

Validación de la lúdica como herramienta metodológica complementaria en la enseñanza del método de producción tradicional y del método de producción de la teoría de restricciones (TOC) para el manejo de los entornos multitarea*

Implementation of Ludic Activities as a Complementary Methodological Tool in the Teaching of the Traditional and the TOC Production Methods for Multitask Environments' Management**

Validação da lúdica como ferramenta metodológica complementar no ensino do método de produção tradicional e do método de produção da teoria de restrições (TOC) para o gerenciamento dos entornos multitarefa***

*Yeraldin Marín-González*****

*José Orlando Montes-de la-Barrera******

*Helman Enrique Hernández-Riaño******

*Jorge Mario López-Pereira******

* Fecha de recepción: 21 de noviembre de 2009. Fecha de aceptación para publicación: 15 de enero de 2010. Este artículo se deriva de un proyecto de investigación denominado *Impacto de la lúdica como herramienta metodológica en el aprendizaje y la enseñanza de la ingeniería industrial*, financiado por la Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

** Submitted on November 21, 2009. Accepted on January 15, 2010. This article results from the research project called *Impact of Play Activities as Methodological Tools in the Teaching and Learning of Industrial Engineering*, financed by the Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

*** Data de recepção: 21 de novembro de 2009. Data de aceitação para publicação: 15 de janeiro de 2010. Este artigo deriva-se de um projeto de pesquisa denominado *Impacto da lúdica como ferramenta metodológica no aprendizado e o ensino da engenharia industrial*, financiado pela Universidade de Córdoba, Montería, Colômbia.

**** Estudiante de quinto semestre de Ingeniería Industrial, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

Correo electrónico: ymg0924@hotmail.com.

***** Estudiante de décimo semestre de Ingeniería Industrial, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

Correo electrónico: josemontes44@hotmail.com.

***** Ingeniero industrial, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Magíster en Gestión de Organizaciones, Escuela de Administración de Negocios (EAN), Bogotá, Colombia. Profesor asistente del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Correo electrónico: hhernandez@sinu.unicordoba.edu.co.

***** Ingeniero industrial, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Profesor auxiliar del Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Correo electrónico: jotamlopez@gmail.com.

Resumen

El presente estudio tuvo como propósitos diseñar e implementar una lúdica o simulación de un sistema de producción multiproyecto con el método de producción tradicional y el método de producción de la teoría de restricciones (TOC), aplicado al programa de ingeniería industrial de la Universidad de Córdoba, y determinar el efecto de las herramientas lúdicas en el rendimiento académico de los alumnos sobre la temática ya mencionada. Para ello se empleó un cuasi experimento con preprueba, posprueba y grupo de control. La conclusión más relevante es el efecto positivo de la lúdica en el rendimiento académico, ya que este fue superior en el grupo experimental que en el de control.

Palabras clave

Metodología en ingeniería, métodos de producción-enseñanza secundaria, rendimiento académico.

Abstract

The purpose of this study is to design and implement a play activity which simulates a multi-project production system through both the traditional and the TOC production methods in order to manage multitasking environments in the Industrial Engineering Program at Cordoba University. The study also intends to determine the impact of play activity tools on students' academic performance concerning the topic stated above. A quasi-experimental design with pre-test, post-test and control group was used. The most important conclusion is that the tools mentioned have a positive effect on academic performance, since the experiment group performed better than the control group.

Key words

Engineering – Methodology, Production methods – Education, secondary, academic achievement.

Resumo

O presente estudo teve como propósitos desenhar e implementar uma lúdica ou simulação de um sistema de produção multiprojeto com o método de produção tradicional e o método de produção da teoria de restrições (TOC), aplicado ao programa de engenharia industrial da Universidade de Córdoba, e determinar o efeito das ferramentas lúdicas no rendimento acadêmico dos alunos sobre a temática já mencionada. Para isso empregou-se um quase experimento com prova prévia, prova posterior e grupo de controle. A conclusão mais relevante é o efeito positivo da lúdica no rendimento acadêmico, já que este foi superior no grupo experimental que no de controle.

Palavras chave

Metodologia em engenharia, métodos de produção-ensino secundário, rendimento acadêmico.

Introducción

La enseñanza tradicional de la ingeniería se ha basado en la clase donde el profesor expone al alumno un tema y este recoge información en forma de apuntes y, regularmente, utiliza libros. A veces se le ofrece un apoyo gráfico que visualiza de forma rápida durante la clase, sin que se evalúe. Las prácticas en laboratorios son utilizadas en algunos cursos; sin embargo, no dejan de ser limitadas y no sistematizadas para el desarrollo de competencias y habilidades ingenieriles.

En los últimos años, en la Universidad de Córdoba se ha puesto en marcha un sistema de aplicaciones e implementaciones de materiales didácticos que incluyen la enseñanza con la recreación de escenarios productivos u organizacionales y el uso de simulaciones o recreaciones llamadas lúdicas, donde los participantes asumen un rol específico y emplean materiales y herramientas determinadas que sirven de apoyo a la clase en las diversas áreas que se dictan en el programa. Se cree que tienen el potencial de hacer que el aprendizaje académico de diversos temas sea más centrado en el alumno, más fácil, más agradable, más interesante y, por lo tanto, más eficaz (Kafai, 2001; Malone, 1980; Prensky, 2001).

Por otro lado, en el ámbito de la educación lograr desplegar la creatividad y un conocimiento fácilmente aprehensible y adaptable de las diversas temáticas de aprendizaje es algo que hoy en día se considera permisible, debido a que se han elaborado y utilizado estrategias didácticas y herramientas atractivas que manifiestan ser efectivas para los propósitos educativos; pero que no han constituido el desplazamiento de los métodos tradicionales de enseñanza, sino que se establecen como instrumentos de apoyo.

De esta manera, se plantea que el juego se está convirtiendo en una nueva forma de contenido interactivo, digno de la exploración con fines de aprendizaje (Bouras *et al.*, 2004). Y en el mismo contexto, Dickey (2007) dice que los ambientes de aprendizaje interactivo permiten a los estudiantes construir acuerdos por medio de la interacción con la información, herramientas y materiales; así como mediante la colaboración con otros alumnos en el juego, puesto que los

juegos representan un rico despliegue visual y espacial estético que sacan los jugadores de los mundos de fantasía, que parecen muy reales en sus propios términos, emocionantes, asombrosos y placenteros (Poole, 2000). Así mismo, estimulan y motivan a los estudiantes por medio del entretenimiento, y esto es una parte del proceso natural de aprendizaje en el desarrollo humano (Bisson y Luckner, 1996).

De lo anterior, cabe decir que existe una gran sensibilidad sobre la necesidad de superar los métodos docentes tradicionales e introducir tecnologías nuevas en la enseñanza de la ingeniería, para conseguir una formación congruente con la demanda de la sociedad.

1. Marco teórico

1.1 El rendimiento académico

El rendimiento académico es el fruto de una verdadera constelación de factores derivados del sistema educativo, de la familia y del propio alumno como persona en evolución: un cociente sobresaliente no basta para asegurar el éxito, el rendimiento es un producto (González Fernández, 1975). La literatura sobre el tema muestra que gran parte de los estudios sobre rendimiento académico toman como indicadores las calificaciones escolares y las pruebas objetivas (Castejón, 1996). En este trabajo se optó por usar pruebas objetivas como indicador del rendimiento académico y, por lo tanto, del efecto que en este tienen las metodologías de enseñanza utilizadas en los distintos grupos experimentales.

1.2 Los juegos didácticos

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 sólo propicia la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades, sino que contribuye al logro de la motivación por las asignaturas (Argumedo y Castiblanco, 2008). Esto es 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; además, permite a los jugadores probar hipótesis y aprender de sus acciones (Oblinger, 2004).

Según Argumedo y Castiblanco (2008), los objetivos de los juegos didácticos en las instituciones educativas son:

- Enseñar a los estudiantes a tomar decisiones.
- Garantizar la posibilidad de adquirir una experiencia práctica del trabajo colectivo y el análisis de las actividades organizativas de los estudiantes.
- Contribuir a la asimilación de los conocimientos teóricos de las diferentes asignaturas.

Para los mismos autores, los principios básicos que rigen su estructura y aplicación son:

- La participación: es el principio básico que expresa la manifestación activa de las fuerzas físicas e intelectuales del jugador, en este caso el estudiante.
- El dinamismo: que expresa el significado y la influencia del factor tiempo en la actividad lúdica.
- El entretenimiento: que refleja las manifestaciones amenas e interesantes de la actividad lúdica, que ejercen un fuerte efecto emocional en el estudiante y puede ser uno de los motivos fundamentales que propicien su participación activa en el juego.
- El desempeño de roles: basado en la modelación lúdica de la actividad del estudiante y que refleja los fenómenos de la imitación y la improvisación.
- La competencia: que, basada en que la actividad lúdica, reporta resultados concretos y expresa los tipos fundamentales de motivaciones para participar de manera activa en el juego.

Han sido escasos los intentos de clasificar los juegos didácticos. Sin embargo, debido a la práctica de su estructuración y utilización, se pueden considerar tres clases de juegos:

- Para el desarrollo de habilidades.
- Para la consolidación de conocimientos.
- Para el fortalecimiento de los valores (competencias ciudadanas).

La selección adecuada depende de los objetivos y del contenido de la enseñanza, así como de la forma en que se determine organizar el proceso pedagógico. Por otro lado, la lúdica como parte fundamental de la dimensión humana no es una ciencia, ni una disciplina y, mucho menos, una nueva moda. La lúdica es, más bien, una actitud, una predisposición del ser frente a la vida, frente a la cotidianidad. Es una forma de estar en la vida y de relacionarse con ella en esos espacios cotidianos donde se produce disfrute y goce, acompañado de la distensión que producen actividades simbólicas e imaginarias como el juego. Al parecer, la ma-

yoría de los juegos son lúdicos, pero la lúdica no sólo se reduce a la pragmática del juego. Entender esto requiere apartarse de las teorías conductistas-positivistas, que para explicar el comportamiento lúdico sólo lo hacen desde lo didáctico, lo observable, lo mensurable.

1.3 El concepto de multitarea

La multitarea consiste en realizar diversas tareas al tiempo, sin importar que al hacerlo muchas de ellas queden sin terminar, lo cual da como resultado tiempos excesivos en la culminación de estas. En los métodos tradicionales, el enfoque de la solución ha consistido en resolver problemas de manera fraccionada, aislada, lo que a menudo ha motivado que los resultados no sean tan eficaces. Este enfoque clásico de la gestión de proyectos presenta desventajas como:

- No resuelve el problema de la limitación de recursos.
- No considera las causas e implicaciones de la variabilidad.
- No tiene en cuenta la influencia del comportamiento humano.
- No contempla la problemática específica de los entornos multiproyecto.

1.4 La teoría de restricciones

La teoría de restricciones (TOC, por su sigla en inglés) se trata de una filosofía administrativa popularizada por Goldratt (Argumedo y Castiblanco, 2008). Bajo la óptica de la TOC, cada compañía es vista como un sistema, con reconocimiento especial del papel fundamental que desempeñan las restricciones del sistema. Una restricción de un sistema es cualquier cosa que limite a un sistema a conseguir un mejor desempeño con relación a su meta; en realidad, cada sistema tiene muy pocas restricciones y, al mismo tiempo, debe tener al menos una restricción.

A diferencia del mecanismo multitarea, en este se realizan una o pocas tareas al tiempo o simultáneamente. El método de la cadena crítica parte del concepto de la cadena más larga, que considera tanto dependencias de tareas como de recursos, y se basa en el camino crítico, teniendo en cuenta, además, las limitaciones de recursos. La limitación del proyecto, su cuello de botella, será por lo tanto lo que pone el límite inferior a la duración. Toda reducción de plazo pasará forzosamente por una reducción de la cadena crítica, y eso supone, en términos de ejecución, una mejor gestión.

Otra de las características de la planificación de un proyecto gestionado de acuerdo con esta metodología es que las tareas deben ser despojadas individualmente de su protección, para concentrarlas en determinados puntos, conocidos

como *buffers*, con el fin de dotarlas de una mayor fortaleza a la hora de hacer frente a posibles desviaciones. Así, es necesaria una menor protección global (Steyn, 2000). Estos *buffers* serán diferentes en función de su objetivo, lo que determinará su ubicación. En concreto, se puede hablar de tres tipos de *buffers*:

- *Buffer* de proyecto: se ubica inmediatamente después de la última tarea del proyecto. Su objetivo es proteger el plazo del proyecto frente a las desviaciones que puedan producirse en actividades pertenecientes a la cadena crítica.
- *Buffer* de alimentación: tiene dos posibles ubicaciones: inmediatamente antes de cada tarea del camino crítico que vaya precedida de alguna(s) tarea(s) no crítica(s) o al final de un camino no crítico. Su objetivo es proteger la cadena crítica ante posibles desviaciones de actividades no críticas.
- *Buffer* de recurso: afecta aquellas actividades de la cadena crítica, pues se trata de una reserva de capacidad de las mismas para garantizar que el recurso estará disponible cuando la cadena crítica lo requiera.

2. Desarrollo de la investigación

2.1 Objetivos

El objetivo general es determinar, aplicando una lúdica o simulación diseñada, el efecto de las herramientas lúdicas como complemento a la clase magistral en el rendimiento académico de la temática relacionada con el método de producción tradicional y el método de producción TOC para manejar los entornos multitarea en los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial, de la Universidad de Córdoba. Específicamente se busca:

- Diseñar, documentar e implementar una lúdica que permita mostrar las características del método de producción tradicional y método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea.
- Evaluar la situación inicial de los grupos experimental y control en las variables objeto de la investigación.
- Determinar el rendimiento académico de los estudiantes en temáticas relacionadas con el método de producción tradicional y el método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea.
- Comparar el rendimiento académico de los estudiantes cuando se utiliza la clase magistral y cuando esta se apoya en la lúdica respecto a la temática del método de producción tradicional y el método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea.

2.2 *Tipo de estudio*

La investigación es de carácter cuasi experimental y correlacional (Hernández, 2004); se considera cuasi experimental, ya que los sujetos no se seleccionaron al azar, sino que se tomaron grupos intactos, y correlacional, debido que se intenta determinar el grado de relación existente entre el uso de unas herramientas de enseñanza-aprendizaje y el impacto que estas tienen en el rendimiento académico.

2.3 *Hipótesis*

La implementación de la lúdica como herramienta metodológica complementaria de la clase magistral mejora el rendimiento académico en los estudiantes sobre la temática relacionada con el método de producción tradicional y el método TOC para el manejo de los entornos multitarea.

2.4 *Variables*

- Variable dependiente: el rendimiento académico.
- Variable independiente: herramienta metodológica empleada. Clase magistral y clase magistral apoyada con lúdica.

2.5 *Diseño del experimento*

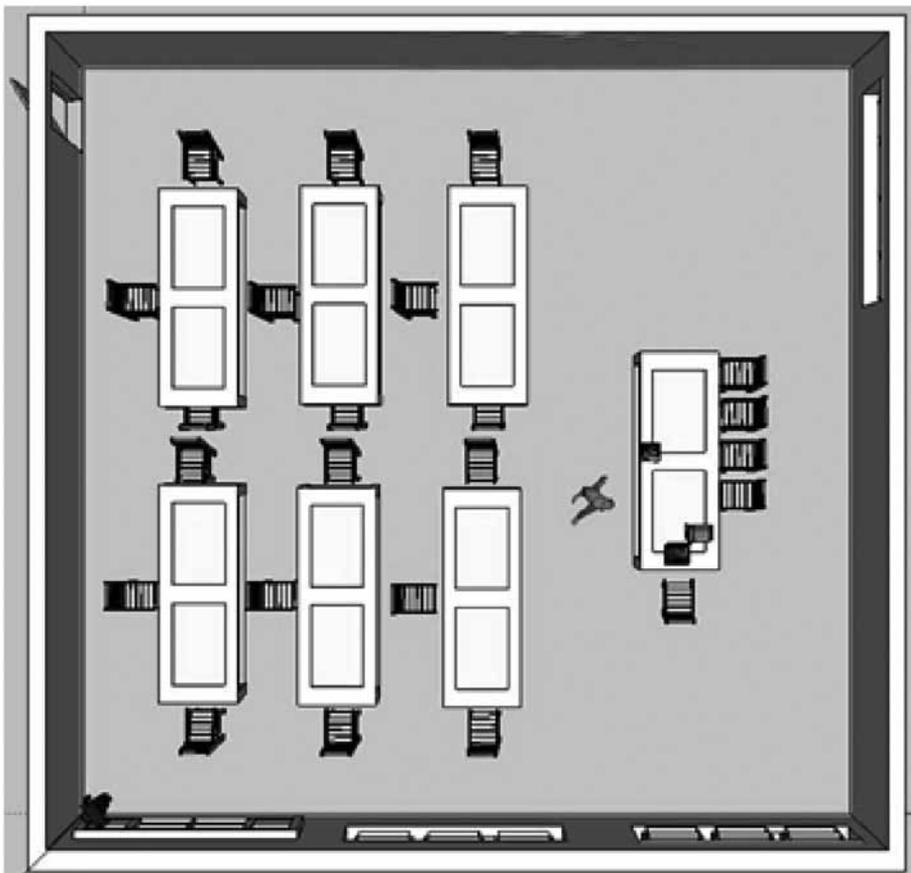
En este estudio se desarrolló un cuasi experimento, que siguió un diseño con preprueba, posprueba y grupo de control, con sujetos del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. Se trabajó con grupos intactos y se definió una variable independiente que iba a ser manipulada (metodología de enseñanza), y una dependiente, que fue medida mas no manipulada (rendimiento académico), y la medición del efecto que produce la variable independiente en la dependiente (efecto de la lúdica, como metodología de enseñanza sobre el rendimiento académico).

Este tipo de diseño se caracteriza por la peculiaridad de que los sujetos pertenecientes a los grupos experimental y control comparten una serie de características comunes. Para los propósitos de esta investigación, los sujetos de la muestra fueron estudiantes de primer semestre, debido a que estos presentan características similares y se necesitaban estudiantes sin mucho conocimiento previo respecto al tema de método de producción tradicional y método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea. La muestra estuvo conformada por 37 estudiantes.

2.6 *Material experimental*

La herramienta utilizada consistió en recrear un escenario que simule un entorno productivo real, que permite mostrar y comparar un sistema productivo con procesos multitarea y, así mismo, con procesos aplicados a la TOC, donde los estudiantes tienen un papel en el sistema productivo que les posibilita asimilar las características de cada uno de los métodos y ser capaces de identificar las ventajas de uno sobre el otro. Para la adecuada implementación de la lúdica se contó con un salón amplio donde se pudiera ubicar el mobiliario requerido para llevarla a cabo (Figura 1).

Figura 1. Configuración espacial de la factoría simulada



Fuente: presentación propia de los autores.

Se utilizaron 16 motos desarmables, cuatro destornilladores, dos cronómetros y papel adhesivo (Figura 2).

Figura 2. Materiales



Fuente: presentación propia de los autores.

Para llevar a cabo la explicación y desarrollo de la lúdica, se requieren:

- Cuatro participantes, uno para cada estación de la planta de producción.
- Un participante que registre el tiempo en cada actividad.
- Un participante que se encargue de la dirección y orientación de la lúdica.
- Un participante que realice las operaciones necesarias para determinar la rentabilidad de los métodos aplicados.

2.7 Desarrollo de la experiencia innovadora lúdica

La lúdica se puede construir en el proceso de ensamble de motos y el de una estación de línea de producción de motos. Para el primer proceso, el sistema tradicional apunta a la realización multiproyecto en un entorno multitarea, mientras el sistema TOC tiene un enfoque de tarea unitaria. Los pasos en el sistema tradicional son:

Paso 1: se ubicará una persona en cada uno de los cuatro talleres de la organización, quienes cumplirán las funciones de operarios; se designará el director y la persona encargada de registrar los datos.

Paso 2: se entregará una moto y un destornillador a cada operario. Se le explica a cada uno ellos que deben desarmar la moto completamente, repararla (retirar del interior un papel adhesivo) y armarla de nuevo.

Paso 3: cuando el director dé la orden, los operarios proceden a desarmar la moto; luego de esto la reparan para después armarla. Mientras esto sucede, el director periódicamente (cada 20 segundos) y aleatoriamente dará la orden a ciertos operarios para que se trasladen de un taller a otro, y así hasta que la moto sea reparada y armada de nuevo. Es aquí donde se evidencian las tareas incompletas.

Paso 4: se tomará el tiempo que los operarios tardaron en armar las cuatro motos con la aplicación de este método de producción tradicional, basado en los procesos multitarea.

Con el sistema TOC los pasos son similares al sistema tradicional. Los pasos 3 y 4 difieren así:

Paso 3: cuando el director dé la orden, los operarios proceden a desarmar la moto; luego la reparan para después armarla. A diferencia del sistema tradicional, el operario permanecerá en el taller asignado para su trabajo.

Paso 4: se tomará el tiempo que los operarios se tardaron en armar las cuatro motos con el método de producción basado en TOC, donde se dejan a un lado los procesos multitarea y se emplea un mecanismo de tarea unitaria o pocas tareas.

Al final del desarrollo de proceso se discutirá sobre los resultados obtenidos. Así mismo, se destacará la variación e influencia de indicadores, como el tiempo y gasto operativo en la producción, deducidos de la experiencia de los participantes, además de la teoría relacionada.

Para el segundo proceso, el sistema tradicional consiste en la producción a tasa personal, mientras el sistema TOC se basa en la producción mediante administración de proyectos.

Los pasos en el sistema tradicional son los siguientes:

Paso 1: se ubicará a una persona en cada una de las cuatro estaciones de trabajo, que cumplirán las funciones de operarios; se designará al director y a la persona encargada de registrar los datos.

Paso 2: se entregará la materia prima correspondiente a cada estación y se asignarán las funciones correspondientes, explicando cómo ubicar el material dado para la fabricación de la moto.

Paso 3: cuando el director genere la orden, los operarios inician la producción de motos durante dos minutos.

Paso 4: se determina la cantidad de motos fabricadas, el inventario en proceso y los costos. Aquí es donde se evidencia que los sistemas tradicionales no resuelven el problema de la limitación de recursos, no consideran las causas e implicaciones de la variabilidad y no contemplan la problemática específica de entornos multiproyecto.

Con el sistema TOC los pasos que se deben seguir son similares al sistema tradicional, aunque se presentan ciertos cambios en los pasos 2, 3 y 4, así:

Paso 2: se entregará la materia prima correspondiente a cada estación y se asignarán las funciones correspondientes, explicando cómo ubicar el material dado para la fabricación de la moto. También se definirá un *buffer* de proyecto de 30 segundos, como tiempo de plazo del proyecto; un *buffer* de alimentación, con tres unidades fijas entre la segunda y tercera estaciones para proteger el recurso cuello botella, y un *buffer* de recurso, con tres unidades fijas entre la tercera y cuarta estaciones con una unidad de cuerda, en caso de paros o daños en alguna estación.

Paso 3: cuando el director dé la orden, los operarios inician la producción de motos teniendo en cuenta que en esta parte sólo producirán a medida que haya una unidad de vacío en cada uno de los *buffers*, con un tiempo estimado de dos minutos. Cabe decir que la cantidad de unidades que se va a producir está determinada en un tiempo de 1:30 minutos, pues de esta manera se hará evidente la función del *buffer* de proyecto.

Paso 4: se determina la cantidad de motos fabricadas, el inventario en proceso y los costos. Aquí es donde se evidencia que el método de la cadena crítica ofrecido por TOC para la administración de proyectos resuelve el problema de la limitación de recursos, considera las causas e implicaciones de la variabilidad y contempla la problemática específica de entornos multiproyecto.

De igual forma al proceso anterior, al final del desarrollo de este sistema se discutirá sobre los resultados obtenidos. Así mismo, se destacará la variación e influencia de indicadores como el tiempo y gasto operativo en la producción, deducidos de la experiencia de los participantes, además de la teoría relacionada.

2.8 Procedimiento experimental

Para aplicar este experimento se puso a disposición de la investigación un grupo de 40 estudiantes a los que inicialmente se les aplicó una preprueba, con el fin de determinar la equivalencia del grupo en el conocimiento de la temática; luego, dicho grupo recibió una clase magistral, en la cual fueron explicados los

conceptos relacionados con el método de producción tradicional y el método de producción TOC para el manejo de los entornos multitarea. Posteriormente, la mitad del grupo fue trasladada a otro salón y al grupo restante dentro del aula, se les aplicó el tratamiento, es decir, se complementó su clase con la implementación de una lúdica. Finalmente se aplicaron las pospruebas a ambos grupos con el fin de determinar el impacto que tiene la utilización de la lúdica en el rendimiento académico. El diseño experimental se esquematiza en la Tabla 1.

Tabla 1. Convenciones del diseño experimental

| Grupo | Preprueba | Tratamiento | Posprueba |
|--------------|----------------|--------------------------|----------------|
| Experimental | R ₁ | Lúdica + Clase magistral | R ₂ |
| Control | R ₃ | Clase magistral | R ₄ |

Fuente: presentación propia de los autores.

2.9 Medición de los resultados

Con la finalidad de determinar el efecto de la lúdica en el rendimiento académico se utilizaron dos pruebas aplicadas, previa y posterior al tratamiento (preprueba y posprueba), que incluían temáticas relacionadas con la cadena crítica. Cada pre y posprueba se dividió en dos partes, con diez preguntas de selección múltiple con única respuesta cada una.

La validez del constructo se garantizó a través de la revisión por parte de expertos en la TOC, pertenecientes al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba, de los instrumentos de medición en cuanto a su estructura y su contenido. En el cálculo de la confiabilidad se utilizó el método de mitades partidas (*split-halves*) (Hernández, 2004), para lo cual se realizó en la preprueba una prueba de hipótesis no paramétrica (Tabla 2).

Para determinar si los datos eran normales se utilizó una prueba de Shapiro-Wilk, que arrojó valores de $W = 0,9437$, $p\text{-value} = 0,1144$ con $\alpha = 0,05$. Esto indica que no se rechaza la hipótesis de que los datos se distribuyen normalmente. Se empleó también la prueba de Wilcoxon para datos pareados con los valores de $V = 14,5$ y $p\text{-value} = 0,1985$. Este resultado muestra que como el $p\text{-value} = 0,1985 > \alpha = 0,05$, no existen diferencias significativas entre las medianas del conjunto de datos A y B. En el caso de la posprueba los resultados fueron los que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. Datos de la prueba piloto de la preprueba

| Calificación preprueba | |
|------------------------|---------|
| Parte A | Parte B |
| 2,5 | 1,5 |
| 1,5 | 1,5 |
| 2,0 | 2,0 |
| 0,5 | 2,5 |
| 1,5 | 2,0 |
| 2,5 | 1,5 |
| 1,0 | 2,0 |
| 1,0 | 2,5 |
| 2,5 | 2,5 |
| 2,5 | 3,0 |
| 1,5 | 1,5 |
| 1,0 | 3,5 |
| 1,0 | 1,5 |
| 2,0 | 2,0 |
| 1,5 | 1,0 |

Fuente: presentación propia de los autores.

Tabla 3. Datos de la prueba piloto de la posprueba

| Calificación posprueba | |
|------------------------|---------|
| Parte A | Parte B |
| 2,5 | 2,5 |
| 2,5 | 2,0 |
| 1,5 | 2,0 |
| 3,5 | 1,5 |
| 3,5 | 1,5 |
| 0,5 | 2,5 |
| 2,5 | 1,0 |
| 3,5 | 0,5 |
| 3,0 | 2,5 |
| 3,5 | 2,5 |
| 1,5 | 2,5 |
| 2,0 | 2,5 |
| 2,5 | 1,5 |
| 2,5 | 2,0 |
| 3,5 | 2,0 |

Fuente: presentación propia de los autores.

Los resultados de la prueba de Shapiro-Wilk fueron $W = 0,9204$, $p\text{-value} = 0,02751$, con $\alpha = 0,05$. Con ello los datos no son normales. Por otra parte, la prueba de Wilcoxon para datos pareados arrojó los resultados de $V = 80$ y $p\text{-value} = 0,08778 > \alpha = 0,05$, con lo cual no existen diferencias significativas entre las medianas del conjunto de datos A y B.

3. Análisis estadístico

Para determinar el efecto que la lúdica como herramienta metodológica complementaria tiene en el rendimiento, se controló la variable *conocimientos previos*, que se refiere a los conocimientos relacionados con la temática de estudio que tiene cada estudiante antes de empezar la clase magistral. Se parte del supuesto de que los estudiantes no presentan ningún conocimiento sobre la cadena crítica, de lo que resulta un aprendizaje posterior, lo que justifica controlar esta variable. Inicialmente se indagó si los conocimientos que tienen los estudiantes de los dos grupos antes de empezar la asignatura eran similares, es decir, que ninguno de los grupos parte de una situación de ventaja o desventaja respecto al otro. Para responder a esta cuestión se realizó una prueba de hipótesis a los datos recogidos aplicando la preprueba.

Los datos correspondientes a la variable *rendimiento de los estudiantes* se obtuvieron luego de aplicar la posprueba a los estudiantes del grupo experimental y del grupo de control después del tratamiento experimental. Con ellos se realizó una prueba de hipótesis, para verificar si existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los dos grupos.

4. Resultados

4.1 Hipótesis general establecida

La hipótesis general establecida de que la utilización de la lúdica, como apoyo de la clase magistral, mejora el rendimiento académico de los estudiantes se puede expresar como:

$$H_0: \mu_{R2} = \mu_{R4}$$

$$H_1: \mu_{R2} \neq \mu_{R4}$$

Donde:

μ_{R2} : promedio del rendimiento académico en la posprueba del grupo experimental.

μ_{R4} : promedio del rendimiento académico en la posprueba del grupo de control.

Los datos de la posprueba se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Datos posprueba

| Número | R2 | R4 |
|----------|------|------|
| 1 | 1,75 | 2,75 |
| 2 | 3,25 | 2,00 |
| 3 | 2,50 | 2,00 |
| 4 | 2,75 | 2,25 |
| 5 | 2,75 | 3,00 |
| 6 | 2,50 | 2,25 |
| 7 | 2,75 | 1,00 |
| 8 | 2,25 | 2,75 |
| 9 | 1,75 | 2,25 |
| 10 | 3,25 | 1,00 |
| 11 | 2,75 | 2,00 |
| 12 | 2,75 | 2,50 |
| 13 | 3,25 | 1,50 |
| 14 | 3,00 | 1,25 |
| 15 | 3,75 | 2,50 |
| 16 | 2,00 | 1,50 |
| 17 | 2,75 | 3,25 |
| 18 | 3,50 | 1,25 |
| Promedio | 2,74 | 2,06 |
| Mediana | 2,75 | 2,13 |

Fuente: presentación propia de los autores.

El resultado de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk del grupo experimental y del grupo de control fueron, respectivamente, $W = 0,9538$, $p\text{-value} = 0,4873 > \alpha = 0,05$ y $W = 0,951$, $p\text{-value} = 0,4417 > \alpha = 0,05$, con lo cual en ambos casos los datos son normales.

La prueba T de Student (R2,R4) con $p\text{-value} = 0,002535$ muestra que existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los dos grupos, con lo cual se puede decir que la aplicación de la clase magistral apoyada con lúdica sí mejora el rendimiento académico de los estudiantes.

Supuesto 1: hubo un aprendizaje significativo en los todos los estudiantes sujetos de estudio.

R5: rendimiento académico de todos los estudiantes en la preprueba.

R6: rendimiento académico de todos los estudiantes en la posprueba.

$$H_0: \mu_{R5} = \mu_{R6}$$

$$H_1: \mu_{R5} \neq \mu_{R6}$$

Los resultados de la prueba de normalidad para R5 y R6 son respectivamente de $W = 0,9519$, $p\text{-value} = 0,1112 > \alpha = 0,05$ y $W = 0,9637$, $p\text{-value} = 0,2636 > \alpha = 0,05$, con lo cual en ambos casos los datos son normales.

Los resultados de la prueba T de Student (X,Y) pareados fueron a su vez:

$$p\text{-value} = 1,334e-08$$

$$Me(R5) = 1,472973$$

$$Me(R6) = 2,412162$$

Esto muestra que existen diferencias significativas entre los promedios del conjunto de datos R5 y R6, con lo cual se puede concluir que hubo un aprendizaje en los estudiantes sin importar la estrategia pedagógica utilizada.

Supuesto 2: hubo aprendizaje en el grupo de estudiantes que recibió la información en la clase magistral.

$$H_0: \mu_{R3} = \mu_{R4}$$

$$H_1: \mu_{R3} \neq \mu_{R4}$$

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk fueron respectivamente $W = 0,9311$, $p\text{-value} = 0,1815 > \alpha = 0,05$ y $W = 0,9481$, $p\text{-value} = 0,3662 > \alpha = 0,05$, con lo cual en ambos casos los datos son normales.

El resultado de la prueba T de student (X,Y) pareado fue a su vez de $p\text{-value} = 0,001596$, con lo cual se puede concluir que hubo un aprendizaje con la clase magistral en los estudiantes.

Supuesto 3: hubo un aprendizaje con clase magistral apoyada en la implementación de lúdica.

$$H_0: \mu_{R1} = \mu_{R2}$$

$$H_1: \mu_{R1} \neq \mu_{R2}$$

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para R1 y R2 fueron, respectivamente, $W = 0,9255$, $p\text{-value} = 0,1621 > \alpha = 0,05$ y $W = 0,951$, $p\text{-value} = 0,4417 > \alpha = 0,05$, con lo cual los datos son normales.

El resultado de la prueba T de Student (X,Y) pareado fue a su vez de $p\text{-value} = 8,204e-07$. Este resultado muestra que existen diferencias significativas entre los promedios de los conjuntos de datos R1 y R2, por lo cual se puede concluir que hubo un aprendizaje con la clase magistral apoyada en la implementación de lúdica en los estudiantes.

Supuesto 4: no existen diferencias significativas en el rendimiento académico de los grupos en la preprueba.

$$H_0: \mu_{R1} = \mu_{R3}$$

$$H_1: \mu_{R1} \neq \mu_{R3}$$

Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para R1 y R3 fueron, respectivamente, $W = 0,9255$, $p\text{-value} = 0,1621 > \alpha = 0,05$ y $W = 0,9402$, $p\text{-value} = 0,2916 > \alpha = 0,05$, con lo cual los datos en ambos casos son normales.

El resultado de la prueba T de Student (X,Y) fue a su vez de $p\text{-value} = 0,2508$. Se puede concluir que durante la preprueba los grupos de estudiantes no muestran diferencias significativas respecto a su conocimiento del tema de análisis.

5. Conclusiones

Los resultados expuestos permiten concluir que el uso de la lúdica como apoyo a la clase magistral tradicional tuvo una influencia positiva en la mejora del rendimiento académico. Con este experimento se pudo observar que la lúdica es una herramienta que permite reforzar la clase magistral tradicional en la formación de estudiantes de Ingeniería Industrial en los temas relacionados con los métodos de producción.

Los resultados encontrados pueden ser explicados mediante lo que Oblinger (2004) plantea y se observó en el desempeño del grupo experimental: el escenario que crea la lúdica brinda una gran versatilidad para el entrenamiento de los estudiantes y permite probar hipótesis y aprender de sus acciones. De igual manera, la lúdica permite crear espacios de aprendizaje emocionantes y dinámicos (Poole, 2000), lo que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Agradecimientos

Para los autores es muy importante resaltar los aportes que los profesores del Departamento de Ingeniería Industrial, Heidy Echeverry y Luis Mercado, hicieron para la ejecución de este proyecto. De igual manera, agradecen el apoyo de los estudiantes Lina Acosta Avena, Maura Cogollo Vásquez, Jorge Durango Borja, Jenniffer Escudero Perdomo y la profesora Juana Robles, adscritos al Departamento de Estadística, que contribuyeron a la culminación exitosa de este trabajo.

Referencias

- ARGUMEDO GÓMEZ, D. y CASTIBLANCO RUIZ, Y. *Diseño e implementación de una lúdica para analizar procesos de toma de decisiones basados en contabilidad del tróput, mediante escenarios simulados de un sistema productivo en el Laboratorio de Ingeniería Aplicada de la Universidad de Córdoba. Montería, Colombia, 2008.* [Trabajo de grado]. Montería: Universidad de Córdoba, 2008.
- BISSON, C. y LUCKNER, J. Computer games: Increase learning in an interactive multidisciplinary environment. *Journal of Educational Technology Systems*, 1996, vol. 24, núm. 2, pp. 195-205.
- BOURAS, V. *et al.* Juego basado en el aprendizaje utilizando las tecnologías web. *Diario de Inteligente y Juegos Simulación*, 2004, vol. 3, núm. 2, pp. 67-84.
- CASTEJÓN, J. L. *Determinantes del rendimiento académico de los estudiantes y de los centros educativos: modelos y factores.* Alicante: Editorial Club Universitario, 1996.
- DICKEY, D. M. 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*, 2007, vol. 55, núm. 3, pp. 253-273.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, D. Procesos inexplicables. *Revista Aula Abierta*, 1975, vol. 11, p. 12.
- HERNÁNDEZ, S. *et al.* *Metodología de la investigación.* 3a. ed. México: McGraw-Hill, 2004.
- KAFAI, Y. *The educational potential of electronic games: From games-to-teach to games-to-learn* [documento en línea]. Chicago: University of Chicago, 2001. <<http://culturalpolicy.uchicago.edu/conf2001/papers/kafai.html>> [Consulta: 27-08-07].
- MALONE, T. What makes things fun to learn?: heuristics for designing instructional computer games. *Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the 1st SIGPC Symposium*, Palo Alto, California, United States, 1980, pp. 162-169.
- OBLINGER, D. The next generation of educational engagement. *Journal of Interactive Media in Education*, 2004, vol. 8, pp. 1-18.
- POOLE, S. *Trigger happy, videogames and the entertainment revolution.* New York: Arcade Publishing, 2000.
- PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants [documento en línea]. *On the Horizon*, October 2001, vol. 9, núm. 5. <<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>> [Consulta: 14-04-2010].
- RÍSQUEZ, G.; FUENMAYOR, E. y PEREIRA, B. *Metodología de la educación: manual teórico práctico.* Maracaibo: s. e., 1999.
- STEYN, H. An investigation into the fundamentals of the Critical Chain Project Scheduling. *International Journal of Project Management*, 2001, vol. 19, núm 6, pp. 363-369.

