



LA GAMIFICACIÓN COMO HERRAMIENTA PARA EL ACERCAMIENTO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA INDUSTRIAL A LAS CELDAS DE MANUFACTURA FLEXIBLE

María Elena Bernal Loaiza, Germán Cock Sarmiento, Laura Tatiana Ocampo Ocampo, Sebastián Blandón Londoño

**Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia**

Resumen

A partir de la necesidad de dar a conocer el laboratorio celda de manufactura flexible de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Tecnológica de Pereira, se desarrolló un juego con el cual los estudiantes pueden identificar los elementos, partes y componentes del laboratorio y las funciones de cada uno de ellos. El laboratorio es parte esencial para apoyar procesos de enseñanza-aprendizaje en las asignaturas del programa de Ingeniería Industrial, específicamente en el área de producción, debido a que cuenta con elementos relacionados con tecnología de las tercera y cuarta revoluciones industriales tales como impresoras 3D, máquina CNC, almacén vertical, banda transportadora, cámara de control de calidad, estación de apoyo para operaciones manuales y dos brazos robóticos.

En el proceso tradicional para la presentación del laboratorio, un monitor asignado tiene una sesión con los estudiantes - la cual es agendada por el docente de la asignatura -, donde se relacionan los componentes y elementos del laboratorio con el contexto empresarial. Para complementar este proceso, se identificó como oportunidad de mejora el optar por el uso de un método de enseñanza alternativo, aplicando la gamificación para la creación de un juego de tipo visual.

En este marco se propone una metodología que consiste en entregar una pieza a cada estudiante, donde por una cara se ilustra el dibujo de un componente de la celda y al respaldo presenta un concepto que define la función de dicho componente y, adicionalmente, una pista o vínculo para ubicar partes adyacentes, hasta llegar así al armado final del rompecabezas.

Entre los resultados de aprendizaje de la nueva metodología se tienen el fortalecimiento de habilidades blandas como el trabajo en equipo, sinergia y comunicación, el aumento de la motivación a tomar un rol activo en el aprendizaje colaborativo y el afianzamiento de habilidades de la ubicación espacial de elementos según un escenario definido.

Palabras clave: gamificación; rompecabezas; laboratorio para educación; celda de manufactura flexible

Abstract

The need to make known the flexible manufacturing cell laboratory of the Faculty of Business Sciences of the Technological University of Pereira led to the development of a game through which the students can identify the elements, parts and components of the laboratory, and the functions of each one of them. The laboratory is an essential part to support teaching-learning processes in the subjects of the Industrial Engineering degree program, specifically in the area of production, because it has elements related to technology of the third and fourth industrial revolutions such as 3D printers, CNC machine, vertical warehouse, conveyor belt, quality control camera, support station for manual operations, and two robotic arms.

In the traditional process for the presentation of the laboratory, a monitor has a session with the students - which is scheduled by the teacher of the subject - where the components and elements of the laboratory are related to the business context. To complement this process, it was identified as an opportunity for improvement, opting for the use of an alternative teaching method, applying gamification for the creation of a visual game.

Within this framework, a methodology is proposed that consists of giving a piece to each student, where on one side a drawing of a component of the cell is illustrated and on the back, there is a concept that defines the function of that component and, additionally, a clue or link to locate adjacent parts, until the final assembly of the puzzle is completed.

The learning results of the new methodology include the strengthening of soft skills such as teamwork, synergy and communication, increased motivation to take an active role in collaborative learning, and the reinforcement of skills such as the spatial location of elements according to a defined scenario.

Keywords: gamification, puzzle, laboratory for education, flexible manufacturing cell

1. Introducción

El juego ha sido considerado desde la didáctica un estimulador de conocimiento y cualidades en los niños y las niñas como: la creatividad, la imaginación, la iniciativa, la reflexión, entre otros (Minerva, 2002, pp. 289–296). El juego está tomando gran auge en los procesos de enseñanza-



Durante ese proceso de identificación, los estudiantes adquieren conocimiento principalmente sobre el funcionamiento y medidas de seguridad para la correcta operación de los equipos. Tradicionalmente este proceso ha sido conducido a través de una charla magistral, donde los estudiantes asumen un rol mayoritariamente pasivo.

Dados los beneficios latentes de la gamificación y a partir de la retroalimentación de docentes y estudiantes, se despertó el interés de crear un juego que permitiera mejorar ese acercamiento inicial, en función de que los estudiantes como principal actor en el proceso de aprendizaje tomen un rol más activo con el apoyo de herramientas constructivistas. En este trabajo, los investigadores propusieron el diseño de un rompecabezas del laboratorio, cuyas características y uso son descritos en el presente documento.

Teniendo en cuenta las condiciones de la virtualidad por el Covid-19, los integrantes de la propuesta experimentaron el juego permitiendo el razonamiento y la creatividad que facilitaron establecer un conjunto de ideas con las que se logró el diseño de la actividad. Además de un rompecabezas, el juego consiste en imágenes acompañadas con información de las herramientas del laboratorio.

Para determinar los referentes teóricos de la gamificación fue realizada una búsqueda bibliográfica utilizando el software estadístico R y RStudio junto al paquete Bibliometrix (Aria & Cuccurullo, 2017, pp. 959–975) usando como palabras clave “gamification, engineering, education, student y engineering education”. De esta búsqueda se obtuvieron 34 documentos de 25 fuentes, resaltando como autores más citados a DETERDING S, HAMARI J, DOMINGUEZ A, BARATA G, DE MARCOS L, ZICHERMANN G, DICHEVA D, LANDERS RN, RYAN RM, y HAKULINEN L.

2. Materiales y métodos

Como referencia para el desarrollo de la actividad de gamificación se utilizó la matriz de componentes de gamificación (Ortiz-Colón et al., 2018, pp. 1–17) la cual identifica 3 elementos de análisis a saber :

2.1 Dinámica

Se refiere al concepto a desarrollar a través del juego en este caso la situación inicial que planteamos fue la difusión del laboratorio de Manufactura Flexible de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Tecnológica de Pereira, que tradicionalmente se ha realizado a través de una visita al laboratorio, donde un monitor socializa los componentes de la celda y sus funciones.

Para despertar el interés de los estudiantes se diseñó un rompecabezas a partir de una imagen del laboratorio, que permita realizar la actividad en el salón de clase.



2.2 Mecánica

Hace referencia al conjunto de logros, estrategias y desafíos establecidos en el juego. En nuestro laboratorio el desafío consistió en armar el rompecabezas con un tiempo límite. A continuación, se describen las fases.

Fase 1

1. Se conforman grupos de dos o tres estudiantes
2. Los grupos reciben el rompecabezas desarmado (120 piezas). Cada ficha en la parte posterior tiene asociado un código que corresponde a una fila o columna del plano del rompecabezas, el cual se encuentra dividido en cuatro regiones de la siguiente manera: (A - B - C - D - E - F - G - H) identifica las filas de la primera zona, (6 - 7 - 8 - 9 - 10) corresponde a las columnas de la región dos; la siguiente área cuenta con información completa tanto de filas y columnas correspondientes a los códigos de la A11 - D15. Por último, se cuenta con una zona que abarca los espacios de los códigos entre E11 - H15, estas piezas están marcadas con la letra X. Observar figura 2 y tabla 1.
3. Los grupos cuentan con un plazo máximo de 30 minutos para armarlo.
4. Existe un grupo de control que no recibe las fichas marcadas con los códigos, ellos recibieron una foto del rompecabezas, que sirve como plantilla base para el armado. Observar figura 3.
5. Se entrega un formato, donde deben registrar los tiempos de armado y estrategias utilizadas.

Figura 2

Rompecabezas armado



Fuente: Elaboración propia

Figura 3
Rompecabezas desarmado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1
Codificación de las piezas del rompecabezas

A	A	A	A	A	6	7	8	9	10	A11	A12	A13	A14	A15
B	B	B	B	B	6	7	8	9	10	B11	B12	B13	B14	B15
C	C	C	C	C	6	7	8	9	10	C11	C12	C13	C14	C15
D	D	D	D	D	6	7	8	9	10	D11	D12	D13	D14	D15
E	E	E	E	E	6	7	8	9	10	X	X	X	X	X
F	F	F	F	F	6	7	8	9	10	X	X	X	X	X
G	G	G	G	G	6	7	8	9	10	X	X	X	X	X
H	H	H	H	H	6	7	8	9	10	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia.

Fase 2

1. Cuando los grupos terminan de armar el rompecabezas, a cada grupo se le hace entrega de diferentes fotos que corresponden a una de las partes del laboratorio de la celda.
2. Sobre la mesa existen tips con las funciones y características de las partes del laboratorio de la celda.
3. Cada grupo según la foto asignada debe buscar el tip correspondiente.
4. El tutor o guía procederá a socializar las partes de la celda e invita a los grupos para que socialicen los tips.



5. Se realiza una retroalimentación de las dos fases.
6. Los participantes generarán ideas para crear otras herramientas o proponer modificaciones al juego actual.

2.3 Componentes

Este ítem abarca el conjunto de recursos físicos y ayudas utilizadas para el desarrollo del juego. Para el rompecabezas los componentes serían las fichas identificadas con su respectivo código alfanumérico y una foto auxiliar del laboratorio.

En este desarrollo se define un grupo de control que no va a tener las fichas marcadas con el código que ayuda a su localización, para comparar los tiempos de armado con los demás grupos que sí tienen esta ayuda.

El juego consiste en un rompecabezas del laboratorio de la celda de manufactura, que se distribuye en los grupos de estudiantes de la siguiente forma:

1. Se conforman grupos de tres estudiantes o cuatro
2. Cada grupo recibe el rompecabezas desarmado (120 piezas); cada ficha tiene asociado un código alfanumérico que facilita su ubicación (observar figura 1)
3. Los grupos cuentan con un plazo máximo de 30 minutos para armarlo.
4. El grupo que primero arma el rompecabezas socializa la estrategia utilizada para armarlo.
5. Se llevará un registro de tiempos de armado y estrategias utilizadas.
6. Cuando los grupos terminan de armar el rompecabezas, a cada grupo se le entrega una ficha que contiene tips informativos y una imagen de una de las herramientas que conforman el laboratorio (observar figura 4)
7. El tutor o guía procederá a socializar las partes de la celda e invitará a los grupos para que socialicen los tips informativos
8. Los participantes generarán ideas para crear otras herramientas o proponer modificaciones al juego actual.

Figura 4. Plantilla guía del rompecabezas.



Fuente: Elaboración propia.



3. Resultados

Por motivos del Covid-19, los autores del artículo realizaron los ensayos en dos corridas:

Corrida 1:

Esta corrida corresponde al grupo de control.

Se arma el rompecabezas sin codificación, además se utilizó una foto del rompecabezas que sirvió como soporte para el armado de las piezas.

El tiempo aproximado de ensamble fue de 1 hora.

La metodología usada para el armado consistió en: Primero, por las formas de las fichas se seleccionaron aquellas con los bordes rectilíneos que forman el marco del rompecabezas. Segundo, se agrupan piezas por tonalidades de colores o por formas diferenciables (tableros, ladrillos, la marca del brazo robot, etc). Tercero, se encajan las piezas faltantes.

Corrida 2:

El tiempo de armado del rompecabezas fue aproximadamente de 30 minutos.

Primero, se agrupan las fichas por códigos (Letras, Números o ambos).

Segundo, se arma cada grupo de piezas que corresponde al mismo código.

Tercero, se ensambla los grupos armados según el orden visualizado en el código.

Con las corridas se logró evidenciar que:

- La codificación ayudó para disminuir el tiempo de armado. Esta característica ("*codificación*") corresponde a una de las principales propiedades de la celda denominada geo-referenciación, la cual indica la ubicación de cada pieza que circula a través de la celda en un momento determinado.
- El trabajo en equipo permitió la asignación de tareas para cada integrante (ensambles parciales) en búsqueda de un resultado final (ensamble total).
- Otra característica de la celda es la tecnología de grupo, que consiste en la definición de criterios tales como (tamaño, forma, volumen, material, función, entre otros) para agrupación de las piezas que van a ser manufacturadas y en el juego se representa cuando se agruparon las piezas por formas y colores en los subensambles parciales.
- La asociación de conceptos "Tips" con las fotos, permitieron que los participantes comprendieran las funciones y características de cada uno de los componentes del laboratorio.
- Este es un trabajo que servirá de apoyo para las clases presenciales, porque algunas propiedades de la celda de manufactura como la geo-referenciación y tecnología de grupos se ven reflejadas en el desarrollo de la actividad de armado de rompecabezas.

4. Conclusiones

- El desarrollo de la actividad permitirá ofrecer a los estudiantes la oportunidad de conocer las herramientas del laboratorio celda de manufactura flexible de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Tecnológica de Pereira, fomentando en los participantes del juego la colaboración, reflexión y discusión en torno a los temas de la manufactura flexible. Por ejemplo,



capacidad de producir productos similares en una celda, reducir inventario, modificar la posición de las estaciones de trabajo adaptándolos al flujo de diseño de una pieza (Hajduk et al., 2018, pág. 649–654).

- A través del desarrollo de esta actividad se logró identificar la importancia de la geo-referenciación que es una característica fundamental en el funcionamiento de una celda de manufactura y que se aplica en el juego con la identificación de códigos alfanuméricos que representan las filas y columnas de la imagen del laboratorio facilitando su armado.
- También se despertará el interés y el sentido de compromiso de los estudiantes por actividades diferentes a las exposiciones magistrales, además del estímulo a la creatividad, ya que en la retroalimentación del ejercicio se les reta a incluir o modificar algunas características del juego.

5. Referencias

Artículos de revistas

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics, Elsevier*, Vol. 11, No. 4, 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, Vol. 63, 380–392. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>
- Hajduk, M., Sukop, M., Semjon, J., Jánoš, R., Varga, J., & Vagaš, M. (2018). Principles of Formation of Flexible Manufacturing Systems. *Tehnicki Vjesnik - Technical Gazette*, Vol. 25, No. 3, 649–654. <https://doi.org/10.17559/TV-20161012132937>
- Minerva, C. (2002). El juego: una estrategia importante. *Educere*, Vol. 6, No. 19, 289–296.
- Oliva, H. A. (2016). La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. *Realidad y Reflexión*, Vol. 16, No. 44, 31. <https://doi.org/10.5377/ryr.v44i0.3563>
- Ortiz-Colón, A.-M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, Vol. 44, No. 0, 1–17. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201844173773>
- Prieto Andreu, J. M. (2020). Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios. *Teoría de La Educación. Revista Interuniversitaria*, Vol. 32, No. 1, 73–99. <https://doi.org/10.14201/teri.20625>

Sobre los autores

- **María Elena Bernal Loaiza:** Ingeniera de Sistemas, candidata a Doctorado en Didáctica de la Universidad Tecnológica de Pereira. Profesora Facultad de Ciencias Empresariales. mbernal@utp.edu.co
- **Germán Cock Sarmiento:** Ingeniero Industrial, Máster en Investigación de Operaciones y Estadística. Profesor Facultad de Ciencias Empresariales. cook@utp.edu.co
- **Laura Tatiana Ocampo Ocampo:** Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. laura.ocampo@utp.edu.co



- **Sebastián Blandón Londoño:** Estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. s.blandon@utp.edu.co

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

Copyright © 2021 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

