistema.
2. Decidir cómo explotar la restricción.
3. Subordinar todo el sistema a la restricción anterior.
4. Elevar las restricciones del sistema, es decir, adoptar un modelo de mejoramiento en el nivel de la restricción.
5. Si en las etapas anteriores se elimina una restricción, volver a iniciar el ciclo.

En esta fase, los tres grupos se unen y trabajan como un solo grupo. Se hace la simulación del proceso, los operarios siguen pegando adhesivos mientras el gerente de producción lleva las órdenes; mientras tanto, los analistas evalúan la ubicación de la restricción. Posteriormente, todo el grupo

analiza las posibles mejoras y se aplican los pasos de la teoría de las restricciones y se evalúan.

### *Actividad 2. ¿Cuál es la restricción del sistema?*

Los participantes identifican la máquina más lenta (la restricción del sistema). Para lograr lo anterior, se simula un turno de producción, con el fin de que los participantes identifiquen la restricción o cuello de botella del sistema.

### *Actividad 3. ¿Cómo explotar la restricción?*

Después de identificar la restricción es necesario decidir cómo explotarla. Para ello, los participantes disponen de los datos contenidos en las tablas “Costos asociados a maquinaria” (tabla 1) y “Costos asociados a mano de obra” (tabla 2). Las alternativas propuestas por cada grupo se ponen en común y todos toman una decisión.

**Tabla 1. Costos asociados a maquinaria**

Costo por hora de operación	\$5.000
Costo de hora extra	
Costos de contratación	
Costo de despidos	
Costo de compra de una nueva máquina	

Fuente: elaboración propia



**Tabla 2. Costos asociados a mano de obra**

Personal	Costo por hora de mano de obra
Operarios	
Analista de tiempo	
Gerente de producción	

Fuente: elaboración propia

Posteriormente, tienen lugar las etapas 3, 4 y 5 que propone de la teoría de las restricciones. Para ello, después de definir el tambor (restricción), se utiliza una cuerda —que es una línea invisible que parte desde la restricción hasta la primera máquina, pues ninguna operación va más rápido que la primera máquina— y un amortiguador, inventario necesario antes de la restricción, para que no se

presenten problemas de paradas. La actividad antes mencionada involucra a todo el grupo.

### 6.3 Fase 3. Mejora continua

Una importante empresa ensambladora está interesada en contratar a un nuevo proveedor de piezas A1. Para esto, ha decidido presentar una oferta pública, en la que se especifica

que el contrato será asignado al proveedor que logre suministrar el mayor número de ensambles por día.

En esta fase, el grupo vuelve a dividirse en tres subgrupos y los integrantes de cada grupo vuelven a asumir sus funciones iniciales.

#### *Actividad 4. Medición y mejora del sistema*

Se le pide a los diferentes grupos implementar las estrategias que consideren necesarias para el aumento de la productividad. Finalmente, se recoge la información sobre la capacidad del sistema calculada por cada subgrupo. Se ponen en común y se discuten las estrategias utilizadas.

## 7. Bibliografía

- E. Goldratt. *La meta. Un proceso de mejora continua*. México: Ediciones Granica S.A., 2008
- K. J. Watson, J. H. Blackstone y S. C. Gardiner, *The evolution of a management philosophy: The theory of constraints*, *Journal of Operations Management*, vol. 25, no. 2, pp. 387-402, mar. 2007.
- R. Verma, Management science, theory of constraints/optimized production technology and local optimization, *Omega*, vol. 25, no. 2, pp. 189-200, apr. 1997.
- R. Kee, C. Schmidt, A comparative analysis of utilizing activity-based costing and the theory of constraints for making product-mix decisions, *International Journal of Production Economics*, vol. 63, no. 1, pp. 1-17, ene. 2000.
- W. Charatonik, An undecidable fragment of the theory of set constraints, *Information Processing Letters*, vol. 68, no. 3, pp. 147-151, nov. 1998.
- G. K. Rand, Critical chain: the theory of constraints applied to project management, *International Journal of Project Management*, vol. 18, no. 3, pp. 173-177, jun. 2000.
- J. Davies, V.J. Mabin, S.J. Balderstone, The theory of constraints: a methodology apart?—a comparison with selected OR/MS methodologies, *Omega*, vol. 33, no. 6, pp. 506-524, dic. 2005.
- H. Steyn, Project management applications of the theory of constraints beyond critical chain scheduling, *International Journal of Project Management*, vol. 20, no. 1, pp. 75-80, ene. 2002.
-

# Toyshop Adventures

Juan David Barreto\*

William Reina\*\*

Universidad del Tolima

## Introducción

**E**n un mundo donde la tecnología y los productos innovadores se toman el mercado, se hace necesario que las empresas desarrollen sus propios enfoques en innovación, con los que puedan lograr competitividad y satisfacer las exigencias cada vez mayores de los consumidores. El éxito que tengan los productos depende en gran parte de los estudios de mercado y factibilidad que se hagan, los cuales permiten que las empresas establezcan cómo y a qué segmentos dirigir sus productos, reco-pilen información sobre los gustos de los

consumidores e identifiquen necesidades, amenazas y oportunidades.

Además, la fase de diseño de nuevos productos es de gran importancia, puesto que en esta etapa surgen las ideas que harán que la empresa sea capaz de competir en el mercado y pueda atraer nuevos consumidores. Para que el desarrollo de esta fase sea el adecuado, es necesario involucrar no solo al departamento de diseño, sino también al de mercadeo, producción y finanzas, de manera que el producto que se diseñe responda



---

\* Integrante semillero de investigación  
Correo electrónico:

[wizzed18@hotmail.com](mailto:wizzed18@hotmail.com)

\*\* Coordinador Laboratorio GIOUT.

Correo electrónico:

[wreina@ut.edu.co](mailto:wreina@ut.edu.co)

## 1. Justificación

a los deseos y necesidades de los clientes, y se ajuste a los recursos tecnológicos y financieros de la organización. Se debe analizar cuáles son los costos que implicaría el nuevo diseño y la tecnología para su fabricación, para así determinar si la organización cuenta o no con estos recursos.

Una vez aprobado el diseño, este será el que dé la pauta para la ejecución de todos los procesos relacionados con él en la organización. Por estas razones, es importante que en las empresas se establezcan políticas que incentiven al personal a participar en la mejora de los productos existentes y, sobre todo, en la invención de nuevos productos con valor agregado para los clientes.

El aprendizaje y la adquisición de conocimiento requieren de la aplicación de nuevos modelos de educación basados en la utilización de metodologías prácticas que brinden herramientas dinámicas a los estudiantes, de manera que puedan participar activamente en este proceso. En efecto, el desarrollo de metodologías prácticas involucra situaciones, entornos y roles diversos, lo que junto con la guía teórica constituye un recurso de gran valor en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En la actualidad, se está implementando todo tipo de lúdicas didácticas, que aportan a la construcción de nuevo conocimiento, pues el estudiante desarrolla habilidades especiales para la toma de decisiones y el uso racio-

nal de los recursos físicos, todo esto en un entorno y en unas situaciones dadas, en las que él como participante, en el ejercicio de las actividades que le corresponden, puede obtener un conocimiento vivencial.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Promover en los participantes una mentalidad innovadora respecto a la creación de productos y todo lo que ello implica (concepción de prototipos, diseño y trabajo en equipo).



## 2.2 Objetivos específicos

- Familiarizarse con conceptos básicos como innovación, diseño de productos y trabajo en equipo.
- Desarrollar la creatividad y la innovación en los estudiantes.
- Identificar las fases en el diseño de un nuevo producto.
- Fomentar el trabajo en equipo.
- Establecer criterios de juicio en el desarrollo de conceptos y en el análisis de prototipos.

## 3. Marco teórico

- **Investigación de mercado:** es un estudio cuya finalidad es la identificación de necesidades, tendencias del mercado y gustos de los posibles clientes. Es fundamental para el diseño y elaboración de nuevos productos.
- **Prototipo:** es un diseño rápido se centra en una representación de aquellos aspectos del

concepto inicial del producto que serán visibles para el cliente o el usuario final, es evaluado por el cliente o el usuario para una retroalimentación y posteriormente su desarrollo [1].

- **Diseños conceptuales:** es una imagen básica del nuevo producto que se presenta antes de que este se fabrique en serie [2].

De acuerdo con Lloveras, “solo algunos de estos diseños conceptuales se fabrican en grandes series, pero en su concepción y realización se ensayan métodos, técnicas y formas que sirven para adelantar tecnologías y también para captar la respuesta del mercado” [2].

- **Diseño conceptual de ingeniería de producto:** es la fase más creativa en el desarrollo de producto e implica la ingeniería del objeto, las funciones, los elementos constitutivos y sus características [2].
- **Sinergia en la empresa.** Para comenzar definiremos la palabra sinergia: es la integración de elementos que da como resultado algo más grande que la simple suma de estos, es decir, cuando dos o más elementos se unen sinérgicamente crean un resultado

que aprovecha y maximiza las cualidades de cada uno de los elementos.

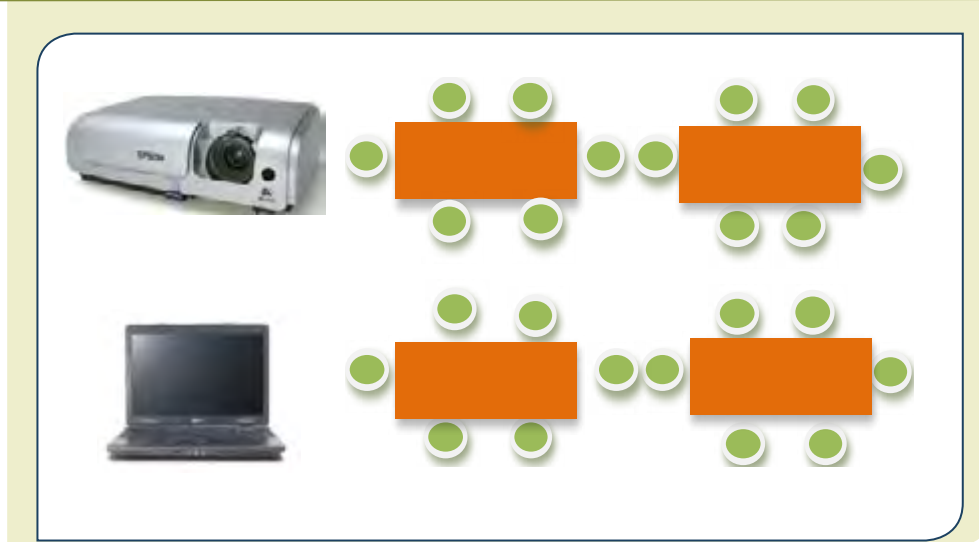
Es decir, debemos interactuar facilitando la cooperación y comunicación para hacernos más expeditos y productivos como instituciones y empresas. De esta forma, no solo sumamos, sino además multiplicamos los resultados en beneficio de todos a través de la sinergia.

## 4. Materiales

Para el desarrollo de la lúdica son indispensables mesas de trabajo y sillas para la comodidad de los participantes (figura 1). Adicionalmente, para la presentación y ejecución de la lúdica se requieren un proyector y un computador. Otros materiales se presentan en la tabla 1. Por último, para la presentación de resultados es fundamental contar con un tablero acrílico y marcadores.

## 5. Participantes y duración

Figura 1. Espacio requerido para el desarrollo de la lúdica



- Veinticuatro personas distribuidas en cuatro grupos de trabajo
- La lúdica está diseñada para presentarse y desarrollarse en un tiempo aproximado de dos horas.

## 6. Desarrollo de la lúdica



Tabla 1. Materias primas para la ejecución de la lúdica

Fichas de LEGO® de 4 pines	Palitos de helados
Fichas de LEGO® de 8 pines	Bola de icopor
Tachuelas	Cinta de seda
Palos de balsa	Papel Kimberly
Alfileres	Triplex
Foamy	Plastilina de colores
Pepas de fantasía	Pinturas de colores

La juguetería Toyshop Adventures lleva 30 años en el mercado brindando felicidad a miles de niños. En el ámbito nacional son reconocidos por su alto nivel de innovación y por los amplios estudios de mercad que les permiten recopilar información para crear nuevos juguetes que puedan competir tanto en el ámbito nacional como en el interna-

cional. En aras de alcanzar la competitividad, la juguetería ha planteado unas políticas de innovación que exigen la participación del personal en la generación de gran parte de las ideas que posteriormente se materializan en nuevos productos. Este proceso ha permitido obtener muy buenos resultados.

Un grupo de diseñadores de juguetes desea introducir al mercado nuevos prototipos de juguetes, por lo que debe implementarse un proceso de diseño de juguetes innovadores, competitivos y, por supuesto, que satisfagan las expectativas de los potenciales clientes. Este procedimiento comprende las siguientes fases:

### 6.1 Fase 1

Formación de los grupos de trabajo.

### 6.2 Fase 2

Concursar por la información. Los participantes concursarán por la información re-

colectada por la empresa Toy Adventures, la cual será de gran importancia para conocer los gustos de los potenciales clientes y el análisis del mercado de la empresa.

### 6.3 Fase 3

Cada participante desarrolla un concepto (dibujado) de un producto innovador. A partir de la información recopilada, los participantes plasmarán, en bocetos, sus conceptos o ideas creativas.

### 6.4 Fase 4

Selección de los dos mejores conceptos. En grupo analizan los conceptos y elegirán dos de los conceptos para llevarlos a prototipo, esta selección se hará teniendo en cuenta una serie de variables que serán evaluadas.

### 6.5 Fase 5

Socialización. Se pondrán en común los prototipos desarrollados teniendo en cuenta

las variables establecidas, y posteriormente se hará una votación por parte de los clientes; finalmente se escogerán los mejores dos prototipos, que serán lanzados al mercado.

## 7. Funciones de los participantes

**Diseñadores:** son los encargados de generar los nuevos prototipos de juguetes, los cuales deberán haber pasado por las fases de diseño de nuevos productos así como las evaluaciones de conceptos de productos teniendo en cuenta unas variables definidas.



## 8. Tablas y formatos

En la tabla 2 se relacionan los materiales, las cantidades requeridas y unos costos hipotéticos.

**Tabla 2. Costos y cantidades de las materias primas**

Materias primas	Cantidad	Costo
Tela	50 cm <sup>2</sup>	\$80
Plastilina	Caja de 6 colores	\$75
Fichas de LEGO® de 4 pines	1	\$30
Fichas de LEGO® de 8 pines	1	\$15
Llanta para carro	1	\$20
Palos de balso	1	\$100
Alfileres	1	\$10
Tachuelas	1	\$10
Palitos de helados	1	\$15
Bola de icopor	1	\$40
Cinta de seda	20 cm	\$15
Papel Kimberly	Cuarto de pliego	\$35
Foamy	Octavo de pliego	\$50
Triplex	60 cm <sup>2</sup>	\$100
Pepas de fantasía	1	\$5

## 9. Referencias

- [1] Metodologías para el desarrollo de software – WikiUDO. [En línea]. Disponible: [http://wiki.monagas.udo.edu.ve/index.php/Metodolog%C3%ADas\\_para\\_el\\_desarrollo\\_de\\_software](http://wiki.monagas.udo.edu.ve/index.php/Metodolog%C3%ADas_para_el_desarrollo_de_software)
- [2] J. Lloveras, Creatividad en el diseño conceptual de producto, *Revista de la Asociación para la Creatividad*, vol. 10, pp. 133-145, 2007.

## 10. Bibliografía complementaria

- G. Boothroyd, P. Dewhurst, y W. A. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, tercera edición. Estados Unidos: CRC Press, 2010.
- R. G. Cooper, C. M. Crawford, y T. P. Hustad, Winning at New Products, *Journal of Product Innovation Management*, vol. 3, no. 4, pp. 307–308, 1986.



# Roma

## Programación de tareas

### Introducción

El cuello de botella móvil es una heurística utilizada para secuenciar actividades o tareas en una estación de trabajo por medio de la reducción de la tardanza total de la actividad. En la siguiente lúdica, se utiliza narrativa histórica fijada en la época latina para solucionar un problema de secuenciación de actividades dentro de una ciudad.

En principio, la lúdica propone como referentes tres familias influyentes en la historia de Roma: Brutus, Julios y los Escipiones. Los Julios fueron los encargados de conquistar enclaves en el norte de Italia y el sur de la Galia; los Escipiones se expandieron hacia el norte de Italia y los Brutos lo hicieron en Grecia. Como consecuencia de su expansión,

los romanos han obtenido el dominio de Londinium, la ciudad más importante de la Britania, sin embargo, la economía está totalmente destruida. Debido a lo anterior, las diferentes familias deben hacer lo posible para enviar desde las ciudades principales víveres, medicinas y ejércitos auxiliares que defiendan y aumenten las capacidades de la nueva ciudad.

El César prometió dar un puesto en el senado a la familia que logre la recuperación de Londinium en el menor tiempo posible. El objetivo de la lúdica es obtener este puesto en el Senado para la familia (grupo de trabajo), de modo que logre incrementar su poder y su influencia dentro del imperio. Sin em-

Carlos A. Arango Londoño\*  
Tatiana Joya Camargo\*\*  
José A. Gómez Martínez\*\*\*  
Alberto M. Moreno Castillo\*\*\*\*

Universidad Central



- \* Correo electrónico: [carlos8009@gmail.com](mailto:carlos8009@gmail.com)
- \*\* Correo electrónico: [tjoyac@ucentral.edu.co](mailto:tjoyac@ucentral.edu.co)
- \*\*\* Correo electrónico: [jgomez5@ucentral.edu.co](mailto:jgomez5@ucentral.edu.co)
- \*\*\*\* Correo electrónico: [amorenoc3@ucentral.edu.co](mailto:amorenoc3@ucentral.edu.co)

bargo, el César estableció una condición que debe ser cumplida en todo momento: solo puede haber una misión de cada clase en la ciudad. Por ejemplo, si la misión de víveres de los Brutus se encuentra dentro de la ciudad, no pueden estar presentes las misiones de víveres de las otras dos familias. Además, es necesario que las tres misiones de todas las familias se ejecuten (en total, nueve misiones) para llevar a término la tarea.

Para el cumplimiento de la misión se cuenta con un tiempo determinado ( $P_i$ ), que comprende una parte constante y una variable, según las características de la familia y de un dado para determinar la duración de cada parte. Por otro lado, se cuenta el tiempo necesario para llegar a la ciudad ( $R_i$ ), según el orden dispuesto para las misiones. Finalmente, se cuenta el tiempo límite que se tiene para no incurrir en retrasos ( $D_i$ ).

Se inicia el juego asignando a los jugadores a las tres familias romanas; cada familia

tendrá un total de cinco integrantes. Inicialmente, cada grupo debe hacer una propuesta con base en sus conocimientos.

Posteriormente, la lúdica implica que los grupos trabajen con redes, de modo que las tres familias van a construir la red inicial sobre la cual se llevará a cabo la programación del proyecto; para esto, los líderes tienen que ponerse de acuerdo con las demás familias. Por lo anterior, deciden encontrarse en una cantina para acordar cuál actividad será la primera y en qué momento se llevará a cabo. Después de una conversación, los líderes han decidido dejar al azar la forma como interactuarán durante la campaña, por lo que lanzan una pirinola para determinar el orden de las misiones. El líder que lance la pirinola primero será el de la familia que dé la mejor respuesta en la primera ronda. Luego, se calculan los tiempos necesarios para el cumplimiento de las misiones (tiempo base más un tiempo al azar generado por dados). Después de tener las rutas básicas, el pictógrafo calcu-

la los tiempos de llegada y los tiempos límite para cada actividad en la ciudad, con ayuda de los programadores.

Una vez finalizada la red básica, se construye una red con flujos acíclicos; por ejemplo, un integrante de la familia de los Julios debe llevar víveres, ejércitos y medicina a esa ciudad, pero no se sabe en qué orden. Después del juego con la pirinola, resultó que, en primer lugar, se enviará el ejército, luego, la medicina y, finalmente, los víveres. Esta relación es lo que se conoce como flujo acíclico. Enseguida, se evalúa el retraso resultante del flujo seleccionado.

Finalmente, se usará la heurística cuello de botella móvil y se utilizarán conceptos como tiempo de espera para envío de la misión ( $R_i$ ), tiempo máximo que dura la campaña ( $L_b$ ), y el tiempo que hace falta para terminar la campaña ( $M_i$ ). Se parte de la red inicial con base en la cual cada familia tiene que presentar su propuesta para llevar

a término toda la campaña; para esto, cada familia plantea una programación utilizando diagramas de Gantt (seis diagramas para cada familia y dieciocho para toda la red) y se establece, entonces, un orden para toda la campaña. La familia que presente la mejor programación o la que la termine primero será la ganadora.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo general

Comprender el funcionamiento y el uso del algoritmo cuello de botella móvil para la programación de actividades.

### 1.2 Objetivos específicos

- Comprender las dificultades que plantean los diversos problemas de asignación y cuáles serían las posibilidades de solución.

- Conocer y entender la lógica de aplicación del algoritmo cuello de botella móvil como una técnica exacta para la solución de problemas.
- Comprender las ventajas y las dificultades de la aplicación del algoritmo.
- Aplicar el algoritmo en la programación de rutas, de forma tal que se minimice la tardanza total del grupo.

## 2. Conceptos básicos

El objetivo de la programación de actividades es encontrar una secuencia óptima para la ejecución de tareas con recursos de capacidad limitada [1].

- **Secuenciación de tareas.** Una de las instancias del problema comprende un conjunto  $N = \{J_1, J_2, \dots, J_n\}$  de  $n$  trabajos (o actividades), los cuales deben ser realizados en  $M = \{M_1, M_2, \dots, M_m\}$  de  $m$  máquinas (o recursos de capacidad limitada). La secuenciación (programación) de las actividades consiste



en encontrar una secuencia  $S$  de realización de las  $n$  actividades, con el fin de minimizar el tiempo total de flujo. Según la notación propuesta por Graham et ál. [1979], un problema de programación de operaciones está definido por tres campos  $\alpha \beta \gamma$ , donde  $\alpha$  representa la configuración del taller,  $\beta$  representa las restricciones y/o características propias a las tareas, y  $\gamma$  es la función objetivo que se va a minimizar.

- **Diagramas de redes.** Una red usada para presentar un proyecto se llama red de proyecto. Una red de proyecto consiste en un

cierto número de nodos y cierto número de arcos que van de uno a otro nodo (véase <http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetad/>).

- **Redes de Actividad Centrada en el Nodo (AEN).** Cada actividad se presenta con un nodo y los arcos se utilizan para mostrar relaciones de precedencia (véase [www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r9452.DOC](http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r9452.DOC)).

En las redes se incluirán dos nodos: Inicio, fin, los cuales se ubican al inicio y al final.

### 3. Materiales

Para el desarrollo de esta lúdica se requiere un aula, que debe estar dotada con:

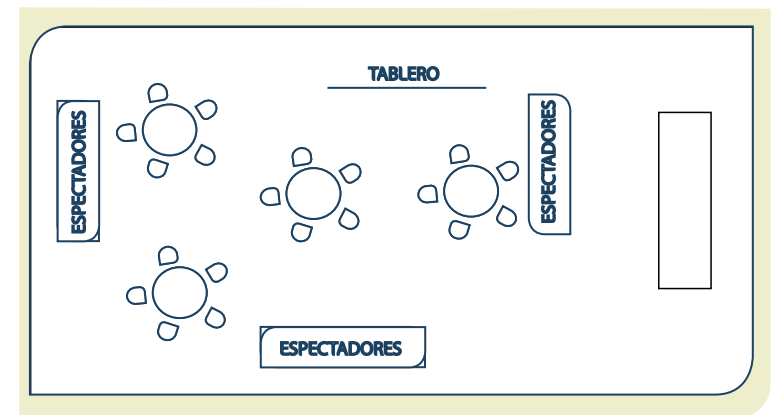
- Tablero.
- Proyector.
- Marcadores de colores.
- Cuatro mesas redondas o cuadradas, de aproximadamente un metro de diámetro o longitud.
- Veinte sillas (cinco por mesa).
- Tablero de corcho.
- Pirinola.
- Lana de colores (rojo, azul, verde y blanco).
- Chinchas.
- Tablero y fichas de cartón (para los diagramas de Gantt).

### 4. Participantes y duración

En esta actividad pueden participar quince personas, formadas en grupos de cinco integrantes cada uno.

120 minutos.

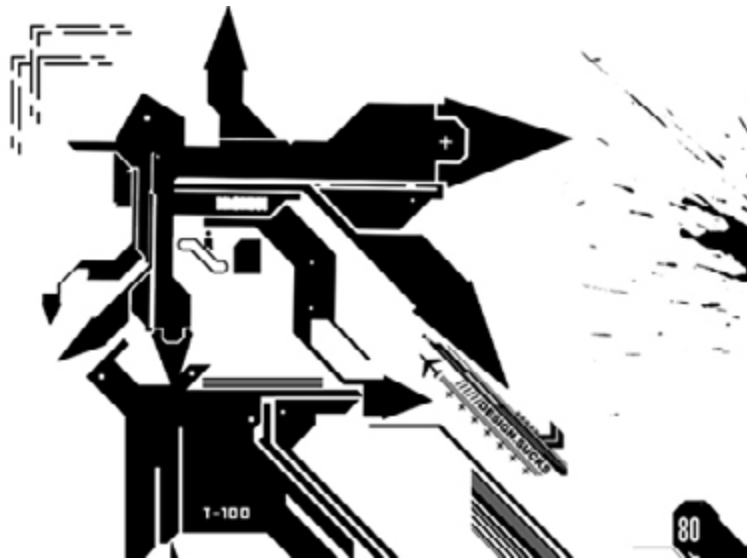
### 5. Distribución



## 6. Desarrollo de la lúdica

Se quiere anexionar Londinium al Imperio definitivamente. Para lograr lo anterior, se debe completar la campaña, la cual consiste en nueve misiones que deben enviar las tres familias más importantes del Imperio Romano. Las nueve misiones antes mencionadas son de tres clases: ejércitos, víveres y medicinas. Estas misiones no pueden llegar a su destino en cualquier orden: la campaña sería desastrosa si la jerarquía determinada no se respeta. El orden es el siguiente:

- **Ejército.** Primero, deben llegar los legionarios (Julios); después, los arqueros (Brutus) y, por último, la caballería (Escipiones).



- **Alimentos.** Primero, debe enviarse el trigo (Brutus), luego la carne (Julios) y, por último, los vinos (Escipiones).

- **Medicina.** Primero, deben llevar el olivo (Julios), segundo, el orégano (Brutus) y, finalmente, el muérdago (Escipiones).

### 6.1 Fase 1. Introducción

Después de formar las tres familias, cada una de ellas recibe las tablas que incluyen los tiempos de opera-

ción fijos y las tareas que se van a desarrollar (tabla 1).

Tabla 1. Duración de misiones

	Julios	Brutus	Escipiones
Ejército	100 días	80 días	40 días
Viveres	30 días	80 días	60 días
Medicina	40 días	70 días	50 días

Los tiempos totales de operación serán el resultado de sumar una cantidad fija y una variable. La cantidad variable consiste en unas deducciones (dependiendo de la familia) y unas adiciones (según el valor del dado). En la tabla

2 se observan los tiempos totales de operación resultantes.

- **Julios (militaristas).** Me- nos dos días para movi-

miento de ejército.

- **Brutus (crecimiento).** Menos dos días para traslado de víveres.

- **Escipiones (salud).** Menos dos días para traslado de medicinas.

Tabla 2. Duración de misiones

	Ciudad 1	Ciudad 2	Ciudad 3
Ejército	100 días, más dado, menos bono	80 días	40 días
Viveres	30 días	80 días	60 días
Medicina	40 días	70 días	50 días

En esta primera fase se deben llevar a cabo las siguientes actividades:  
a) Actividad 1. Calcular los nuevos

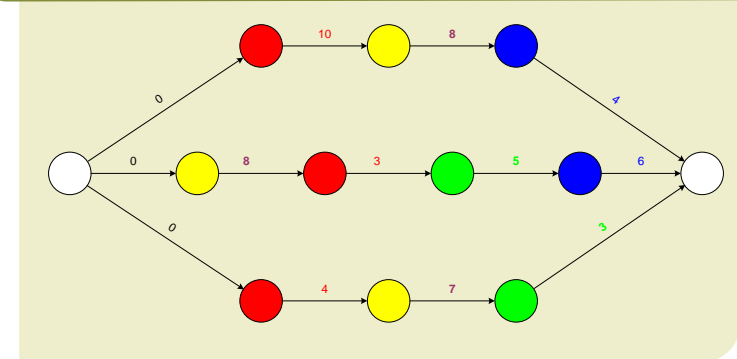
tiempos para realizar las actividades; y  
b) Actividad 2. Proponer un cronograma de actividades.

## 6.2 Fase 2. Entre todos construimos una red

En la figura 1 se ilustra una red. Cada línea de la red representa una de las tres actividades que desarrollará en la ciudad. El color represen-

ta a cada familia y el diagrama debe mostrar el orden en que cada familia debe llegar a la ciudad.

Figura 1. Ejemplo ilustrativo



Las actividades que comprende esta segunda fase son las siguientes:

**Actividad 1.** Construcción de la red. Se utiliza un tablero de corcho y círculos de colores para representar a cada familia. Se construye la red con el orden de las misiones tal y como lo solicita la campaña (figuras 2 y 3).

Los líderes de cada familia no saben cuál misión deben enviar primero, sin embargo, saben que esta decisión debe ser resultado de un consenso. Por ello, se reúnen en una cantina en Roma y dejan que el azar. El primero de los líderes en lanzar la pirinola es quien dé la mejor respuesta en la primera ronda.

Figura 2. Redes acíclicas

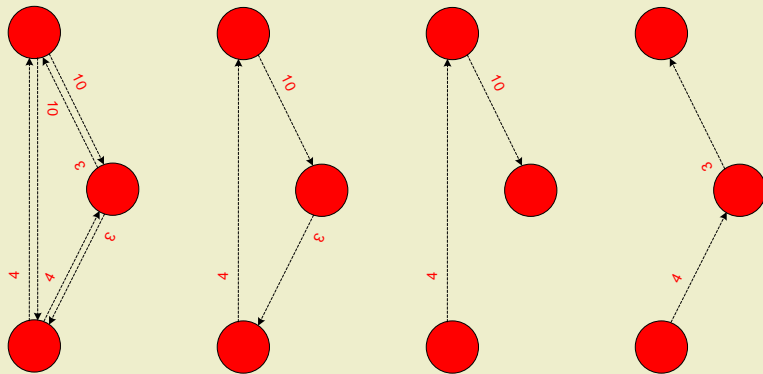
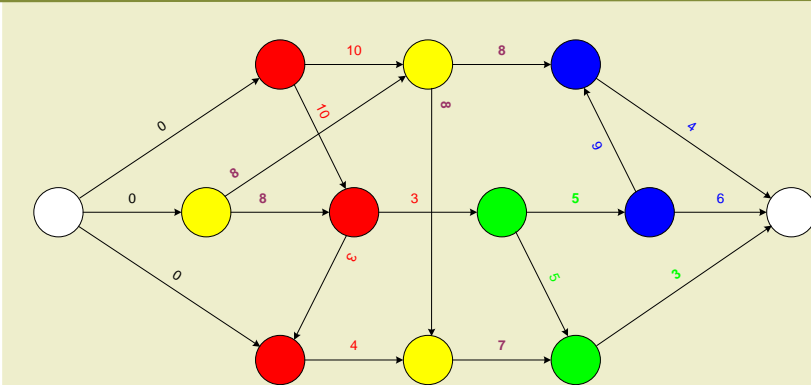


Figura 3. Red acíclica



**Actividad 2.** ¿Cuánto tiempo se requiere para terminar la actividad?

### 6.3 Fase 3. Usando el cuello de botella móvil

Los griegos han utilizado una técnica antigua para programar las actividades y que se terminen los proyectos en el menor tiempo posible. Para esto, se divide el problema programando una por una cada familia, las cuales utilizan las siguientes relaciones:

Tiempo de espera para envío de la misión (**Ri**), (**Lb**), y el tiempo que hace falta para terminar la campaña (**Δi**).

- **LB** : Tiempo máximo que dura la campaña (Camino más largo del inicio al fin).
- **Ri** : Tiempo de espera para envío de la misión. (Camino más largo del inicio al nodo).
- **Pi** : Tiempo de duración de la misión.
- $\Delta i$  : Tiempo que hace falta para terminar la campaña después de ejecutar esta misión ( $\Delta i$ ). (Camino más largo del nodo al final).
- $d_j = LB - (\Delta_j - p_j)$  (Tiempo límite para terminar la misión).

**Actividad 3.** Programación por familia. Se les entrega un formato que debe diligenciarse con datos de las tres familias (ver tabla 3).

**Actividad 6.** Diagrama de Gantt. Cada familia tiene seis posibles soluciones; en esta actividad van a establecer los retrasos de las actividades utilizando diagramas de Gantt.

**Actividad 7.** Reprogramación. Cada familia presenta la programación de las actividades resultantes de su trabajo.

## 7. Funciones de los participantes (roles)

Los cinco integrantes de cada familia deben ejecutar las siguientes funciones:

- Líder de familia: exposición de resultados e interacción con las otras familias.
- Dos pictógrafos: elaboración de diagramas.
- Dos programadores: cálculo de tiempos.
- A continuación, se describen con detalle las funciones de los participantes en cada fase de la lúdica.

### 7.1 Fase 1. Introducción

Cada familia propone un cronograma de actividades, lo dibuja el pictógrafo y lo expone el líder. Es muy importante, además, definir las actividades y establecer el tiempo total de la campaña.

### 7.2 Fase 2. Entre todos construimos una red

- Todos los miembros de las familias contribuyen a construir la red de precedencias.
- Cada familia en conjunto establece sus gráficos disyuntivos; los pictógrafos dibujan la red resultante en el tablero de corcho.
- Los programadores calculan el tiempo total de la actividad con base en el orden designado por la pirinola.
- Los líderes de las familias comparten sus resultados con la finalidad de explorar estrategias conjuntas para alcanzar el objetivo final.

### 7.3 Fase 3. Usando el cuello de botella móvil

- Los programadores calculan las rutas más cortas para finalizar sus actividades.
- Los líderes diligencian los formatos.
- Pictógrafos elaboran los diagramas de Gantt (tabla 4).
- Los líderes definen el nuevo cronograma de actividades para ejecutar la campaña.





# 9. Tablas

Tabla 3. Cálculos de tiempos

Julios			
	Víveres	Medicina	Ejércitos
Ri : tiempo de espera para envío de la misión			
Pi : tiempo de duración de la misión			
dj: tiempo límite para terminar la misión			
Brutus			
	Víveres	Medicina	Ejércitos
Ri : tiempo de espera para envío de la misión			
Pi : tiempo de duración de la misión			
dj: tiempo límite para terminar la misión			
Escipiones			
	Víveres	Medicina	Ejércitos
Ri : tiempo de espera para envío de la misión			
Pi : tiempo de duración de la misión			
dj: tiempo límite para terminar la misión			

Tabla 4. Diagramas de Gantt

Familia	To=	Tf=		To=	Tf=		To=	Tf=	
		Víveres			Medicina			Ejércitos	
	To=	Tf=		To=	Tf=		To=	Tf=	
		Víveres			Ejércitos			Medicina	
	To=	Tf=		To=	Tf=		To=	Tf=	
		Medicina			Ejércitos			Víveres	
	To=	Tf=		To=	Tf=		To=	Tf=	
		Medicina			Víveres			Ejércitos	
	To=	Tf=		To=	Tf=		To=	Tf=	
		Ejércitos			Medicina			Víveres	
	To=	Tf=		To=	Tf=		To=	Tf=	
		Ejércitos			Víveres			Medicina	

## 10. Referencias

- [1] J. R. M. Torres, C. D. P. Arboleda, y Y. Frein, Minimización del tiempo total de flujo de tareas en una sola máquina: Estado del arte. *Ingeniería y Desarrollo*. n.º 012, pp. 118-129, 2002.
  - [2] G. Kamath y K. Hong, The Job Shop Scheduling Problem CIS 675, Design & Analysis of Algorithms, Syracuse University.
- 

## 11. Bibliografía

- R. L. Graham, E. L. Lawler, J. K. Lenstra, y A. H. G. R. Kan, Optimization and Approximation in Deterministic Sequencing and Scheduling: a Survey, en *Annals of Discrete Mathematics*. vol. 5, E. L. J. and B. H. K. P.L. Hammer, Ed. Elsevier, 1979, pp. 287-326.
- H. Belouadah, M. E. Posner, y C. N. Potts, Scheduling with release dates on a single machine to minimize total weighted completion time, *Discrete Appl. Math.* vol. 36, n.º 3, pp. 213–231, may. 1992.
- C. D. Paternina-Arboleda, J. R. Montoya-Torres, M. J. Acero-Dominguez, y M. C. Herrera-Hernandez, Scheduling jobs on a k-stage flexible flow-shop, *Ann Oper Res*. vol. 164, n.º 1, pp. 29-40, nov. 2008.
- E. Balas, N. Simonetti, y A. Vazacopoulos, Job shop scheduling with setup times, deadlines and precedence constraints, *J Sched.* vol. 11, n.º 4, pp. 253-262, ago. 2008.
- K. Neumann y W.G. Schneider, Heuristic algorithms for job-shop scheduling problems with stochastic precedence constraints, *Annals of Operations Research*. vol. 92, n.º. 1, pp. 45-63, 1999.

# Comercialización de productos en mercados internacionales: pasos y condiciones

## Introducción

Debido a la globalización, las empresas han cambiado su visión, de manera que ya no piensan en vender en el mercado regional o nacional, sino en competir en un fuerte mercado internacional. Por tal motivo, se planteó la posibilidad de desarrollar una lúdica en la cual se observen los pasos y procesos que se deben llevar a cabo durante la exportación o la importación, desde el punto de vista de la logística, la cual ha estado en auge en los últimos años.

De esta manera, la lúdica se ha planteado como una simulación de todo lo que implica exportar, incluyendo la selección del mercado, los documentos necesarios para exportar, así como el transporte más adecuado. Consi-

derando que se quiere abarcar una temática amplia, se espera que la actividad sea amena, didáctica y que, al finalizar, los participantes hayan adquirido nuevos conocimientos fácilmente.

Así entonces, la lúdica se fundamentará en los conceptos que se tratan frecuentemente en los procesos de exportación. En el inicio, se expondrá un marco teórico general sobre la exportación, por qué exportar y los pasos que deben seguirse.

Se han escogido algunos países que los participantes pueden elegir como destino de sus exportaciones, principalmente aquellos con los que Colombia se encuentra actual-

\* Los autores de este trabajo son integrantes del grupo Geipro, de la Institución de Educación Superior Unidad Central del Valle del Cauca

Jhonatan Patiño Herrera  
Andrés F. Ramírez Ocampo  
Sandra Y. Mejía Mendoza  
Jonathan Delgado Potes  
Shuecy Fong Díaz  
Yady V. Nuñez Cruz  
Lilian L. Palacio Perlaza  
Unidad Central del Valle del Cauca



mente haciendo negociaciones, pues a estos países es a los que llegará la mayor parte de las exportaciones en un futuro cercano.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo general

Lograr que los participantes de la lúdica identifiquen cada uno de los pasos logísticos del proceso de exportación.

### 1.2 Objetivos específicos

- Mostrar los parámetros que se deben tener en cuenta al hacer un estudio de mercado.
- Comprender el concepto de incoterms.
- Tener una visión de cuáles son los costos en los que se incurre al desarrollar el proceso de exportación de un producto.
- Identificar cuáles son los documentos que se requieren para el proceso de exportación.

- Determinar los pasos básicos que deben seguirse al hacer una exportación.

## 2. Marco teórico

La logística de exportación implica una serie de pasos para que la salida de un producto de un determinado país con destino a otro tenga lugar, atravesando las diferentes fronteras o mares que separan las naciones. Según la aduana colombiana, por medio de la logística de exportación se logra la salida de mercancías del territorio aduanero nacional hacia una nación extranjera o una zona franca industrial de bienes y/o servicios para permanecer allí de manera definitiva.

### 2.1 Pasos

- Definición de los productos que exporta el país y los mercados con los cuales Colombia posee acuerdos comerciales.
- Elección de producto que se va a exportar.
- Estudio de mercado. Evaluación de los diferentes países alternativas de exportación en los cuales se tienen en cuenta los factores económicos, culturales, físicos y de infraestructura.
- Modo de transporte. En el momento de escoger cómo se transportará el producto hay que tener en cuenta las siguientes variables: tipo de producto, peso del producto, volumen de la carga, valor del producto y del embarque, punto de origen y punto de destino solicitado por el comprador, tipo de empaque y embalaje, requerimientos del comprador en cuanto a frecuencia, rapidez, disponibilidad y accesibilidad en los dife-

rentes modos de transporte. Es importante señalar que cada modo de transporte tiene su caracterización propia; por ejemplo, el transporte aéreo no es adecuado para cargas masivas ni el marítimo para cargas urgentes.

- Costos de exportación desde Colombia, tránsito internacional y arribo de la mercancía a su destino final.
- Obligaciones del comprador y vendedor (incoterms).
- Documentos de exportación.

Según las diferentes normas internacionales que regulan la comercialización de productos entre varios países, entre ellas, las disposiciones de la Organización Mundial del Comercio (OMC), se deben considerar los diferentes términos de negociación (incoterms), que son normas acerca de las condiciones de entrega de las mercancías. Se usan para dividir los costes de las transacciones comerciales internacionales, delimitando las responsabilidades del comprador y del vendedor, y reflejan la práctica actual en el

transporte internacional de mercancías. Los Incoterms se agrupan en cuatro categorías: E, F, C y D.

**Término en E (EXW).** El vendedor pone las mercancías a disposición del comprador en los propios locales del vendedor; esto es, una entrega directa a la salida [1].

**Términos en F (FCA, FAS y FOB).** Al vendedor se le encarga que entregue la mercancía a un medio de transporte elegido por el comprador; esto es, una entrega indirecta sin pago del transporte principal [1].

**Términos en C (CFR, CIF, CPT y CIP).** El vendedor contrata el transporte, pero sin asumir el riesgo de pérdida o daño de la mercancía o de costes adicionales por los hechos acaecidos después de la carga y despacho; esto es, una entrega indirecta con pago del transporte principal [1].

**Términos en D (DAT, DAP y DDP).** El vendedor soporta todos los gastos y riesgos necesarios para llevar la mercancía al país de

destino; esto es una entrega directa a la llegada. Los costes y los riesgos se transmiten en el mismo punto, como los términos en E y los términos en F [1].

Uno de los pasos más importantes es seleccionar el mercado realizando un estudio detallado. Este estudio consiste en una iniciativa empresarial con el fin de hacerse una idea sobre la viabilidad comercial de una actividad económica. El estudio de mercado consta de tres grandes análisis:

- Análisis del consumidor para detectar sus necesidades de consumo y la forma de satisfacerlas.
- Análisis de la competencia. Estudia el conjunto de empresas con las que se comparte el mercado del mismo producto.
- Estrategia. Concepto breve pero imprescindible que marcará el rumbo de la empresa.

Siguiendo con lo anterior, otros aspectos que se tienen en cuenta en cada negocio internacional son los costos generados por el

## 4. Participantes y duración

modo de transporte que se utilice, de acuerdo con las condiciones del mercado.

**Transporte marítimo.** Es la acción de llevar personas (pasajeros) o cosas (cargas sólidas o líquidas) por mar de un punto geográfico a otro a bordo de un buque con un fin lucrativo. En el ámbito mundial, es el modo más utilizado para el comercio internacional. Es el que soporta mayor movimiento de mercancías, tanto en contenedor, como graneles secos o líquidos.

**Transporte aéreo.** Es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros o cargamento, mediante la utilización de aeronaves, con fin lucrativo. El transporte aéreo tiene siempre fines comerciales. Gracias al uso de contenedores aéreos y al diseño de nuevos aviones destinados a carga, el volumen de mercancías transportado por este medio se incrementa año tras año.

**Transporte terrestre.** Es el medio de transporte que se realiza sobre la corteza terrestre. En la actualidad se usan más que nada debido a que es más rápido viajar por las carreteras, pero al mismo tiempo contaminan. Los seres humanos los usamos para ir de un lado a otro mucho más rápido, sobre todo si es llevar productos de un lugar a otro.

## 3. Materiales

Para la ejecución de esta lúdica, se necesitan los siguientes elementos:

- Un proyector
- Seis mesas
- Un computador
- Veintiocho sillas

Esta lúdica fue diseñada para dieciocho personas.

120 minutos.

## 5. Espacio requerido

Es necesario disponer de un salón de al menos 49 m<sup>2</sup> de área.

## 6. Desarrollo de la lúdica

La lúdica consta de seis pasos, que se describirán a continuación:

## 6.1 Primer paso

**Tiempo esperado: 20 minutos**

Adecuación del lugar de trabajo.

## 6.2 Segundo paso

**Tiempo esperado: 5 minutos**

Recepción de los participantes.

## 6.3 Tercer paso

**Tiempo estimado: 15 minutos**

Presentación general de la lúdica “Mercados internacionales: exportación de productos”.

## 6.4 Cuarto paso

**Tiempo estimado: 5 minutos**

Formación de equipos. En este momento, se formarán tres grupos de cuatro personas, los cuales crearán empresas y les pondrán un nombre.

## 6.5 Quinto paso

**Tiempo estimado: 10 minutos**

Cada uno de los grupos seleccionará el producto y el país hacia los cuales exportará. Los países seleccionados son los siguientes:

- China
- Suiza
- Canadá

Estos países se han seleccionado por la situación actual con Colombia, que ha fortalecido relaciones comerciales con estos países, conllevando así que las futuras exportaciones se concentren en una gran proporción en estos territorios. Por tal motivo, es necesario conocer la manera y el proceso que exige cada uno de estos para lograr posicionar un producto colombiano en su mercado.

Los productos escogidos son creados y serán representados por fichas de LEGO® o por cualquier otro material.

Los precios de venta serán los siguientes:

- Producto A: US\$1,5/unidad – 4 kg
- Producto B: US\$0,8/unidad – 3,5 kg
- Producto C: US\$0,3/unidad – 2,1 kg

Cada uno de estos productos tendrá una característica especial y unos requisitos diferentes, por lo que en cada caso se exigirá documentación y tratamientos distintos. Para que el grupo seleccione una empresa o un mercado, se dispondrá de información sobre cada país, como la demanda, la oferta en el mismo país y la oferta en el exterior de cada producto, datos consignados en las tablas 1, 2 y 3.

**Tabla 1. Información del producto A**

Producto A			
País	Demanda potencial (ton)	Oferta interna (ton)	Oferta externa (ton)
China	150.000	48.000	65.000
Canadá	200.000	24.000	165.000
Suiza	55.000	32.000	1500

**Tabla 2. Información del producto B**

Producto B			
País	Demanda potencial (ton)	Oferta interna (ton)	Oferta externa (ton)
China	83.000	58.000	13.000
Canadá	153.000	100.000	25.000
Suiza	75.000	23.000	5800

**Tabla 3. Información del producto C**

Producto C			
País	Demanda potencial (ton)	Oferta interna (ton)	Oferta externa (ton)
China	88.000	77.000	5000
Canadá	27.000	9000	18.000
Suiza	45.000	22.000	15.000

Utilizando la generación de números aleatorios, se determinará la demanda del producto que el país requiere en ese momento y el tiempo en que debe llegar a su

destino, con el fin de relacionar también los tiempos y costos existentes con los modos de transporte marítimo y aéreo (ver tabla 4).

**Tabla 4. Resultado de la generación de cifras aleatorias de los productos de exportación**

Costo (US\$)			
Transporte	País		
	China	Canadá	Suiza
Barco	5000	1500	2800
Avión	7500	2100	3400

Transporte	Capacidad (Ton)
Barco	20
Avión	10

Tiempo (Días)			
Transporte	País		
	China	Canadá	Suiza
Barco	23	8	14
Avión	3	1	2



## 6.6 Sexto paso

### Tiempo estimado: 15 minutos

Una vez hayan escogido el producto y el destino, los grupos se trasladarán a las mesas en donde se expedirán los documentos requeridos para cada país y producto. En las mesas habrá un miembro del grupo Geipro, que les explicará cómo diligenciar cada documento, por qué es útil y por qué es exigido para este tipo de procedimiento comercial.

Cada uno de estos documentos ha sido modificado con el fin de que a los participantes no les lleve mucho tiempo su diligenciamiento, pues lo que se busca principalmente es que ellos conozcan cuáles son los documentos para realizar los trámites y la entidad correspondiente. Por tal motivo, se dispondrán en las mesas letreros con el nombre de la entidad y del documento que debe diligenciarse, junto con el nombre del grupo Geipro antecediéndolos, por ejemplo: Geipro DIAN: Registro Único Tributario. Adicionalmente, cada vez que un grupo diligencia un documento, debe pagar al miembro de Geipro el valor correspondiente por dicho documento.

Así, los documentos requeridos para cada producto y país son los siguientes:

- Registro Único Tributario (RUT)
- Factura Comercial

- Certificado de origen
- Lista de Empaque
- Documento de Transporte

Los vistos buenos varían para cada producto:

- Producto A: ICA
- Producto B: INVIMA
- Producto C: Ingeominas

Después, se elige el tipo de negociación internacional que se utilizará según el país de destino. Esto se elegirá al azar, utilizando cartas, con la posibilidad de que el tipo de negociación sea FOB, CIF o CFR. Finalmente, se paga el producto, el cual debe ser pagado por el país de destino al llegar y cada grupo repite dos veces más el procedimiento desde el paso 5.

## 7. Referencias

- [1] J. P. Antún Callaba, *Logística Internacional*. UNAM.

## 8. Bibliografía complementaria

G. C. Lizcano, *Comercio Exterior*. Ediciones Librería del Profesional. 2.<sup>a</sup> edición. 1987.

Instituto Colombiano de Comercio Exterior. *Guía para exportar en Colombia*. Bogotá. 1995.

C. Maubert Viveros. *Comercio Internacional: Aspectos Operativos, Administrativos y Financieros*. Editorial Trillas. 1998.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. [En línea]. Disponible: <http://faostat3.fao.org/>

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia. [En línea]. Disponible: <http://www.mincomercio.gov.co/index.php>

Proexport - Promoción de Turismo, inversión y exportaciones. Pasos para exportar. [En línea]. Disponible: <http://www.antiguo.proexport.com.co>

Proexport - Promoción de Turismo, inversión y exportaciones. Guías para exportar a China y Canadá. [En línea]. Disponible: <http://www.proexport.com.co>

Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura Colombia - Port Authority. [En línea]. Disponible: <http://www.sprbun.com/>

Contecar - Sociedad Portuaria Regional Cartagena. [En línea]. Disponible: <http://cisne.puertocartagena.com/>

---

# Ingeniería inversa

## Introducción

Desde el inicio de la humanidad, la elaboración de copias de objetos ha sido una constante en todas las civilizaciones. Este es un concepto interesante, pues admite generalización para todas las ramas de ciencia, ya que su fin último es entender el diseño del macrocosmos para ponerlo en función de la satisfacción de las necesidades humanas.

Este concepto es fundamental para muchos de los productos fabricados en serie, puesto que parten de un prototipo o modelo preliminar de cierto objeto que sirve de patrón para lanzar la producción. Este procedimiento constituye el nacimiento de lo que hoy se denomina “ingeniería inversa”.

El objetivo de este concepto es obtener información técnica a partir de un producto accesible al público, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado. Los productos más comunes sometidos a este proceso son los programas de computadoras y los componentes electrónicos.

Este método avanza en dirección opuesta a las tareas habituales de ingeniería; la cual



Angélica M. Sánchez Cruz  
Eliana Herrera Valencia  
Luisa F. Torrado Ramírez  
Claudia Y. Ochoa Castrillón  
José L. Upegui Gallego  
Juan M. Lozano Rodríguez  
Diego A. Rueda Noreña

Unidad Central del Valle del Cauca

consiste en la utilización de datos técnicos para elaborar un producto determinado. El proceso de ingeniería inversa puede malinterpretarse como plagio o imitación; no obstante, si el producto u objeto en particular se somete al proceso de ingeniería inversa en forma apropiada, el producto resultante será totalmente legítimo y legal.

Se considera entonces que la ingeniería inversa es el estudio de todo tipo de elemen-

---

\* Los autores de este trabajo son integrantes del grupo Geipro, de la Institución de Educación Superior Unidad Central del Valle del Cauca

tos, siempre y cuando el resultado de dicho estudio repercuta en el entendimiento de su funcionamiento y mejoramiento del mismo para beneficios de la humanidad e industria.

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo general

Enseñar y aplicar el concepto de “ingeniería inversa” a los estudiantes interesados para su adecuada implementación.

### 1.2 Objetivos específicos

- Elaborar un listado de los elementos del producto donde se especifique su función en el producto.
- Identificar y determinar el funcionamiento de cada uno de los componentes y cuál es su contribución al producto.

- Evaluar e identificar las fallas del prototipo real con el propósito de planear las posibles mejoras e innovaciones de cada uno de los componentes o en conjunto.

## 2. Marco teórico

El proceso de duplicación de un componente existente, los subensambles o productos, y prescindir de la ayuda de dibujos, de la documentación o modelo de computadora, se conoce como ingeniería inversa.

La ingeniería inversa se puede ver como el proceso de análisis de un sistema para:

- Identificar los componentes del sistema y sus interrelaciones.
- Crear representaciones del sistema en otra forma o un mayor nivel de abstracción.
- Crear la representación física de ese sistema.

La ingeniería inversa es muy común en campos tan diversos como la ingeniería de *software*, entretenimiento, automoción, productos de consumo, los microchips, química, electrónica y los diseños mecánicos. Por ejemplo, cuando una nueva máquina llega al mercado, los fabricantes de la competencia pueden comprar una máquina y desmontarla para aprender cómo se construye y cómo funciona. Una empresa química puede utilizar la ingeniería inversa para derrotar a una patente sobre el proceso de fabricación de un competidor. En la ingeniería civil, el diseño y la construcción de puentes se copian de los éxitos del pasado, por lo que habrá menos posibilidades de una falla catastrófica.

Otra razón para la ingeniería inversa es la minimización de los tiempos de desarrollo de productos. En el mercado global altamente competitivo, los fabricantes están constantemente buscando nuevas maneras de acortar los plazos de entrega al mercado

un nuevo producto. El desarrollo de productos rápido (RPD) se refiere a las tecnologías que ayudan a los fabricantes y diseñadores en el cumplimiento de las exigencias de reducción del tiempo de desarrollo de productos. Mediante el uso de ingeniería inversa, un producto de tres dimensiones o modelo puede ser rápidamente capturado en formato digital, remodelado y exportado para creación rápida de prototipos o herramientas de fabricación rápida.

Las siguientes son razones para la aplicación de la ingeniería inversa de una parte o producto:

- No hay documentación adecuada del diseño original.
- El fabricante original ya no existe, pero el cliente necesita el producto.
- La documentación de diseño original se ha perdido o nunca existió.
- Algunas de las características de un producto defectuoso deben ser rediseñados. Por

ejemplo, el desgaste excesivo puede indicar que un producto debe ser mejorado.

- Es necesario fortalecer las buenas características de un producto, con base en su uso prolongado.
- Permite analizar las características positivas y negativas del producto de la competencia, así como explorar nuevas vías para mejorar el rendimiento del producto y sus particularidades.
- Permite aumentar la competitividad de los métodos de referencia para entender los productos de la competencia y desarrollar nuevos productos.
- El modelo CAD original no es suficiente para apoyar las modificaciones o los métodos actuales de fabricación.
- El proveedor o mercado tiene restricciones de recursos.
- Los fabricantes de equipos originales no están dispuestos o no suministran piezas de repuesto, o los costos inflados por la demanda de una sola fuente.

- Gracias a la ingeniería inversa pueden actualizarse los materiales obsoletos o anticuados en los procesos de fabricación más actuales, minimizando así sus costos.

La ingeniería inversa permite la duplicación de una parte ya existente mediante la captura de las dimensiones físicas del componente, las características y propiedades de los materiales. Antes de intentar este proceso, se requiere un análisis bien planificado del ciclo de vida y análisis de costo/beneficio, que debe ser llevado a cabo para justificar los proyectos. Generalmente, los proyectos con que implican este proceso son rentables solo si los elementos reflejan una inversión de alta o se reproduce en grandes cantidades. La producción de una unidad se puede intentar, aunque no es rentable, solo si la parte es absolutamente necesaria y es una misión crítica a un sistema. Algunas ventajas de la ingeniería inversa son las siguientes:

## 5. Distribución del espacio físico

- Permite un acercamiento a un objeto y sistema o que no se conocen a la perfección.
- Da lugar al análisis de la tecnología utilizada en la confección del objeto, de esta forma puede determinarse si se usaron tecnologías de última generación y también descubrir cuáles tecnologías son compatibles entre sí y cuáles no.
- Detectar posibles fallas que se producen y por qué se producen, para evitarlas en el futuro.

### 3. Materiales

- Helicóptero de juguete
- Reglas
- Tablero de montaje
- Hojas

### 3.1 Formatos

- Ficha técnica (para describir cada uno los componentes del producto, el tipo de material y el posible uso).
- Test (recepción y finalización)

### 3.2 Otros insumos

- Seis mesas plásticas
- Treinta sillas
- Proyector
- Computador
- Marcadores
- Tablero

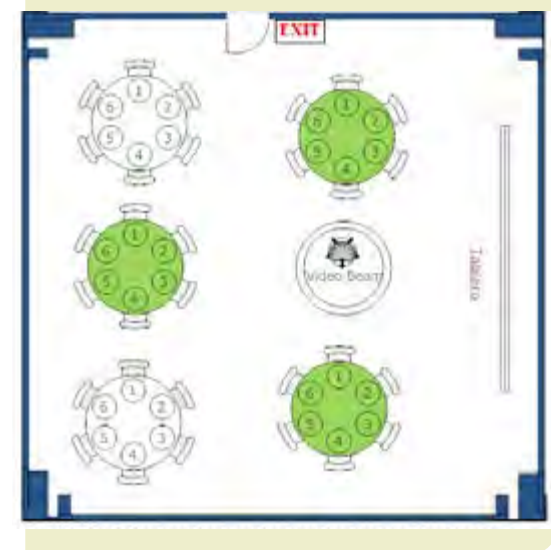
### 4. Participantes y duración

Para el desarrollo de la lúdica, se establece una capacidad menor o igual a treinta personas.

La lúdica requiere de 150 minutos para su ejecución.

Para el desarrollo de la práctica se requiere utilizar la distribución de la planta que se ilustra en la figura 1:

Figura 1. Distribución del salón



Fuente: grupo 01 Semillero Geipro.

## 6. Desarrollo de la lúdica

La ingeniería inversa es la disciplina que toma objetos reales y los lleva a la conceptualización mediante el reconocimiento, evaluando los componentes y su función en el objeto; es útil para el análisis de modelos de estudio o para evaluar dicho objeto. Para lograr un acercamiento a este concepto, esta lúdica propone las siguientes cinco etapas.

### 6.1 Etapa del reconocimiento



En esta etapa, los participantes identifican y reconocen la funcionalidad y el modo de operación del producto que van a estudiar, en este caso el helicóptero. El producto será suministrado por los responsables de la lúdica. Los participantes contarán

con un tiempo determinado (20 minutos) para realizar la actividad.

En esta etapa, los participantes deben establecer qué tipo de vehículo es, cómo funciona, cómo logra su funcionalidad y cuáles son sus características generales, para diligenciar el formato correspondiente (tabla 1).

**Tabla 1. Resultados del reconocimiento del objeto**





Concepto	Descripción
Tipo de vehículo	
Marca	
Funcionalidad	
Modo de uso	
Mecanismo de funcionamiento	

Una vez identificada la funcionalidad, el modo de operaciones y control del helicóptero, se da paso a la segunda etapa.






## 6.2 Reconocimiento de componentes

En esta etapa los participantes harán un listado de los elementos que actúan en el producto y cuál es la función de cada uno. Para lograr lo anterior, se contrastará el listado con bases de datos que serán suministradas a los participantes, según ellos las consideren necesarias (ver tabla 2 y figura 3).

Tabla 2. Resultados del reconocimiento de los componentes del objeto

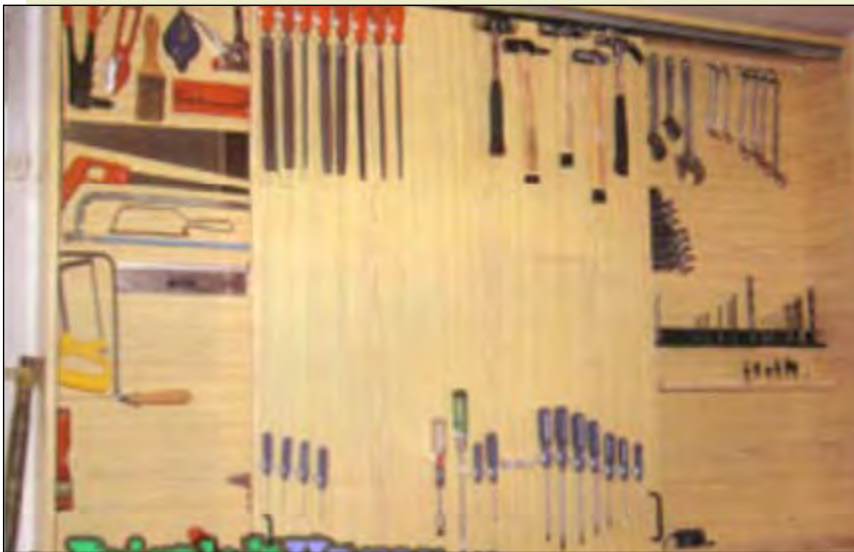
Partes del helicóptero	Nombre de las partes	Descripción
	Fuselaje	Parte principal de un avión o helicóptero, sirve como estructura central a la cual se le acoplan las demás partes, su forma obedece a una solución de compromiso entre una geometría suave con poca resistencia aerodinámica y ciertas necesidades de volumen o capacidad para poder cumplir sus objetivos.
	Encaje de motor	Pieza de seguridad que permite la estabilidad del motor, para su buen funcionamiento, mediante el ajuste adecuado.
	Carcasa del motor	Es la cubierta del motor de arranque, es la parte externa del mismo. A ella van sujetos los mecanismos del motor de arranque.
	Barra estabilizadora	Es un sistema giroscópico y fácilmente controlable que controla a su vez el rotor principal, que es un sistema más pesado y potente que no puede ser controlado con un mando directo.



Partes del helicóptero	Nombre de las partes	Descripción	Partes del helicóptero	Nombre de las partes	Descripción
	Hélice	Es un dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas, montados de forma concéntrica alrededor de un eje.  Su función es transmitir a través de las palas su propia energía cinética		Tornillo de estría	Elemento u operador mecánico cilíndrico dotado de cabeza, generalmente metálico, aunque pueden ser de madera o plástico, utilizado en la fijación temporal de unas piezas con otras.
	Patines de aterrizaje	Es la parte de cualquier aeronave encargada de absorber la energía cinética producida por el contacto entre la aeronave y la pista durante la fase de aterrizaje.  Tiene como función durante el aterrizaje la absorción de la energía cinética producida por el impacto.		Destornillador de estría	Es una herramienta que se utiliza para apretar y aflojar tornillos y otros elementos de máquinas que requieren poca fuerza de apriete y que generalmente son de diámetro pequeño.
	Cola de helicóptero	Es una hélice montada en el larguero de cola del helicóptero, con un eje de rotación lateral. El empuje que crea desplaza del centro de gravedad, lo que contrarresta el par motor creado por el rotor principal, manteniendo así el aparato estable en el aire.			

Los participantes deben dar cuenta de la cantidad de piezas, la funcionalidad de cada una, su forma, medida y proceso de ensamble.

**Figura 2. Tablero de herramientas**



Para esta etapa se implementa un tablero de herramientas, en el cual se dispondrá el elemento y sus partes, de forma muy detallada (figura 2).

Cuando los participantes consideren que conocen a cabalidad el producto y sus componentes, pueden continuar con el siguiente procedimiento.

### **6.3 Evaluación y planeación**

En esta tercera etapa se identificarán las fallas del prototipo real, así como las posibilidades de mejora e innovaciones. Los componentes y el prototipo en conjunto son objeto de evaluación. Luego, se procede a la planeación; la cual deberá concluir en una propuesta de mejoramiento e innovación que dé solución al problema y un método de ejecución.

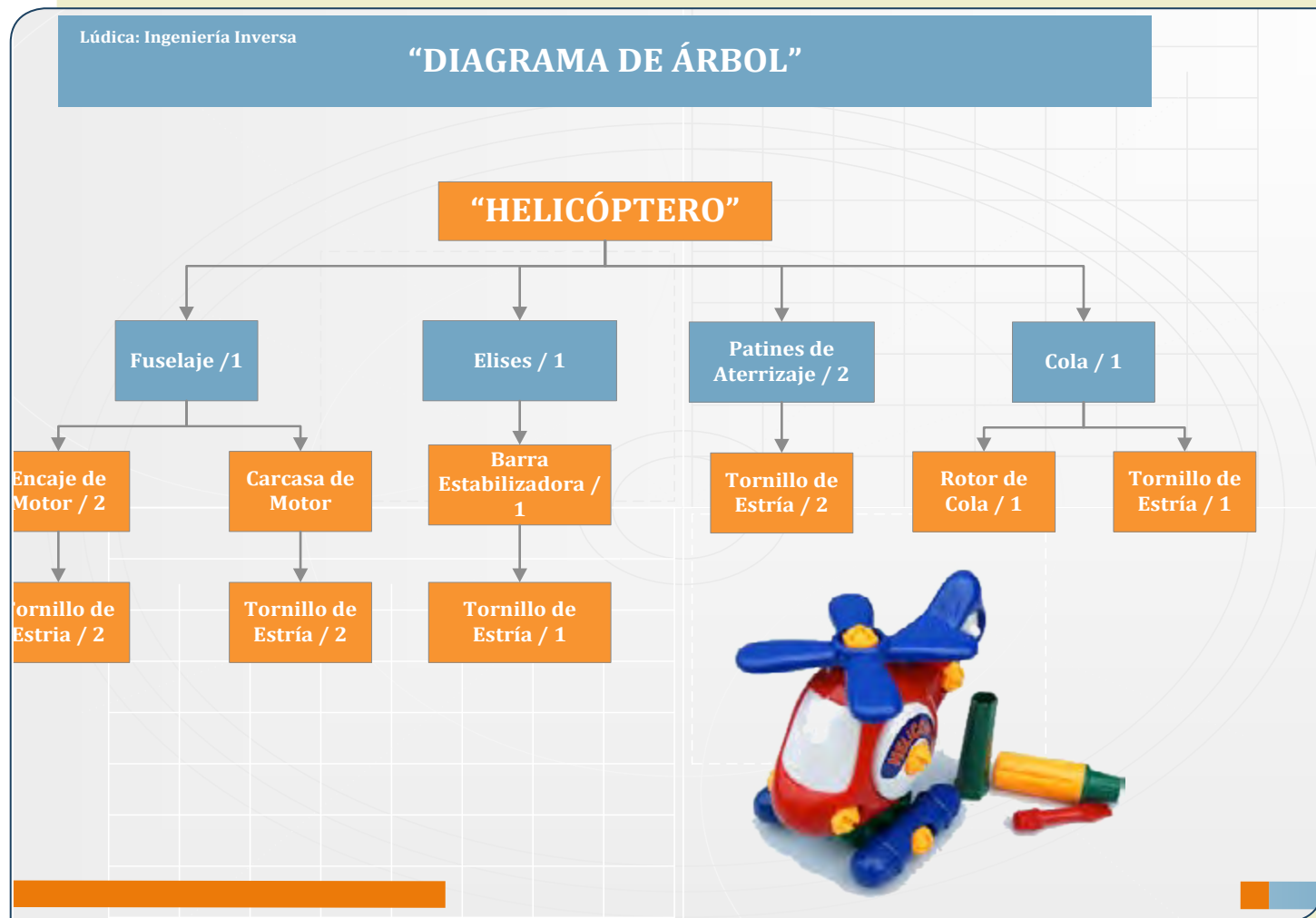
### **6.4 Ingeniería inversa**

Una vez que haya concluido todo el proceso de información y planeación, en la cuarta etapa se desarrolla y ejecuta la planeación de los diseños propuestos y su respectiva evaluación.

### **6.5 Construcción**

En la quinta y última etapa tiene lugar la construcción y además se comparan los conocimientos teóricos con los adquiridos en la lúdica, para así definir de forma clara en qué momento se emplearon y cuál fue su rol en el proceso.

Figura 3. Diagrama de árbol del helicóptero



## 7. Bibliografía

- E. Fernández Sánchez, *Administración de empresas: un enfoque interdisciplinar*. Madrid: Gráficas Rógar, 2010.
- D. Tsakatikas, G. Kaisarlis. (2007). Reverse engineering in industrial maintenance component criticality analysis, *The Open Access NDT Database*. Disponible: <http://www.ndt.net/search/docs.php3?Main-Source=-1&KeywordID=1030%20&ranking=1&script=/password/info.php>
- M. Hammer y J. Champy, *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*, 3ª edición revisada. Nicholas Brealey Publishing, 2001.
- Ingeniería inversa: Una herramienta para la iniciación al diseño. | Diseño de máquinas, productos... [En línea]. Disponible: <http://blog.utp.edu.co/design/2012/08/24/105>

## 8. Anexos

### 8.1 Minitest de Ingeniería

- ¿Qué conoce como ingeniería inversa?
- ¿Cuáles son las fases de la ingeniería inversa?
- ¿Cuáles herramientas tecnológicas, de información, entre otras, le permitirían obtener el conocimiento suficiente de algún producto o servicio?
- ¿Cuál es la diferencia entre reingeniería e ingeniería inversa? Explique.
- ¿De qué forma evaluarías un producto o servicio que quieras posicionar en el mercado?
- Además de utilizar la ingeniería inversa en un helicóptero, ¿en qué otro producto o servicio lo implementaría? Explique detalladamente.



# Flow Shop/Job Shop con tecnología

Yulian Jasbleidi Porras Lasso\*  
Alexánder Aragón Chamorro\*\*

Universidad Autónoma de Occidente

## Introducción

El juego lúdico *Flow Shop/Job Shop* es una adaptación especial de otros juegos desarrollados originalmente por Janelle Heineke y Larry Carl Meile de la Escuela de Administración de la Universidad de Boston además de James Ward y Leroy B. Schwarz de la Universidad Purdue, cuyo objetivo principal es representar dos sistemas de producción: el lineal por flujo de trabajo y el de estaciones especializadas.

El juego representa la producción de cuatro tipos de productos (A, B, C y D) en cuatro estaciones de trabajo y en la que los participantes con el rol de operarios, ensamblan fichas Lego hasta formar el producto final.

En esta versión automatizada de la lúdica, el uso de tecnología para captura de información permitirá a los participantes observar y analizar más detenidamente el proceso como tal, proponiendo mejoras al mismo y comprendiendo métricas de producción como *Lead Time* (Tiempos de Ciclo) *Throughput* (Tiempo de Procesamiento), además de conceptos como “balanceo de líneas”, “curvas de experiencia”, “medición del trabajo”, así como aplicaciones de tecnología de códigos de barra EAN-13 y Code-39.

La lúdica puede incorporarse como práctica en asignaturas como Gestión de Operaciones e Ingeniería de Métodos.

---

\* Estudiante Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico

[yulianporras@hotmail.com](mailto:yulianporras@hotmail.com)

\*\* M. Sc., docente    Correo electrónico  
[aragon@uao.edu.co](mailto:aragon@uao.edu.co)

## 1. Objetivos

### 1.1 General

Rediseñar la práctica lúdica *Flow Shop/Job Shop*, optimizando su tiempo de desarrollo, con el fin de poder ilustrar una gama más amplia de conceptos de ingeniería, lo que permite, entre otras cosas, la incorporación de diferentes escenarios para su análisis, utilizando para ello el apoyo de herramientas de *hardware* y *software*.

### 1.2 Específicos

- Crear un ambiente de producción a escala representando las características de sistemas *Flow Shop* y *Job Shop* en donde el participante de la lúdica identifique las ventajas, desventajas y diferencias entre ambos sistemas de producción.
- Facilitar la captura de los tiempos de producción, garantizando mayor precisión y confiabilidad en los datos, permitiendo al participante dedicar mayor tiempo a la observación del proceso y hacer sus cálculos finales.

## 2. Marco teórico

La Universidad Autónoma de Occidente, mediante convenio con la Universidad Tecnológica de Pereira, adquirió en el año 2003 los derechos y material respectivo para la implementación de un paquete especial de prácticas de laboratorio para ser implementadas en el programa de Ingeniería Industrial caracterizadas por una novedosa filosofía lúdica desarrollada por el grupo de investigación GEIO (Grupo de la Enseñanza de la Investigación de Operaciones del Departamento de Investigación de Operaciones y Estadística en la Universidad Tecnológica de Pereira). Siguiendo el lema de “Aprender Haciendo” y que mediante la simulación de procesos productivos a escala, se busca que el estudiante, inmerso en la problemática tratada en el juego, vivencie los diferentes conceptos que desean ilustrarse.

Osorio y Jaramillo (2006) manifiestan que la filosofía busca generalmente que “en lugar de una transmisión de saberes y conclusiones, la persona que enseña comunica

material en forma no acabada, creando situaciones que generan inquietud conceptual”.

### 2.1 El tiempo de ciclo (*Cycle Time*)

Este es un índice que mide el ritmo de la producción, Cappella (2006) lo define como el “tiempo requerido para generar una unidad de producto o servicio”. Se expresa como segundos/unidad o minutos/unidad medidos desde que inicia el proceso hasta que se obtiene un producto.

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{\text{Tiempo de Producción}}{\text{Unidades producidas}}$$

Cabe anotar que aquí el concepto de Tiempo de Ciclo difiere del manejado en Ingeniería de Métodos (estandarización de tiempos), en donde el análisis de procesos con más de un operario se refiere al tiempo de proceso más largo entre ellos.

## 2.2 El tiempo de procesamiento (Throughput)

Se trata de un índice que también mide el ritmo de la producción, pero a diferencia del Tiempo de Ciclo, el cual ofrece información sobre el tiempo medio en que se produce un solo producto, el Throughput, de manera recíproca (Rasmussen y Walden, 1999), muestra las unidades de productos que se fabrican en una unidad de tiempo.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Tiempo de Producción}}$$

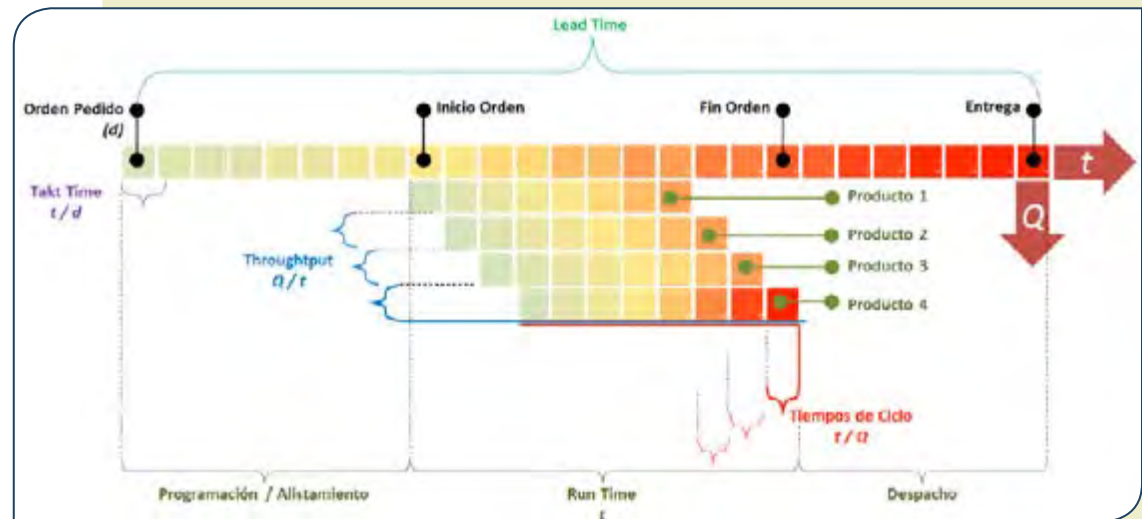
## 2.3 El tiempo de entrega (Lead Time)

Aunque se puede definir en diferentes ámbitos, el Tiempo de Entrega desde el punto de vista logístico trata de aquel tiempo necesario para que un cliente obtenga un producto; es decir, el tiempo transcurrido desde su pedido inicial hasta la entrega final del mismo.

En la figura 1 se observa un esquema general que resume las diferentes métricas

utilizadas en producción, ñas cuales fueron consideradas en el presente trabajo.

Figura 1. Resumen algunas métricas de producción



Fuente: elaboración propia.

## 2.4 Producción por flujo/tarea (Flow Shop/Job Shop)

En la producción por Flujos (*Flow*), todas las tareas pasan a través de todas las máquinas en el mismo orden, mientras que en la Producción por Tareas (*Job*) es un caso más

complejo puesto que las tareas solo pueden pasar por determinadas máquinas y en determinado orden de manera independiente.

### 3. Materiales

- Tableros de producción
- Fichas Lego de cuatro pines en colores amarillo, azul, rojo y verde
- Tarjetas didácticas débito/crédito
- Órdenes de trabajo
- Dos lectores de códigos de barra
- Un computador personal
- Impresora – TV (opcional)
- Cronómetros (uno por estación de trabajo)

### 4. Participantes y duración

Para el desarrollo de la lúdica se requiere de la participación de los siguientes actores:

- Un **consumidor**: quien a través de la tarjeta débito/crédito didáctica, generará una demanda con la frecuencia acordada.
- Un **jefe de producción**: quien programará la producción y entregará al patinador las órdenes de trabajo.
- Un **patinador**: quien entregará a las líneas de producción las órdenes de trabajo.

- Cuatro **operarios**: quienes ensamblarán el producto definido en la orden de trabajo.
- Puede asignarse un **analistas de tiempos** para medir la duración de operación en cada una de las estaciones.

- Puede asignarse una estación de **control de calidad**.

La duración estimada fue determinada de acuerdo con la duración de una franja horaria académica de 1.5 horas.

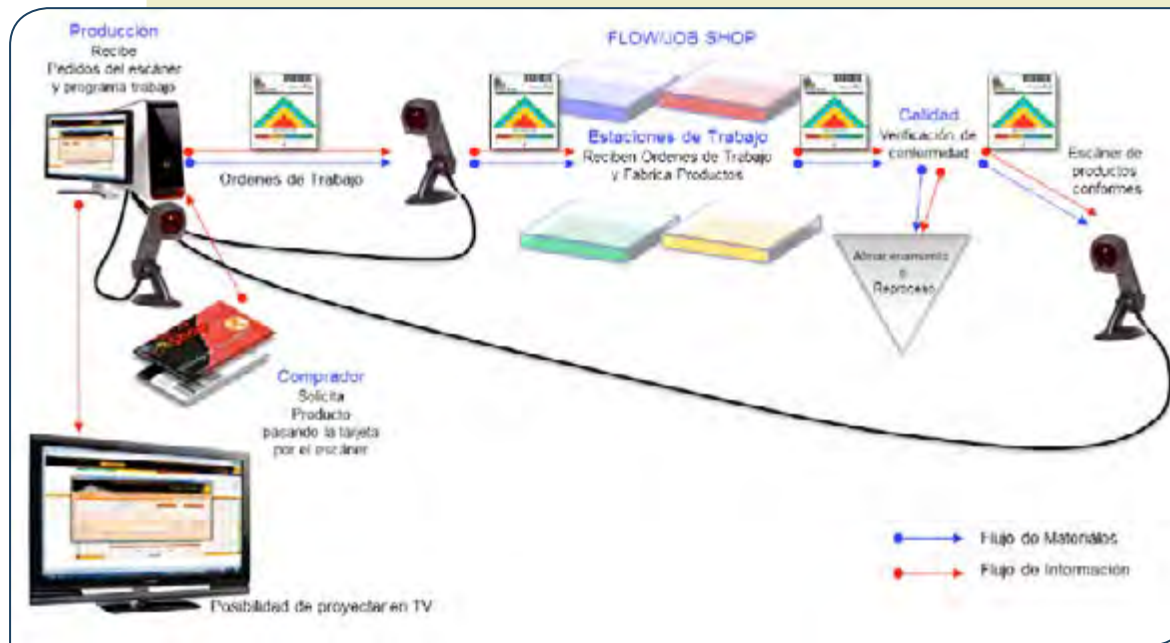
Introducción y preparación escenarios	15 min.
Juego escenario <i>Flow Shop</i>	20 min.
Juego escenario <i>Job Shop</i>	20 min.
Juego escenario <i>Flow Shop</i> mejorado	20 min.
Recopilación de datos	5 min.
Preguntas y discusión final	10 min.

**Espacio requerido:** para el desarrollo de la lúdica es necesario contar con cinco mesas de trabajo (una para cada una de las cuatro estaciones de trabajo y una para el PC). En la figura 2 se esquematiza el proceso.



## 5. Desarrollo de la lúdica

Figura 2. esquema general de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

### 5.1 Preparación de la actividad y procedimientos

1. Asignar entre los participantes los roles respectivos.
2. Iniciar el primer escenario del juego (Flow Shop), lo que permite que el consumidor pase su tarjeta por el lector de códigos de barras, de tal manera que la aplicación generará de manera aleatoria una demanda donde hay una probabilidad del 25% en que sea un producto A, B, C o D
3. El jefe de producción deberá seguir las instrucciones de la aplicación (figura 3), preparando las órdenes de trabajo respectivas, pasándolas por el escáner de códigos de barra y, posteriormente, las entrega al patinador, de esta manera se registra el tiempo de salida a producción.

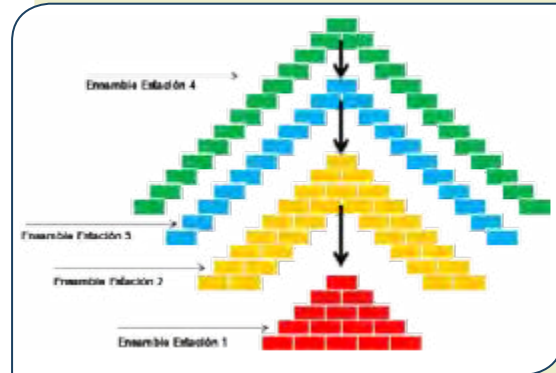
**Figura 3. Recibo de pedido en producción**



Fuente: elaboración propia.

4. El patinador deberá desplazarse hasta la primera estación (según el escenario jugado) y entregar las órdenes de trabajo respectivas.
5. El operario de la primera estación deberá tomar las fichas que corresponden (de adentro hacia afuera de acuerdo a lo estipulado en la orden de trabajo); procede a armar la parte que le corresponde del producto respectivo (figura 4) y, al terminar, pasa su ensamble a la segunda estación junto con la orden de trabajo respectiva.

**Figura 4. Forma de ensamble del Producto A**

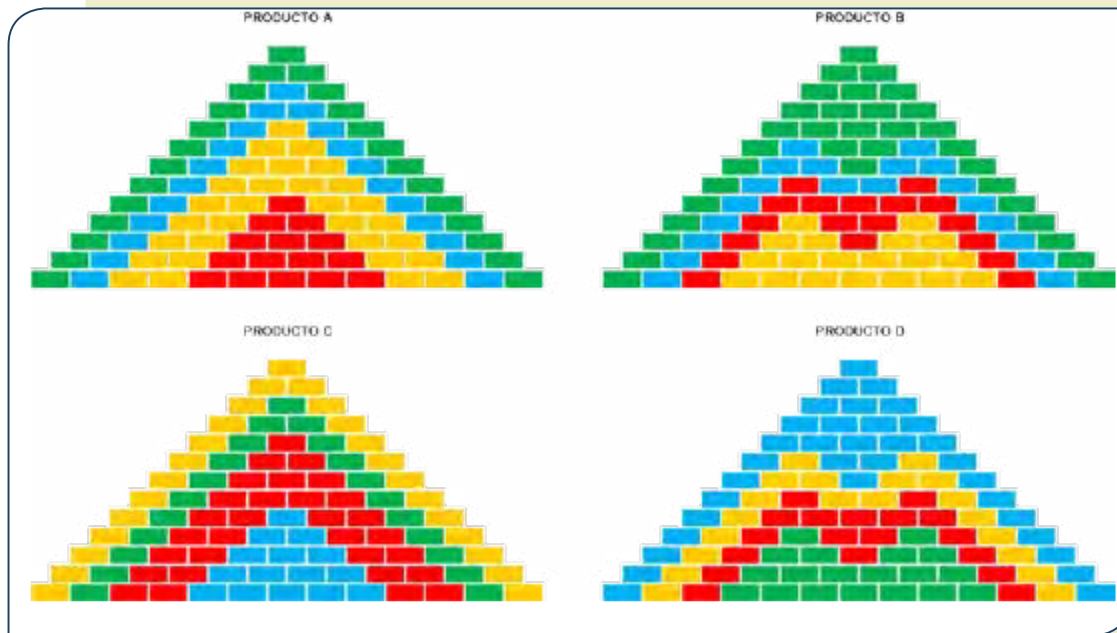


Fuente: elaboración propia.

6. Las demás estaciones igualmente reciben el ensamble de la estación predecesora, completan su trabajo agregando al ensamble las fichas correspondientes y lo pasan a la siguiente, junto con la orden de trabajo respectiva.
7. El patinador deberá pasar las órdenes de trabajo finalizadas por el lector de códigos de barras para registrar los tiempos de finalización de cada unidad.

8. El proceso se repite durante el tiempo definido como duración del escenario y para cada uno de ellos (*Flow Shop*, *Job Shop* y *Flow Shop* mejorado); en la figura 5 se observan los cuatro modelos posibles para ensamblar.
9. Al finalizar cada escenario, el moderador del juego deberá inicializarlo desde la estación de producción. Plantear las mejoras para *Flow Shop*.
10. Al terminar la actividad, el moderador generará los resultados de los tres escenarios para entregar al grupo como datos para el informe final.

Figura 5. Productos a ensamblar



Fuente: elaboración propia.

## 5.2 Resultados e informe

1. Recopile los datos obtenidos en la actividad (impreso o en archivo PDF, figuras 1 y 2).
2. Con base en la información obtenida en la actividad, calcule los tiempos de producción para cada orden y su promedio y en cada uno de los escenarios jugados (utilice gráficos).
3. Si se implementaron analistas de tiempos en las estaciones de trabajo, analice la información recopilada.
4. Compare los resultados obtenidos para los tres escenarios y defina la eficiencia de cada uno.
5. Determine el tiempo promedio de producción para cada uno de los escenarios.
6. Investigue qué tipos de procesos utilizan los sistemas Flow Shop y Job Shop.
7. Si se implementó una estación de control de calidad, analice los datos obtenidos por defectos encontrados y construya el diagrama de Pareto respectivo.
8. Con base en la información obtenida en la actividad y a las experiencias vivenciadas durante la misma, explique cuáles y cómo se

## 6. Bibliografía

pueden relacionar los siguientes conceptos: planeación de la producción, gestión de inventarios, dinámica de sistemas, juegos y simulación, logística y cadenas de abastecimiento, Flow Shop, Job Shop, curvas de experiencia, balanceo de líneas. Medición del trabajo e indicadores de gestión/producción.

9. Además de los anteriores, ¿cree que existe otra temática que pueda relacionar? ¿cuáles y cómo?

Aragón, A. (2011). *Software Flow Shop / Job Shop*. [programa de computador en disco]. Cali.

Arias, G. (2007). *Guía de laboratorio para Gestión de Operaciones 1 Flow Shop – Job Shop*. Cali: Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Occidente.

Capella, S. (2006). Nivelación de la producción 1: Ajustarse a la demanda del cliente. En: *Lean Management*. La mejora continua aplicada en las industrias gráficas. Extraído el 1 de abril, 2011 de [http://www.crealor.es/2006/Articulo\\_LM\\_MC\\_Aplicada\\_en\\_Industrias\\_Graficas\\_XII.htm](http://www.crealor.es/2006/Articulo_LM_MC_Aplicada_en_Industrias_Graficas_XII.htm)

Jaramillo, C. (2003). *Manual de Guías de Laboratorio*. Pereira: UTP.

Osorio, M. & Jaramillo, C. (2006). *Utilización de la lúdica para la enseñanza del MRP I*. Scientia et Technica, 32, 301- 306.

Porras, Y. J. (2011). *Mejoramiento de las prácticas lúdicas “The Beer Game”, “Flow Shop/Job Shop”, “Fábrica XZ” y “Push/Pull” en los laboratorios de ingenierías de la Universidad Autónoma de Occidente*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia.

Rasmussen, N. & Walden, D. (1999). *Observations from the 1997-98 CQM Study Group on Cycle Time Reduction*. Center for Quality of Management Journal. 2. 2-34.



## Anexo 1.

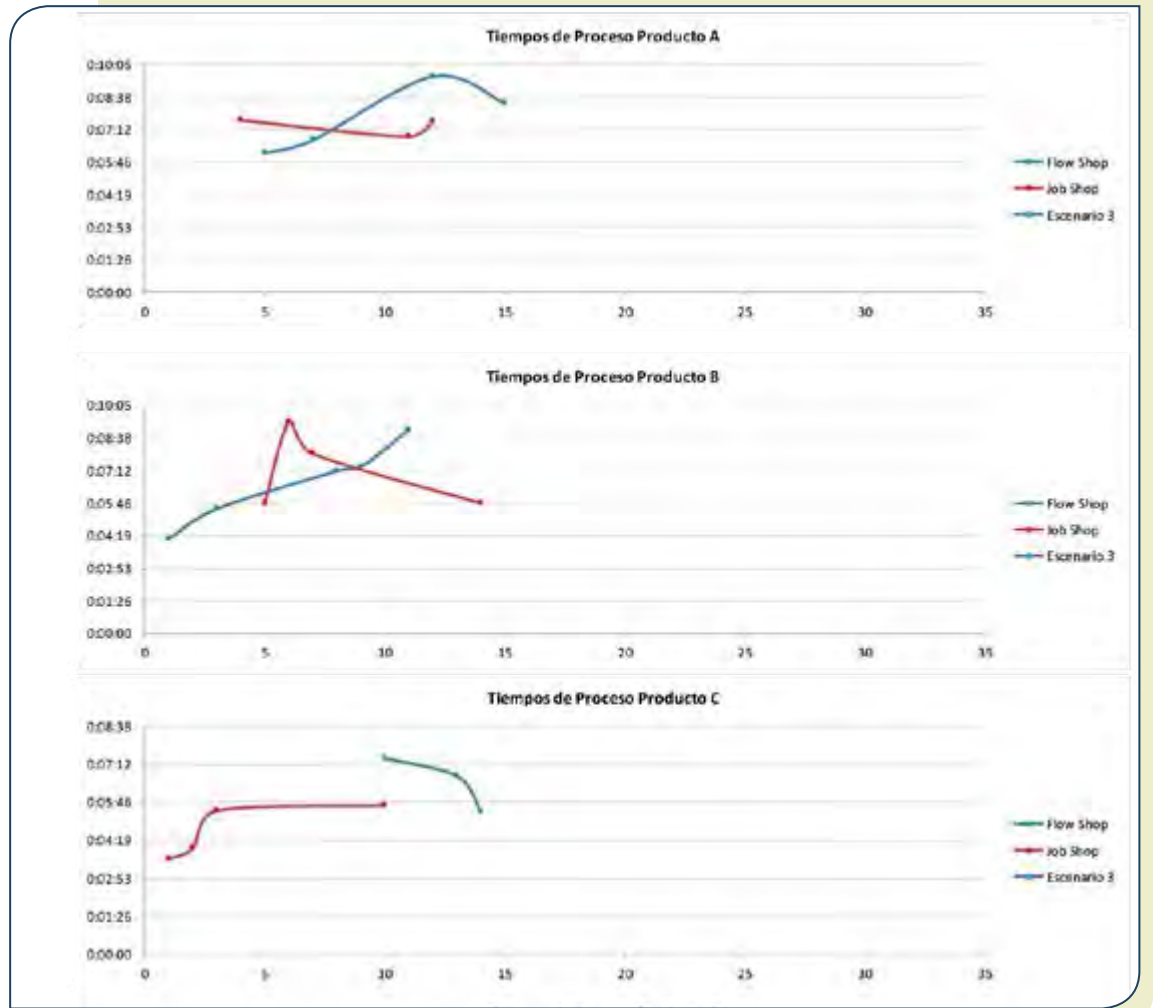
Asignatura: Administración de La Producción y Servicios				Métricas			
Docente: Mónica Patricia Sarria Y.				Flow Shop			
Fecha: septiembre 26, 2011 (09:05 am)				Job Shop			
Escenario 3				Escenario 3			
Unidades Producidas	Flow Shop	Job Shop	Escenario 3	Métricas	Flow Shop	Job Shop	Escenario 3
Producto A	4	3		Cycle Time (min/Und)			
Producto B	5	4		Throughput (Und/min)			
Producto C	3	4					
Producto D	3	4					
<b>TOTALES</b>	<b>15</b>	<b>15</b>					
Hora Inicio	9:37:31	9:57:33					
Hora Finaliza	9:54:19	10:12:27					
Duración	0:16:48	0:14:54					

El docente cuenta con la misma información suministrada al estudiante a diferencia que en lugar de las horas de cronómetro registradas (horas, minutos y segundos), las columnas de Salida de Lote de Almacén (SL) y de Terminación de Lote (LM) proveen el tiempo de demora respectivo en cada proceso; adicionalmente, el resumen final provee de mayor información sobre los tres escenarios jugados (lo que se desea determine el estudiante) así como gráficos con los tiempos de proceso para cada tipo de producto.

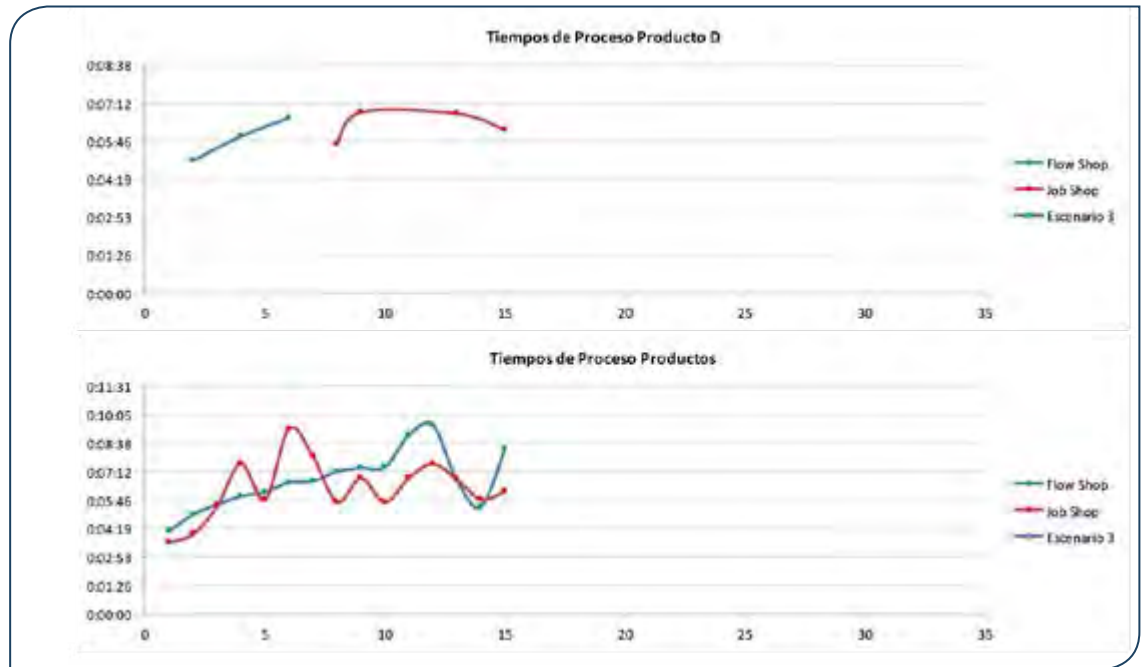
## Anexo 2.

Asignatura: Administración de La Producción y Servicios				Tiempos Operación			
Docente: Mónica Patricia Sarria Y.				Flow Shop			
Fecha: septiembre 26, 2011 (09:05 am)				Job Shop			
Escenario 3				Escenario 3			
Unidades Producidas	Flow Shop	Job Shop	Escenario 3	Tiempos Operación	Flow Shop	Job Shop	Escenario 3
Producto A	4	3		Producto A	0:07:41	0:07:21	
Producto B	5	4		Producto B	0:06:39	0:07:13	
Producto C	3	4		Producto C	0:06:31	0:04:40	
Producto D	3	4		Producto D	0:05:52	0:06:22	
<b>TOTALES</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		<b>PROMEDIOS</b>	<b>0:01:47</b>	<b>0:01:42</b>	
Hora Inicio	9:37:31	9:57:33		Cycle Time	1,12	0,99	(min/Und)
Hora Finaliza	9:54:19	10:12:27		Throughput	0,89	1,01	(Und/min)
Duración	0:16:48	0:14:54					

## Anexo 2.



## Anexo 2.





# Fábrica de productos XZ con tecnología

## Introducción

El juego denominado originalmente “Laboratorio de producción de Producto X, Producto Z”, desarrollado por Robert J. Schlesinger en la Universidad Estatal de San Diego, ha sido concebido para medir, de una manera lúdica, el desempeño de la producción en un ambiente simulado de línea de ensamble.

El juego representa la producción de dos tipos de productos (X y Z) que pueden conformar dos líneas de ensamble con cinco estaciones de trabajo cada una; en tal producción los participantes, con el rol de operarios, encajan fichas Lego hasta conformar el modelo final.

En esta versión automatizada de la lúdica, el uso de tecnología para capturar información permitirá a los participantes observar y analizar más detenidamente el proceso como tal, mejorarlo y comprender métricas de producción como *Lead Time*, Tiempos de Ciclo y *Throughput*, además de conceptos como balanceo de líneas, curvas de experiencia, medición del trabajo y aplicaciones de tecnología de códigos de barra EAN-13 y *Code-39*.

La lúdica se puede incorporar como práctica en las asignaturas Gestión de Operaciones e Ingeniería de Métodos, por ejemplo.

Yulian J. Porras Lasso\*  
Alexánder Aragón Chamorro\*\*

Universidad Autónoma de Occidente



- 
- \* Estudiante de Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico:  
[yulianporras@hotmail.com](mailto:yulianporras@hotmail.com)
  - \*\* MSc., docente.  
Correo electrónico:  
[aaragon@uao.edu.co](mailto:aaragon@uao.edu.co)

## 1. Objetivo general

Rediseñar la práctica lúdica “Fábrica de Productos XZ” y optimizar su tiempo de desarrollo, con el fin de ilustrar una gama más amplia de conceptos de ingeniería que también permitirá la incorporación de diferentes escenarios para su análisis, entre ellos el apoyo de herramientas de *hardware* y *software*.

## 2. Objetivo específicos

- Crear un ambiente de producción a escala con una o dos líneas de ensamble, el participante identifica como diferentes opciones de mejora en los procesos influyen de manera significativa en los resultados del mismo.

- Facilitar la captura de los tiempos de producción para garantizar mayor precisión y confiabilidad en los datos, lo que permite al participante dedicar más tiempo a observar el proceso y a realizar sus cálculos finales.

## 3. Marco teórico

La Universidad Autónoma de Occidente, mediante convenio con la Universidad Tecnológica de Pereira, adquirió en el año 2003 los derechos y el material respectivo para implementar un paquete especial de prácticas de laboratorio con el fin de usarlas en el programa de Ingeniería Industrial. Estas prácticas se caracterizan por una novedosa filosofía

lúdica desarrollada por el grupo de investigación GEIO (Grupo de la Enseñanza de la Investigación de Operaciones, del Departamento de Investigación de Operaciones y Estadística, de la Universidad Tecnológica de Pereira), que sigue el lema “Aprender haciendo”, y que mediante la simulación de procesos productivos a escala, busca que el estudiante, inmerso en la problemática tratada en el juego, experimente por sí mismo los diferentes conceptos que se desean ilustrar.

Por su parte, Osorio y Jaramillo (2006) manifiestan que la filosofía busca, por lo general, que “en lugar de una transmisión de saberes y conclusiones, la persona que enseña comunica material en forma no acabada creando situaciones que generan inquietud conceptual”.



### 3.4 Producción por flujo/tarea (*Flow Shop / Job Shop*)

En la producción por flujos (*flow*) todas las tareas pasan a través de todas las máquinas en el mismo orden, mientras que en la producción por tareas (*Job*) el caso es más complejo, pues las tareas sólo pueden pasar por determinadas máquinas y en cierto orden de manera independiente.

## 4. Materiales

- Tableros de producción.
- Contenedores y plantillas.
- Fichas Lego de 4, 6 y 8 pines en colores amarillo, azul, rojo y verde.
- Tarjetas débito/crédito didáctica.
- Órdenes de trabajo por Lote.
- 3 o 4 escáneres de códigos de barra.

- 2 computadores e infraestructura de red.
- Impresora – TV (opcional).
- Cronómetros (opcional 1 por estación de trabajo).

## 5. Participantes y duración

Para el desarrollo de la lúdica se requiere la intervención de:

1. Un consumidor, quién a través de la tarjeta débito/crédito didáctica, generará una demanda con la frecuencia acordada.
2. Un jefe de producción, quién programará la producción en una o dos líneas de ensamble según el caso y entregará al almacenista las Órdenes de trabajo.
3. Un almacenista, quien preparará el material necesario para la producción.
4. Un patinador, quién entregará a las líneas de producción el material y las Órdenes de trabajo respectivas.

5. Inco operarios por cada una de las líneas de ensamble conformadas.
6. Se puede asignar, de manera opcional, un analista de tiempos para que mida los tiempos de operación en cada una de las estaciones.
7. Se puede asignar una estación de control de calidad opcional.



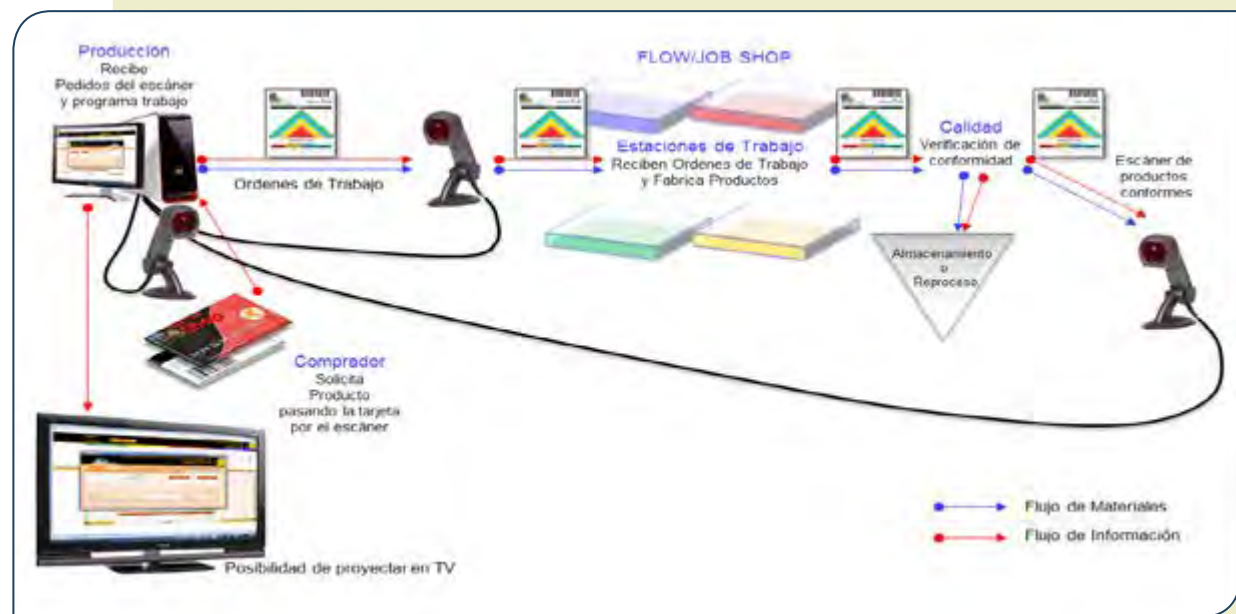
La duración estimada se ha determinado de acuerdo con la duración de una franja horaria académica de 1.5 horas.

Introducción y preparación de escenarios	15 min.
Juego escenario 1	20 min.
Juego escenario 2	20 min.
Juego escenario 3	20 min.
Recopilación de datos	5 min.
Preguntas y discusión final	10 min.

## 6. Espacio requerido

Para el desarrollo de la lúdica es necesario contar con suficientes mesas de trabajo. En la figura 2 se esquematiza el proceso.

Figura 2. Esquema general de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

1. Asignar los roles respectivos a los participantes.
2. El primer escenario del juego inicia cuando se le permite al consumidor pasar su tarjeta por el escáner de códigos de barra, de forma tal que la aplicación generará una demanda de manera aleatoria, siguiendo las siguientes distribuciones:
  - 50% de probabilidad de que sea un Producto X y 50% un Producto Z.
  - Si es un Producto X, hay una probabilidad del 10% de que sean 20 unidades, 20% para 15 unidades, 30% para 10 unidades y 40% para 5 unidades.
  - Si es un Producto Z, hay una probabilidad del 20% de que sean 15 unidades, 30% para 10 unidades y 50% para 5 unidades.
3. El jefe de producción deberá seguir las instrucciones de la aplicación (figura 3) al preparar las Órdenes de trabajo (una por cada 5 unidades) y entregarlas al almacenista.

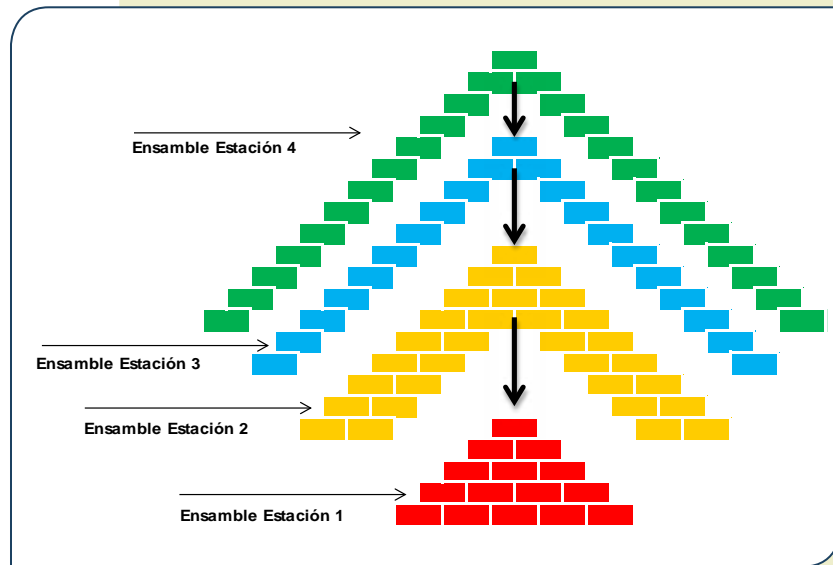
Figura 3. Recibo de pedido en producción



Fuente: elaboración propia.

4. El almacenista recibe las Órdenes de trabajo y prepara el material necesario siguiendo las instrucciones de la aplicación (figura 4) y utilizando los contenedores, dependiendo del escenario jugado.
5. Luego de preparar cada lote de 5 unidades, el almacenista pasa la Orden de trabajo respectiva en el escáner de códigos de barra y la entrega, junto con los contenedores, al patinador, de esta manera se registra el tiempo de salida del almacén.

Figura 4. Forma de ensamble del Producto A



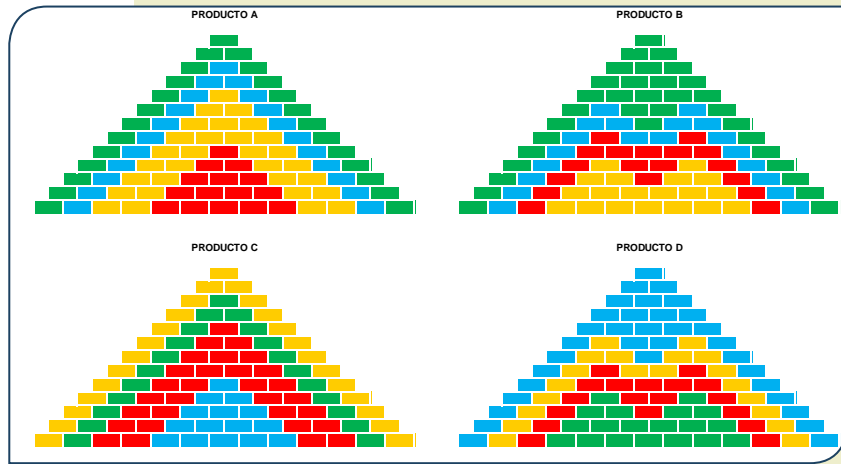
Fuente: elaboración propia.

6. El patinador deberá desplazarse hasta la línea de ensamble disponible y entregar en la primera estación los contenedores con material y las Órdenes de trabajo respectivas.
7. El operario de la primera estación deberá tomar del contenedor las fichas que le corresponden (de acuerdo con lo estipulado en el instructivo impreso en su estación) y pasar el contenedor (solamente) con el resto de fichas a la segunda estación, así procede a armar el producto siguiendo

do las instrucciones (figura 5 por lote de 5 unidades) y, al terminar, pasa el lote completo a la segunda estación junto con la Orden de trabajo respectiva.

8. Las demás estaciones reciben igualmente el contenedor con el material de la estación anterior, toman las fichas que les corresponden y luego lo pasan a la siguiente, arman un lote de 5 unidades a la vez y lo pasan a la siguiente junto con la Orden de trabajo respectiva.
9. El **operario** de la última estación hará a un lado los productos finalizados pero deberá pasar por el escáner de códigos de barras las órdenes de trabajo correspondientes para registrar los tiempos de finalización de cada lote.
10. El proceso se repite durante el tiempo definido como duración del escenario y para cada uno de ellos (contenedores regulares, contenedores especializados y contenedores especializados y plantillas).
11. Al finalizar cada escenario, el **moderador** deberá iniciar el juego desde la estación de producción.
12. Al terminar la actividad, el **moderador** generará los resultados de los tres escenarios para entregarlos al grupo como datos del informe final.

Figura 5. Productos que se han de ensamblar



## 8. Resultados e informe

1. Recopile los datos obtenidos en la actividad (impresos o en archivo PDF según figuras 1 y 2).
2. Con base en la información obtenida en la actividad, calcule los tiempos de producción por lote y por orden para cada uno de los escenarios jugados. (utilice gráficos).
3. Si se implementaron **analistas de tiempo** en las estaciones de trabajo, analice la información recopilada.
3. Compare los resultados obtenidos para los tres escenarios y defina la eficiencia de cada uno.
4. Determine el tiempo promedio de producción para cada uno de los escenarios.
5. Calcule la tasa de producción para cada uno de los escenarios.
6. Determine el consumo de materia prima (para cada tipo de ficha Lego) en cada uno de los escenarios.
7. Según la producción obtenida de Productos X y Z en los tres escenarios, ¿se cumplieron las distribuciones de probabilidad descritas en el punto 2 del procedimiento?
8. Si se implementó una estación de Control de calidad, analice los datos obtenidos por defectos encontrados y construya el diagrama de Pareto respectivo.
9. Con base en la información lograda en la actividad y las experiencias vividas durante la misma, explique cuáles y cómo se pueden relacionar los siguientes conceptos: planeación de la producción, gestión de inventarios, dinámica de sistemas, juegos y simulación, logística y cadenas de abastecimiento, *Flow Shop*, curvas de experiencia, balanceo de líneas, medición del trabajo e indicadores de gestión/producción.
10. Además de los anteriores, ¿cree que existen otras temáticas que pueda relacionar?, ¿cuáles y cómo?







## Anexo 1.

Asignatura: **Administración de La Producción y Servicios**  
 Docente: **Mónica Patricia Sarria Y.**  
 Fecha: **septiembre 26, 2011 (09:05 am)**

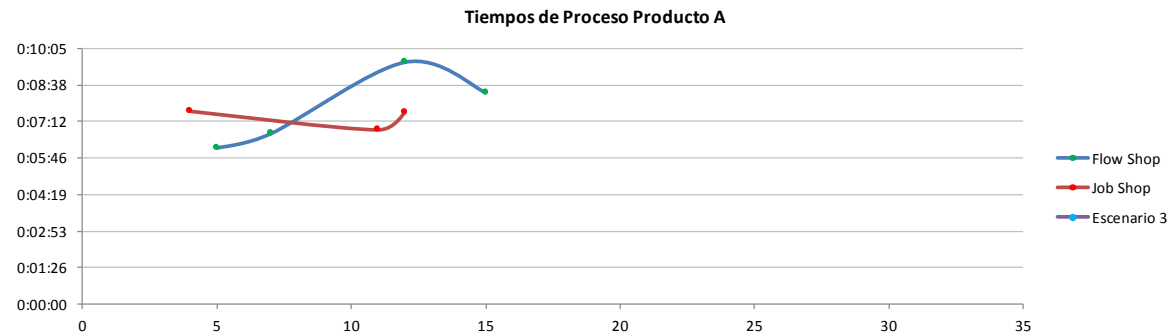
<u>Unidades Producidas</u>	<u>Flow Shop</u>	<u>Job Shop</u>	<u>Escenario 3</u>	<u>Métricas</u>	<u>Flow Shop</u>	<u>Job Shop</u>	<u>Escenario 3</u>
Producto A	4	3		Cycle Time (min/Und)			
Producto B	5	4		Throughput (Und/min)			
Producto C	3	4					
Producto D	3	4					
<b>TOTALES</b>	<b>15</b>	<b>15</b>					
Hora Inicio	9:37:31	9:57:33					
Hora Finaliza	9:54:19	10:12:27					
Duración	0:16:48	0:14:54					

El docente cuenta con la misma información suministrada al estudiante, sólo difiere en que en lugar de las horas de cronómetro registradas (horas, minutos y segundos), las columnas de Salida de lote de almacén (SL) y de Terminación de lote (LM) proveen el tiempo de demora respectivo en cada proceso; además, el resumen final ofrece mayor información sobre los tres escenarios jugados (lo que se espera, determine el estudiante) así como gráficos con los tiempos de proceso para cada tipo de producto.

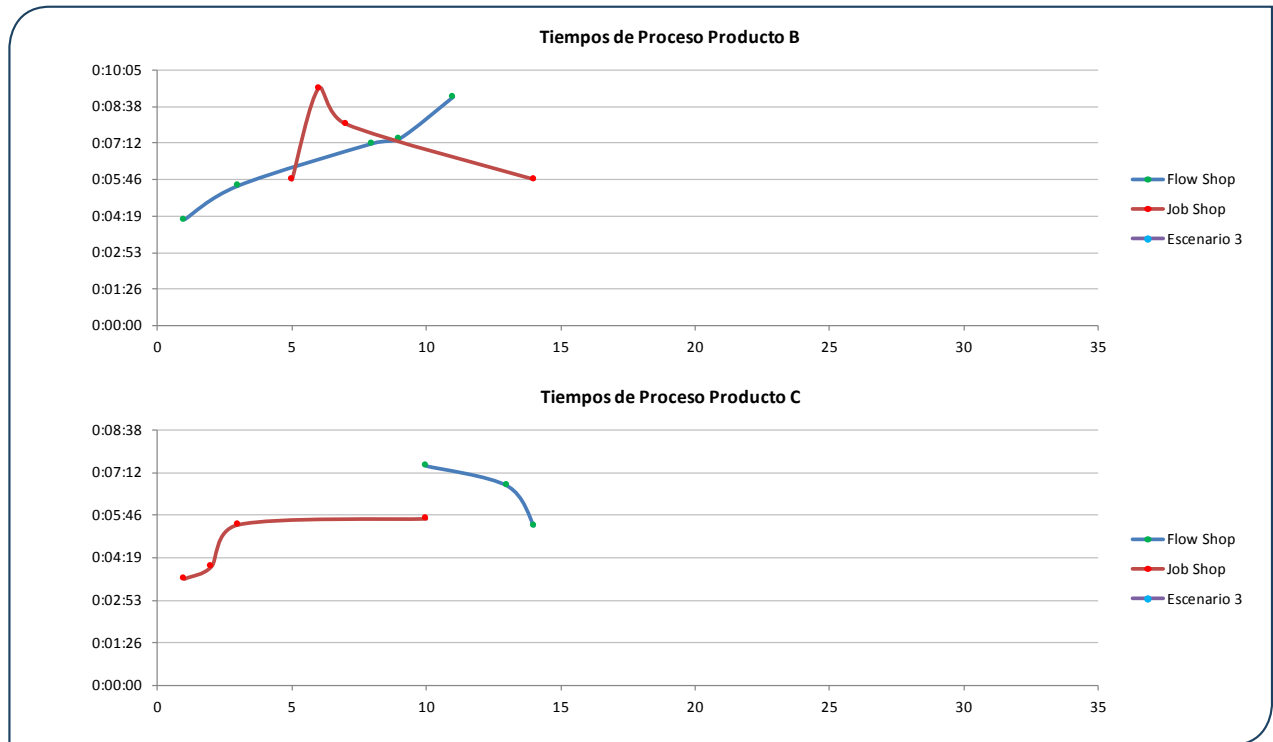
## Anexo 2.

Asignatura: **Administración de La Producción y Servicios**  
 Docente: **Mónica Patricia Sarria Y.**  
 Fecha: **septiembre 26, 2011 (09:05 am)**

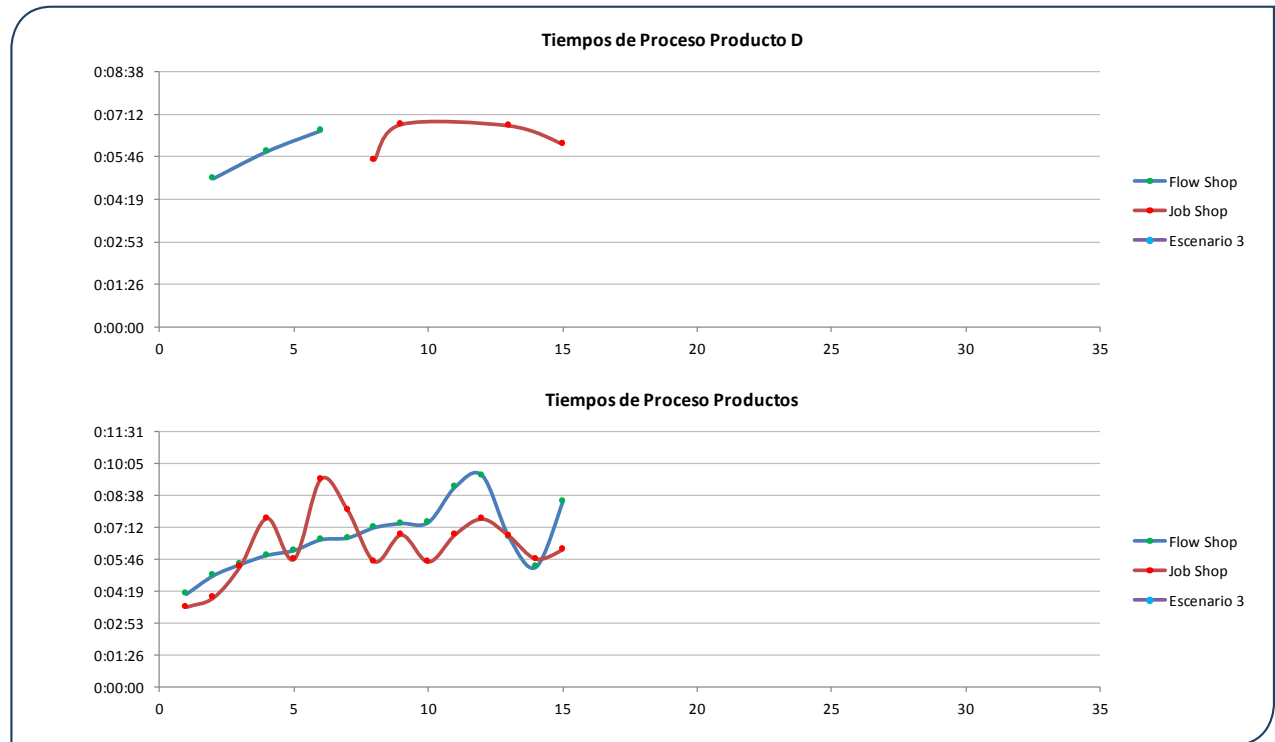
Unidades Producidas	Flow Shop	Job Shop	Escenario 3	Tiempos Operación	Flow Shop	Job Shop	Escenario 3
Producto A	4	3		Producto A	0:07:41	0:07:21	
Producto B	5	4		Producto B	0:06:39	0:07:13	
Producto C	3	4		Producto C	0:06:31	0:04:40	
Producto D	3	4		Producto D	0:05:52	0:06:22	
<b>TOTALES</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		<b>PROMEDIOS</b>	<b>0:01:47</b>	<b>0:01:42</b>	
Hora Inicio	9:37:31	9:57:33		Cycle Time	1,12	0,99	- (min/Und)
Hora Finaliza	9:54:19	10:12:27		Throughput	0,89	1,01	- (Und/min)
Duración	<b>0:16:48</b>	<b>0:14:54</b>					



## Anexo 2.



## Anexo 2.



# Push/pull con tecnología

## Introducción

**P***ush/pull* es una adaptación especial concebida por el Grupo de la Enseñanza de la Investigación de Operaciones y Estadística en la Universidad Tecnológica de Pereira, cuyo propósito principal es representar dos sistemas de producción: el de empuje (*push*) y el de tirón (*pull*).

El juego representa la producción de un producto en cuatro estaciones de trabajo, en la que los participantes con el rol de operarios introducen fichas de Lego en un vaso plástico tapado y etiquetado.

En esta versión automatizada de la lúdica, el uso de tecnología para captura de informa-

ción permitirá a los participantes observar y analizar más detenidamente el proceso como tal, de manera que puedan proponer mejoras y comprendan algunas métricas de producción como *takt time*, *lead time*, tiempos de ciclo y *throughput*; y conceptos como balanceo de líneas, curvas de experiencia y medición del trabajo. Finalmente, hay que mencionar que esta actividad promueve el uso de tecnología de códigos de barras EAN-13 y puede incorporarse como práctica en asignaturas como Gestión de Operaciones e Ingeniería de Métodos.

Yulian J. Porras Lasso\*  
Alexánder Aragón Chamorro\*\*  
Universidad Autónoma de Occidente



\* Estudiante Ingeniería Industrial.  
Correo electrónico:  
[yulianporras@hotmail.com](mailto:yulianporras@hotmail.com)  
\*\* M.Sc. Docente .  
Correo electrónico:  
[aragon@uao.edu.co](mailto:aragon@uao.edu.co)

## 1. Objetivos

### 1.1 Objetivo general

Rediseñar y optimizar la práctica lúdica *push/pull*, con el fin de poder ilustrar una gama más amplia de conceptos de ingeniería e incorporar diferentes escenarios para su análisis, con el apoyo de herramientas de *hardware* y *software*.

### 1.2 Objetivos específicos

- Crear un ambiente de producción a escala en el que se representen las características de sistemas *push* (empuje) y *pull* (tirón) y en donde el participante de la lúdica identifique las ventajas, desventajas y diferencias entre ambos sistemas de producción.
- Facilitar la captura de los tiempos de producción, en aras de una mayor precisión y confiabilidad en los datos, lo que permite al participante dedicar más tiempo a la observación del proceso y obtener sus cálculos finales.



## 2. Marco teórico

La Universidad Autónoma de Occidente, en convenio con la Universidad Tecnológica de Pereira, adquirió en el año 2003 los derechos y materiales respectivos para la implementación de un paquete especial de prácticas de laboratorio. Estas serán implementadas en el programa de Ingeniería Industrial, caracterizadas por una novedosa filosofía lúdica que se desarrollará por el grupo de investigación GEIO (Grupo de la Enseñanza de la Investigación de Operaciones del Departamento de Investigación de Operaciones y Estadística en la Universidad Tecnológica de Pereira), siguiendo el lema de “Aprender Haciendo” y que mediante la simulación de procesos productivos a escala, así se busca que el estudiante, inmerso en la problemática tratada en el juego, experimente con los diferentes conceptos que se desean ilustrar.

Osorio y Jaramillo afirman que, desde esta perspectiva, se busca generalmente que “en



lugar de una transmisión de saberes y conclusiones, la persona que enseña comunica material en forma no acabada, creando situaciones que generan inquietud conceptual” [1].

## 2.1 El tiempo de ritmo (*takt time*)

En la producción *lean* el término “*takt time*” es entendido como la tasa de producción necesaria para satisfacer la demanda; en otras palabras, es el tiempo máximo para producir un producto, de tal manera que se pueda cumplir con los pedidos de los clientes [2].

El *takt time* es la tasa a la cual el consumidor adquiere productos y, por consiguiente, los procesos productivos deberán ajustarse de tal manera a ella que logre abastecerse, de allí que para su cálculo (figura 1) se determine primero la disponibilidad real de producción (deduciendo las paradas por almuerzos, mantenimientos, reuniones, entre otros).

Figura 1. Takt time

$$Takt = \frac{\text{Tiempo de Producción Disponible}}{\text{Demanda}}$$

Por consiguiente, se expresa como *segundos/unidad* o *minutos/unidad* y representa el ritmo de la demanda (cantidad requerida por el cliente en un tiempo determinado), y aunque parece similar al tiempo de ciclo

(que representa el ritmo de la producción), su interpretación no es la misma, pues lo que se busca es lograr sincronizar ambos indicadores.

## 2.2 El tiempo de ciclo (*cycle time*)

Índice que mide el ritmo de la producción, que puede definirse como el “tiempo requerido para generar una unidad de producto o servicio” [2]. Se expresa como *segundos/unidad* o *minutos/unidad* medidos desde que inicia el proceso hasta que se obtiene un producto (figura 2).

Figura 2. Tiempo de ciclo

$$\text{Tiempo de Ciclo} = \frac{\text{Tiempo de Producción}}{\text{Unidades producidas}}$$

Cabe anotar que aquí el concepto de “tiempo de ciclo” difiere del que se usa en Ingeniería de Métodos (estandarización de tiempos), donde en el análisis de procesos con más de un operario, se refiere al tiempo de proceso más largo entre ellos.

## 2.3 El tiempo de procesamiento (*throughput*)

Se trata de un índice que también mide el ritmo de la producción, pero a diferencia del tiempo de ciclo, el cual ofrece información sobre

el tiempo medio en que se produce un solo producto, el *throughput* de manera recíproca [3], muestra las unidades de productos que se fabrican en una unidad de tiempo (figura 3).

Figura 3. Tiempo de procesamiento

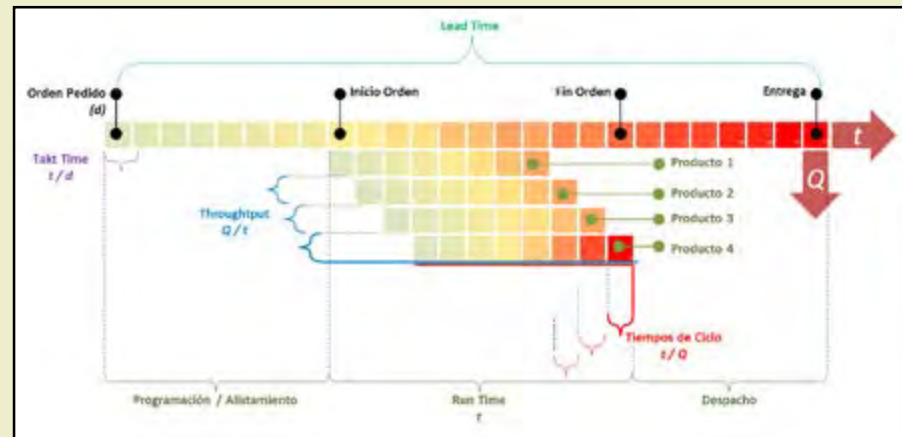
$$\text{Throughput} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Tiempo de Producción}}$$

## 2.4 El tiempo de entrega (*lead time*)

Aunque se puede usar en diferentes ámbitos, el tiempo de entrega desde el punto de vista logístico trata de aquel tiempo necesario para que un cliente obtenga un producto; es decir, el tiempo transcurrido desde su pedido inicial hasta la entrega final del mismo.

En la figura 4 se observa un esquema general que resume las diferentes métricas utilizadas en producción consideradas en el presente trabajo.

Figura 4. Resumen de algunas métricas de producción



Fuente: elaboración propia

## 2.5 Enfoque empuje/tirón (*push/pull*)

De acuerdo con Porras Lasso [4]:

Estos dos enfoques de fabricación son didácticamente mostrados en prácticas con el mismo nombre; en el caso de los procesos de empuje (*Push*), son denominados “especulativos” por cuanto responden a una demanda pronosticada y de incertidumbre, mientras que los de

tirón (*Pull*) denominados como “reactivos”, responden a una información de demanda más exacta y real.

Una adecuada configuración consiste en definir un límite preciso sobre cuáles procesos pueden ser *push* y cuáles *pull* dentro de un mismo ambiente productivo y que corresponderá a la estrategia logística que se haya trazado y que permita un balance entre la oferta y la demanda.

## 5. Duración

La duración estimada, acuerdo con la franja horaria académica es de 90 minutos.

Introducción y preparación escenarios	15 minutos
Juego escenario <i>push</i>	15 minutos
Juego escenario <i>pull</i>	15 minutos
Juego escenario <i>push/pull</i> balanceado	15 minutos
Recopilación de datos	5 minutos
Preguntas y discusión final	10 minutos

## 6. Espacio requerido

Para el desarrollo de la lúdica es necesario contar con cinco mesas de trabajo (una para cada una de las cuatro estaciones de trabajo y una para el PC). En la figura 5 se esquematiza el proceso.

El concepto de “Kaban” entra en juego para el enfoque de tirón, y de nuevo regresamos al Sistema de Producción Toyota, pues fue donde precisamente surgió el concepto como una nueva forma de coordinar el flujo de partes dentro del sistema de suministros y que comúnmente conocemos como “Justo a Tiempo” (*Just in Time*). Este tema ilustra de manera precisa los conceptos de inventario en proceso, balanceo de líneas de producción, curvas de experiencia y cuellos de botella.

## 3. Materiales

- Envases plásticos y tapas.
- Fichas de Lego de ocho pines y de cuatro pines.
- Tarjetas didácticas de débito y crédito.
- Etiquetas de producto.
- Cinta transparente.
- Fechador y almohadilla.

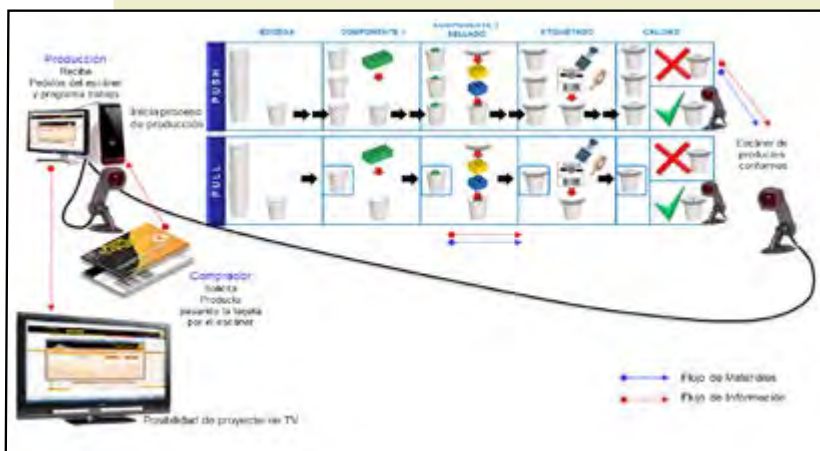
- Un computador e infraestructura de red
- Impresora – TV (opcional).
- Un cronómetro por estación de trabajo (opcional).

## 4. Participantes

Para el desarrollo de la lúdica se requiere de la participación de:

1. Un consumidor, quien a través de la tarjeta débito/crédito didáctica, generará una única demanda para todos los escenarios de juego.
2. Un jefe de producción, que recibirá el pedido y monitoreará la información sobre el proceso productivo.
3. Cinco operarios quienes ensamblarán el producto.
4. Puede asignar opcionalmente analistas de tiempos para medir los tiempos de operación en cada una de las estaciones.

Figura 5. Esquema general de la lúdica



Fuente: elaboración propia.

## 7. Desarrollo de la lúdica

1. Asignar entre los participantes los roles respectivos.
2. Iniciar el primer escenario del juego (*push*), de manera que el consumidor pase su tarjeta por el escáner de códigos de barras (una sola vez), de tal manera que la aplicación generará de manera aleatoria una demanda específica.

3. El jefe de producción deberá dar instrucciones para iniciar el proceso de fabricación y monitorear la producción desde la aplicación (figura 6) para controlar la fabricación de los productos necesarios.

Figura 6. Recibo de pedido en producción



Fuente: elaboración propia.

4. El operario de la primera estación (almacén) deberá entregar los vasos vacíos y separados a la segunda estación.
5. El operario de la segunda estación deberá colocar una ficha de Lego en el interior del vaso y pasarlo a la siguiente.
6. El operario de la tercera estación deberá colocar dos fichas de Lego adicionales en el vaso, taparlo y pasarlo a la siguiente.

7. El operario de la cuarta estación deberá tomar una etiqueta, colocar la fecha con el fechador respectivo y pegarla con cinta adhesiva a la tapa del producto, después debe pasarlo a la estación siguiente.
8. El operario de la quinta estación (calidad) deberá revisar la conformidad del producto: debe contener las tres fichas necesarias, el vaso debe estar perfectamente cerrado, con la etiqueta impresa en la que se especifique la fecha de fabricación y esté adecuadamente pegada a la tapa. Solo si el producto es conforme deberá pasarlo por el escáner de códigos de barras; si el producto es defectuoso, deberá apartarlo del lote para un reproceso.
9. El proceso (*push*, *pull* y *push* o *pull* balanceados) debe llevarse a cabo durante el tiempo definido como “duración del escenario”.
10. En los escenarios tipo *push*, cada operario, tan pronto termine su labor, deberá pasar el producto a la estación siguiente para iniciar de inmediato con otro producto, mientras que en escenarios tipo *pull*, el operario solo podrá pa-

sar el producto a la estación siguiente, si el kanban está disponible.

11. Al finalizar cada escenario, el moderador del juego deberá inicializarlo desde la estación de producción.
12. Al terminar la actividad, el moderador generará los resultados de los tres escenarios para entregar al grupo los datos para el informe final.

## 7.1 Resultados e informe

1. Recopile los datos obtenidos en la actividad (impreso o en archivo PDF figuras 1 y 2).
2. Con base en la información obtenida en la actividad, ¿cuáles diferencias encontró en los sistemas simulados?
3. Si se implementaron “analistas de tiempos” en las estaciones de trabajo, analice la información recopilada.
4. Calcule la productividad por estación y por escenario. ¿Cuáles factores incidieron en la diferencia encontrada?

5. De acuerdo con sus observaciones, ¿cuál o cuáles fueron las estaciones cuello de botella y qué mejoras propone para su mejoramiento?
6. Investigue qué tipos de procesos utilizan los sistemas *Push* y *Pull*.
7. Analice los datos obtenidos por defectos encontrados y construya el diagrama de Pareto respectivo.
8. Con base en la información obtenida en la actividad y a las experiencias vivenciadas durante la misma, explique cuáles y cómo se pueden relacionar los siguientes conceptos: planeación de la producción, gestión de inventarios, dinámica de sistemas, juegos y simulación, logística y cadenas de abastecimiento, *Push*, *Pull*, curvas de experiencia, balanceo de líneas. Medición del trabajo e indicadores de gestión/producción.
9. Además de los anteriores, ¿cree que existe otra temática que pueda relacionar? ¿Cuáles y cómo?

## 8. Referencias

- [1] M. Osorio Quiceno y C. Jaramillo. Utilización de la lúdica para la enseñanza del MRPI, *Scientia Et Technica*. N.º 32, pp. 301-306, 2006.
- [2] S. Capella, Nivelación de la producción 1: Ajustarse a la demanda del cliente. [En línea]. *Gremi*. Disponible: [http://www.crealor.es/2006/Articulo\\_LM\\_MC\\_Aplicada\\_en\\_Industrias\\_Graficas\\_XII.htm](http://www.crealor.es/2006/Articulo_LM_MC_Aplicada_en_Industrias_Graficas_XII.htm)
- [3] N. Rasmussen y D. Walden, Observations from the 1997-98 CQM Study Group on Cycle Time Reduction. *Center for Quality of Management Journal*, vol. 8. N.º 2, pp. 3-34, 1999.
- [4] Y. J. Porras. *Mejoramiento de las prácticas lúdicas “The Beer Game”, “Flow Shop/Job Shop”, “Fábrica XZ” y “Push/Pull” en los laboratorios de ingenierías de la Universidad Autónoma de Occidente*. Trabajo de grado de Ingeniería Industrial. Cali: Universidad Autónoma de Occidente. 2011.

## 9. Bibliografía complementaria

- A. Aragón. *Software Push/Pull*. [programa de computador en disco]. Cali. 2011.
  - G. Arias. *Guía de laboratorio Sistema Pull - Push*. Cali: Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Occidente, 2007.
  - C. Jaramillo. *Manual de Guías de Laboratorio*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2003.
  - iSixSigma: Six Sigma Resources for Six Sigma Quality. [En línea]. Disponible: [http://www.isixsigma.com/?option=com\\_glossary&Itemid=228](http://www.isixsigma.com/?option=com_glossary&Itemid=228). 2013
-

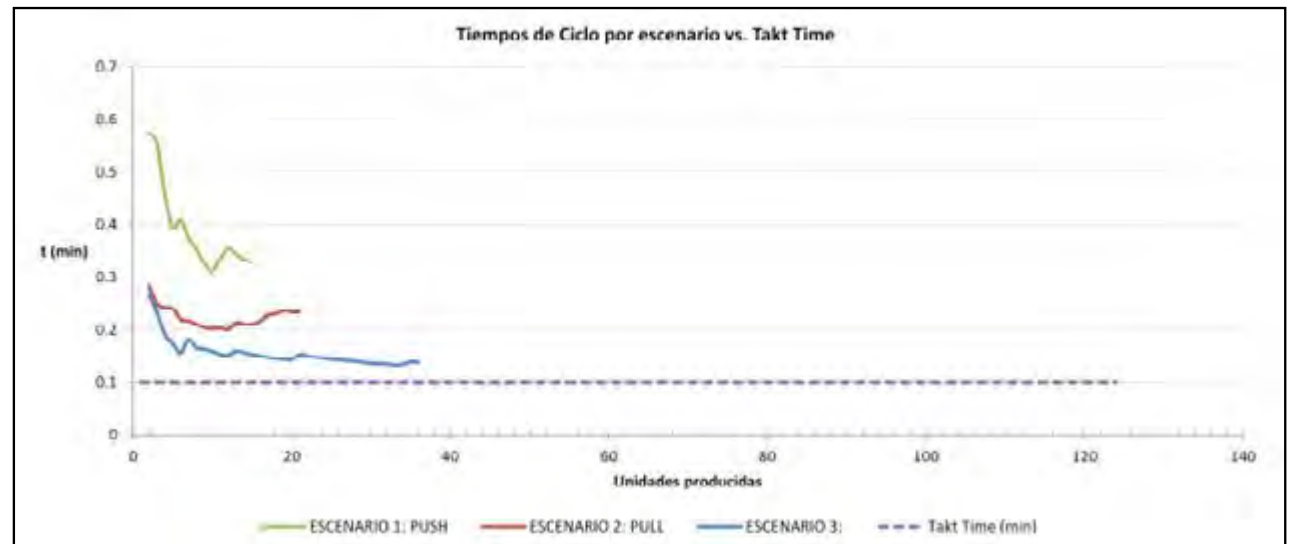
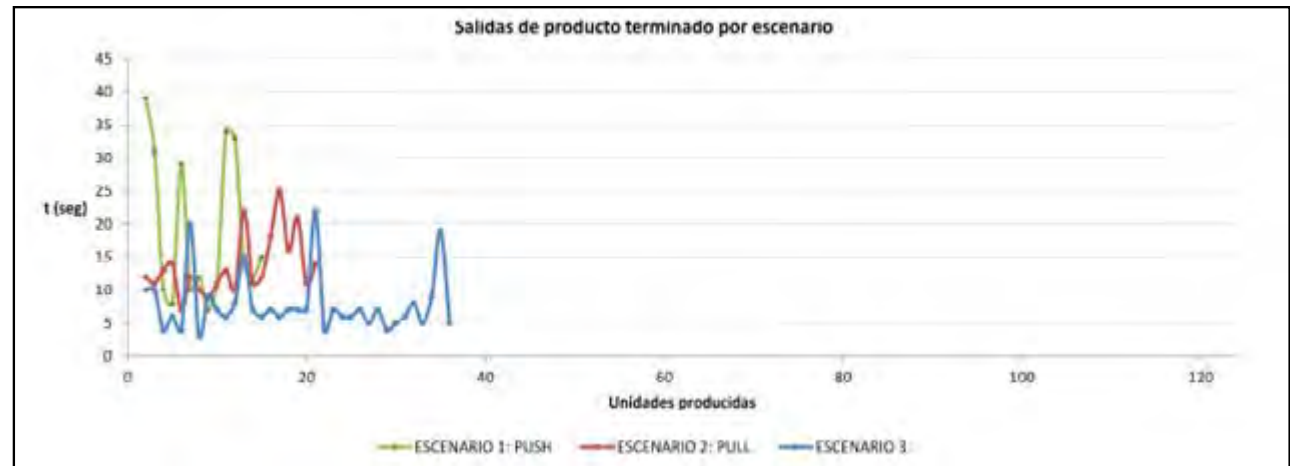






Adicionalmente, se proporcionan dos gráficos que reflejan los tiempos promedio de producción de cada lote, así como el comportamiento de los tiempos de ciclo versus el *takt time* para cada escenario permitiendo comparar los escenarios de juego (anexo 2).

## Anexo 2. Tiempos promedio de producción de cada lote y tiempos de ciclo versus *takt time*



# Jugar, aprender e innovar con la ingeniería

Memorias del VII Encuentro de la Red  
GEIO celebrado en Bogotá, en 2011.

