

## **Ddi Tool: Un juego serio para el desarrollo de las competencias de los estudiantes de grado y postgrado en el entorno de la Dirección de Operaciones**

### **Ddi Tool: A serious game for the development of competences of graduate and postgraduate students in the Operations Management environment**

**F. Javier Ramírez<sup>a</sup> y Pedro Manuel García-Villaverde<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> School of Industrial Engineering, Department of Business Administration, University of Castilla-La Mancha, Albacete, Spain ([franciscoj.ramirez@uclm.es](mailto:franciscoj.ramirez@uclm.es)) and <sup>b</sup> Faculty of Labour Relations and Human Resources, Department of Business Administration, University of Castilla-La Mancha, Albacete, Spain ([Pedro.GVillaverde@uclm.es](mailto:Pedro.GVillaverde@uclm.es))

Recibido: 2017-01-17 Aceptado: 2017-05-10

---

#### **Abstract**

*A serious game known as Ddi Tool is presented by the authors to improve the competences on Operations Management of graduate and postgraduate students. The game is applied to the resolution of multistage industrial processes allowing to have a global vision of the manufacturing process and combining the students' skills on operations management research and learning. The tool allows also to perform an economic evaluation of the whole process by means of the process costs analysis and improving this cost as function of the main process variables and parameters: raw material, workforce, energy consumption, etc. The game has been generated using Java language with a user-friendly interface for a quick comprehension by the student during the practical classroom. In this manner, the tool allows developing competencies to students applying and developing scientific, technological, mathematical, economical and sustainable knowledge.*

**Keywords:** *learning; serious game; operations management; economic analysis.*

---

#### **Objetivo**

Los procesos industriales multietapa del tipo deformación plástica y similares, tienen una gran relevancia en la industria actual y, por lo tanto, constituyen un importante elemento en los estudios de ingeniería y, particularmente, en la Dirección de Operaciones. Las necesidades actuales de la industria conllevan una adaptación de todos los recursos disponibles para reducir en la medida de lo posible el time-to-market y los costes de producción, todo ello en un marco sostenible y de preservación del medio ambiente. Por lo tanto, los currículos de los estudios de educación superior, particularmente de ingeniería y operaciones, deben promover la utilización de herramientas que permitan a los estudiantes desarrollar sus competencias y habilidades mediante la generación de entornos sostenibles que combinen simultáneamente su conocimiento científico, tecnológico, matemático y económico.

Latchman y otros (1999) fueron de los primeros en identificar las posibilidades que tienen las aplicaciones virtuales en la educación. Además, la literatura muestra diferentes trabajos de investigación sobre el desarrollo de herramientas específicas para la utilización en la educación superior, por ejemplo el trabajo de Canesin y otros (2010) sobre el desarrollo de una herramienta de simulación aplicada a cursos de formación sobre energía eléctrica. También Kusiak (2000) utiliza herramientas de modelado aplicando métodos computacionales en el entorno empresarial, o Prince y otros (2007) defienden que debe haber más sinergias entre investigación y docencia, y que la docencia en ingeniería requiere ser mejorada mediante la creación de plataformas que mejoren su interrelación. En el trabajo de O'Sullivan y otros (2011) se identifica la necesidad de incorporar este tipo de herramientas en los currículos de los estudios superiores, como en el de Mears y otros (2011) sobre estudios superiores aplicados a la ingeniería del automóvil, concluyendo que es necesario incorporar conceptos inteligentes en la enseñanza.

El concepto de *Serious Game* (Wouters, y otros, 2011; Kerga, y otros, 2014) se refiere a la creación de entornos virtuales de aprendizaje basados en la gamificación. Este tipo de entornos de aprendizaje permiten al alumno adquirir conocimientos en función de la exploración y explotación del juego (Thibault, y otros, 2008). Este tipo de herramientas ayudan a motivar al alumno, además de complementar la formación que el estudiante recibe (Barragán, y otros, 2015).

El juego serio diseñado por los autores es una herramienta informática aplicada al diseño y optimización económica de procesos industriales multietapa que aplica los principios científicos de la teoría de deformación plástica, además de incorporar un modelo económico de análisis de costes, y un análisis de sensibilidad de las principales variables. La aplicación ofrece al usuario un interfaz sencillo y amigable que le permite interactuar de una manera muy activa con el juego, permitiéndole obtener diferentes resultados en función de la modificación de las condiciones de contorno y de proceso que el propio usuario tome en consideración. De esta manera, la aplicación se convierte en un juego de toma de decisiones y, en función de esas decisiones tomadas, se obtienen los diferentes resultados. Por ejemplo, el usuario selecciona el tipo de material a utilizar en la simulación, el proceso que mejor solución obtiene desde una perspectiva tecnológica, la optimización del proceso en tiempo y coste, la elección de las herramientas necesarias y la evaluación de costes en función de los materiales, la mano de obra y el coste de la energía.

Como objetivos más importantes de la aplicación, podríamos destacar los siguientes:

- Aplicar los conocimientos adquiridos sobre diseño de procesos de deformación plástica multietapa y dirección de operaciones.
- Definir y analizar, desde una perspectiva práctica, la interrelación entre ciencia, tecnología, economía y sostenibilidad, todo ello aplicado a un entorno virtual, simulando un proceso industrial real.

Las competencias que los estudiantes adquieren con la utilización de esta aplicación informática son las siguientes:

- Integrar el conocimiento sobre materiales, procesos de producción, tiempos de fabricación y análisis de costes. Conforme a las dimensiones y características de la pieza a obtener, los estudiantes definen, diseñan y toman decisiones utilizando los métodos más eficientes hasta llegar a la solución optimizada, todo ello mediante el uso de información de tipo científico, tecnológico, matemático y económica que la aplicación les suministra en la medida en la que van completando las sucesivas etapas del juego.

- Aprendizaje mediante la utilización de algoritmos matemáticos de optimización del tiempo y coste del proceso. Los estudiantes pueden modificar las diferentes variables de entrada en los algoritmos de cálculo para optimizar el proceso.
- Familiarizar a los estudiantes con el desarrollo tecnológico y empresarial, permitiéndoles tomar decisiones sobre los parámetros de los equipos de fabricación como si se tratase de un proceso real.
- Asimilar principios de sostenibilidad, especialmente los relativos al uso eficiente de materiales y de la energía.
- Entender la importancia de la fabricación inteligente en la industria. Los estudiantes pueden aprender sobre la importancia de la planificación de procesos y simulación antes de implementar el proceso real en la industria.

El juego está destinado a estudiantes de ingeniería y de dirección de operaciones, dado que es necesario tener conocimientos básicos de materiales, procesos de fabricación y costes, además de conocer los principios fundamentales de la deformación plástica.

La herramienta además permite establecer interacciones con el usuario, de tal manera que este participa de una manera activa, a modo de juego. El usuario selecciona los datos de entrada de los parámetros más importantes que son necesarios para definir el proceso: geometría final de la pieza a obtener, eficiencia de los procesos, velocidades de actuación de la maquinaria, selección de utillajes, coste de los materiales y de la mano de obra, coste de la electricidad, etc.

Las decisiones que el usuario toma a lo largo del juego son asumidas en el entorno de diferentes tipos de conocimiento: científico -en lo que se refiere a las decisiones que toma sobre el proceso de fabricación y las características de los materiales-, tecnológico -en lo relativo a la selección de parámetros de funcionamiento de la maquinaria-, matemático -en la utilización de algoritmos de optimización- y económico -en lo relativo al análisis de costes de materiales, procesos y consumo energético-. Además, los aspectos relacionados con la sostenibilidad están asociados con la utilización eficiente de la energía a lo largo del proceso.

## Referencias

- Barragán, A. J., Y. Ceada, J.M. Andújar, E. Irigoyen, y F. Artaza, F. (2015). “Una propuesta para la motivación del alumnado de ingeniería mediante técnicas de gamificación.” Actas de las XXXVI Jornadas de Automática, Bilbao. Comité Español de Automática de la IFAC (CEA-IFAC).
- Canesin, C.A.; Gonçalves, F.A.S. & Sampaio, L.P. (2010). Simulation Tools for Power Electronics Courses Based on Java Technologies. *IEEE Transactions Education*, 53(4), 580-586.
- Kerga, E., M. Rossi, M. Taisch, and S. Terzi (2014). “A serious game for introducing set-based concurrent engineering in industrial practices”. *Concurrent Engineering: Research and Applications*, 22(4): 333-346.
- Kusiak, A. (2000). *Computational Intelligence in Design and Manufacturing*. John Wiley: New York.
- Latchman, H.A.; Salzman, C.; Gillet, D. & Bouzekri, H. (1999). Information technology enhanced learning in distance and conventional education. *IEEE Transactions Education*, 42(4), 247–254.
- Mears, L., Omar, M., & Kurfess, T. R. (2011). Automotive engineering curriculum development: case study for Clemson University. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 22(5), 693-708.

- Prince, M.J.; Felder, R.M. & Brent, R. (2007). Does Faculty Research Improve Undergraduate Teaching? An Analysis of Existing and Potential Synergies. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 283-294.
- O’Sullivan, D., Rolstadås, A., & Filos, E. (2011). Global education in manufacturing strategy. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 22(5), 663-674.
- Thibault, C., J.C. Marty, and J.M. Heraud (2008). “Teaching with game-based learning management systems: Exploring a pedagogical dungeon.” *Simulation Gaming*, OnlineFirst, published as doi:10.1177/1046878108319580.
- Wouters, P., E.D. van der Spek, and H. Oostendorp (2011). “Measuring learning in serious games: a case study with structural assessment.” *Educational Technology Research and Development* 59(6): 741–763.