



# **ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL ANÁLISIS PARA LA DISTRIBUCIÓN POR PROCESOS EN UN CURSO DE DISEÑO DE PLANTAS**

**John Mario Osorio Trujillo**

**Universidad de San Buenaventura  
Cali, Colombia**

## **Resumen**

El diseño de plantas como herramienta propone soluciones a los problemas asociados con el uso que se le da a las instalaciones dentro de la organización, buscando que se favorezcan los indicadores de gestión de la misma, en especial aquellos que están relacionados con la productividad.

Lo anterior plantea un reto para los equipos multidisciplinarios que tienen bajo su responsabilidad la toma de decisiones que conducen al diseño o modificación de los espacios físicos, realizar movimiento de maquinaria o incorporar nuevo equipamiento al sistema generador de valor. Situación que se torna compleja cuando existe una gama amplia de referencias a ofertar al cliente y que son elaboradas en las mismas instalaciones (sistemas productivos por lotes).

Se ha propuesto dentro del curso de Localización y Diseño de Plantas del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de San Buenaventura - Cali la aplicación de una herramienta didáctica para facilitar el análisis de la distribución por procesos, especialmente en la determinación de un área recomendada para las instalaciones por medio del método de Guerchett y la medición del costo de los flujos de inventario a través de la matriz de intensidad tráfico.

La estrategia descrita ha contribuido a incorporar evidencias en el desarrollo de los logros de aprendizaje, a propósito de los procesos de acreditación internacional que se llevan a cabo en el programa.

La herramienta pedagógica es una adaptación de la propuesta que hace Heineke para simular un sistema Job Shop. La actividad lúdica recrea la elaboración de un producto

con variaciones en su decoración y que se hacen todas en las mismas instalaciones; paralelamente se integran costos a los recorridos entre estaciones de trabajo y se realizan mediciones de áreas en la operación, para que los participantes realicen propuestas de rediseño en la distribución de la planta buscando disminuir los costos de producción.

Al final se hace un análisis de la percepción que tienen los estudiantes frente a la herramienta, su evaluación y se establecen algunos retos que pueden configurar trabajos similares con mayor profundidad en un futuro.

**Palabras clave:** lúdica; producción; diseño

### **Abstract**

*As a tool, a plant design proposes solutions for the problems associated with the use given to the facilities inside an organization in order to ameliorate the management indicators. It also improves the indicators related with productivity.*

*This tool creates challenges to multidisciplinary teams which have specific responsibilities, not only creating and changing spaces, but also performing machinery or incorporating into the new generating system new equipment. The new situation could be difficult if there is a wide range of references to offer to the customer, and these are elaborated in the same facilities Batch Productive System.*

*During the course Location and Design of Industrial Plants of the program: Industrial Engineer at Universidad de San Buenaventura – Cali, a new didactic tool has been proposed towards making easier the analysis of the distribution by processes which is focus on determinate of a specific area recommended to the new installations according to Guerchett method. Finally, this strategy measures the cost of Inventory through Intensity-Traffic Matrix.*

*The strategy described has contributed to incorporate evidences in the development of the learning achievements, in relation to the international accreditation processes that are carried out in the program.*

*The pedagogical tool is an adaptation of Heineke's proposal to simulate a Job Shop system. The Hands-on learning activity with playful approach recreates the elaboration of a product that has variations in its decoration, and all of them are all made in the same facilities. At the same time, the costs are integrated to the routes between workstations and measurements are made of areas in the operation, for the participants create proposals to redesign the distribution of the organization in order to reduce production costs.*

*At the end of the activity, an analysis of the perceptions of the activity is made by the people who were part of the activity, the reason for this is to set some challenges that can be deeper in the future.*

*Keywords: ludic; production; design*

## 1. Introducción

En la práctica de la ingeniería es de vital importancia mezclar habilidades y conocimiento para la resolución de problemas; lo que implica un reto para los actores que intervienen en la formación del profesional del futuro.

Este reto en esencia interviene la práctica docente en su estructura, invitando a reformular la actividad del profesor en los diferentes escenarios en que debe interactuar con el estudiante.

Desde la perspectiva estrictamente académica y con el contexto actual, el docente está llevado a configurar espacios académicos atractivos en su forma y sostenibles en su fondo, para generar condiciones que permitan un aprendizaje significativo (Dávila, *et al.*, 2013). Este escenario invita a diseñar experiencias que permeen el comportamiento de la persona y la inviten al cambio (Feldman, 2005). Para nuestro caso, ese cambio debe facilitar un desenvolvimiento profesional, que le permita al individuo resolver situaciones reales a partir de unas enseñanzas formales previas, recibidas en su proceso formativo y soportada en procesos dinámicos (Posada Gonzales, 2014).

En la búsqueda de escenarios que faciliten la incorporación de saberes, el programa de Ingeniería Industrial de la Universidad San Buenaventura – Cali, ha optado por incorporar en algunas de sus asignaturas espacios estructurados bajo pedagogía activa que faciliten el proceso de enseñanza y evaluación de los aprendizajes. Todo lo anterior a propósito de la reingeniería que se invita a hacer a la estructura curricular de un programa, una vez que se ha entrado en el reto de adquirir una acreditación internacional bajo el modelo ABET.

## 2. Contexto de la estrategia didáctica

Como parte de las competencias técnicas que un Ingeniero Industrial debe tener, el diseño es quizá una de las más relevantes, pues muchos de los espacios de interacción profesional están íntimamente relacionados con labores que implican diagnosticar, proponer soluciones e implementarlas. Siendo muchas de estas propuestas ajustadas a un escenario particular, lo que implica perfilar la solución a la medida de la necesidad.

La asignatura de Localización y Diseño de plantas en los programas de Ingeniería Industrial engrana saberes de diversas áreas del conocimiento, para así generar propuestas integrales sobre los sistemas generadores de bienes y/o servicios.

Explícitamente se debe facilitar la contextualización de herramientas que permitan medir diferentes dimensiones de un sistema ya sea para diagnosticarlas o evaluarlas individualmente o en conjunto.

Para el caso de un sistema productivo generalmente cobra relevancia que las dimensiones mencionadas estén relacionadas directamente con los costos de operación; siendo común disminuirlos a partir de las propuestas de diseño o rediseño de plantas que puedan surgir, en el caso particular de la asignatura.

El curso de Localización y Diseño de Plantas del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad San Buenaventura – Cali no es ajeno a esta realidad y enfoca su esfuerzo de construcción de saberes en las configuraciones productivas por lotes, partiendo de la premisa que estas son complejas al momento de intervenirlas ya que la variedad de productos no facilita en muchos casos la estandarización, por lo que la medición de variables relacionadas con el costo se puede tornar compleja.

Métodos como la matriz de intensidad tráfico dan luces de cómo intentar extraer los costos de la operación en un sistema productivo por lotes; pero su algoritmia hace que en el aula de clase muchas veces se consuma más tiempo aclarando el cálculo entre datos, disminuyendo la relevancia de un escenario que permita recolectar estos y que después de la matemática se pueda razonar sobre sus efectos en el sistema productivo.

Fue este escenario el que permitió reflexionar sobre las formas en que la temática era abordada y en cómo a partir de la reestructuración de estas se podría sacar provecho de una experiencia didáctica que facilitara al estudiante razonar sobre un resultado dentro de un contexto real enmarcado en el salón de clases, un micromundo (Dávila, 2014), y de paso realizar mediciones a los logros de aprendizaje técnicos que son importantes en los planes de mejoramiento que ABET propone.

### **3. Propuesta didáctica**

El ejercicio propuesto es una modificación de la actividad propuesta en el libro Games and Exercises for Operations Management (Heineke, Janelle, & Larry, 1995) en el que se propone la elaboración de productos coloreados con capas de colores en diferentes secuencias.

Para buscar un escenario más real el ejercicio planteado para este trabajo propone un escenario de producción tipo Job Shop en el que el objetivo es colorear calcetines (figura 1) con colores Amarillo, Verde, Azul, Rojo y Morado en secuencias diferentes para cada orden de producción. Se logra así tener un total de 30 órdenes para ser procesadas.

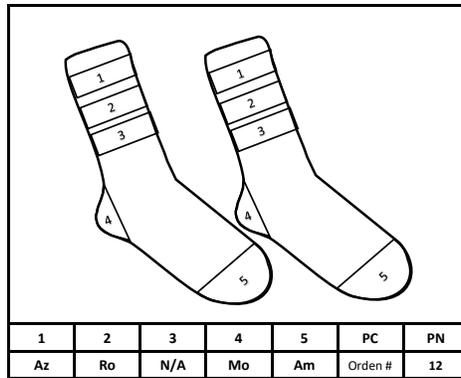


Figura 1

Para realizar la labor anterior cada espacio en donde se colorea es considerado una máquina en la que se realiza una tarea. Para ello se propone una disposición de planta inicial en el aula de clase (figura 2) para que el ejercicio sea ejecutado por los integrantes del curso.

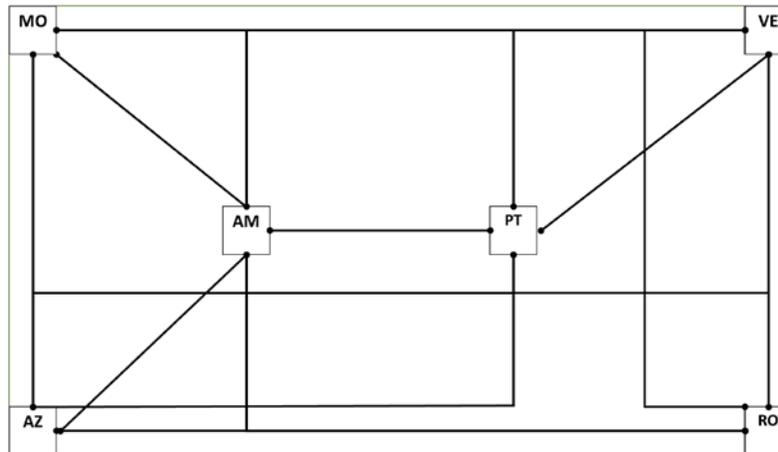


Figura 2

Las máquinas corresponden a cada color que debe etiquetarse en cada calcetín y existe una sexta estación de trabajo que llamamos producto terminado (PT), sobre la cual se hace el registro de tiempo de terminación del producto y una inspección de calidad; estas dos últimas actividades no intervienen sobre el propósito inicial del ejercicio, por lo que no se toman datos allí.

#### 4. Desarrollo de la actividad

Configurada la actividad, los estudiantes de la asignatura asumen roles de patinador u operario dentro de las instalaciones productivas. En ella deben realizar, además de la labor, todas las mediciones respectivas del costo de la operación a partir del traslado de productos entre estaciones de trabajo.

La matriz para la recolección de la información (figura 3) se diseñó para facilitar el conteo de número de visitas que ocurría entre estaciones, para que así junto con las distancias recorridas se pueda determinar el costo de colorear las 30 órdenes, haciendo uso de la herramienta conocida como matrices de intensidad tráfico (figura 4).

	1	2	3	4	5	6	7	8	...	28	29	30	Total
AM - AZ													
AM - RO													
AM - VE													
AM - MO													
AZ - AM													
AZ - RO													
...													
RO - PT													
VE - PT													
MO - PT													

Figura 3

Por último y aprovechando que se tenía un espacio físico, los estudiantes debía medir las áreas de producción, las áreas que ocupaban las estaciones de trabajo y las áreas que ocupaban los operarios de la producción para que con esta información pudiesen determinar si el espacio diseñado se ajustaba a los requerimientos que recomienda el método de cálculo para superficies de Guerchet.

Con los datos anteriores los estudiantes debían medir el costo de la producción actual y proponer una nueva distribución del proceso que disminuyera los costos y que a su vez respondiera al método de cálculo para superficies.

Tráfico							Dist							Cost						
	AM	AZ	RO	VE	MO	Pot		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6		AM	AZ	RO	VE	MO	PT
AM							Z1							AM	0	20	20	20	20	35
AZ							Z2							AZ	20	0	20	20	20	35
RO							Z3							RO	20	20	0	20	20	35
VE							Z4							VE	20	20	20	0	20	35
MO							Z5							MO	20	20	20	20	0	35
Pot							Z6							PT	0	0	0	0	0	0

Figura 4

La matriz "cost" de la figura 4 corresponde al costo de traslado por metro lineal que recorre cada operario, es un dato que se entrega en el ejercicio como condición permanente para su desarrollo y propuesta de diseño.

### 5. Resultados de la aplicación

La evaluación de trabajo tenía como finalidad primordial fomentar en los estudiantes, propuestas de diseño a partir de la Identificación de los elementos y relaciones presentes en un sistema y la descripción de las restricciones que puedan involucrarse

con este y el entorno. Lo anterior coadyuvó directamente con la medición del "Student Outcome C" propuesto como logro estudiantil bajo el modelo ABET.

Se presentaron propuestas de distribución de máquina y superficies (figura 5) bajo los modelos vistos en clase justificados a partir de la evaluación de costos (figura 6)

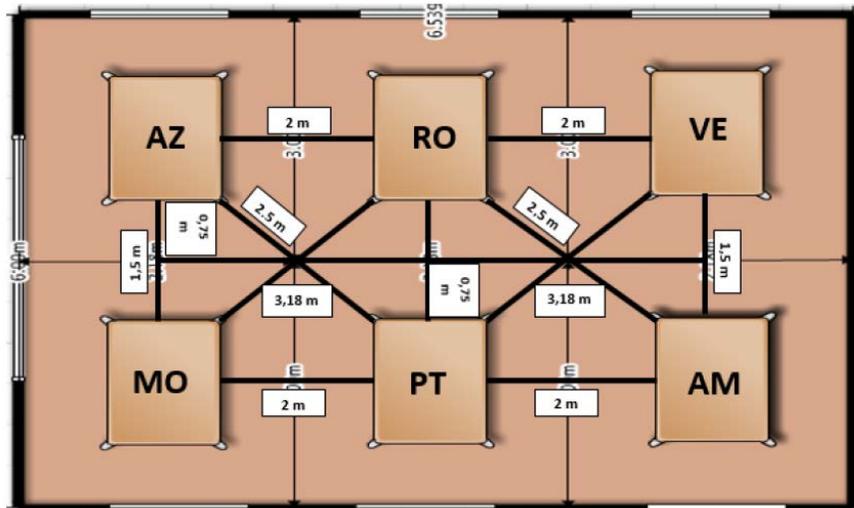


Figura 5

	Costo Condición inicial	Costo Propuesta de diseño
AM	\$ 45,00	\$ 37,50
AZ	\$ 630,00	\$ 195,00
RO	\$ 420,00	\$ 195,00
VE	\$ 642,00	\$ 621,60
MO	\$ 1.185,00	\$ 305,40
PT	\$ -	\$ -
CT	\$ 2.922,00	\$ 1.354,50

Figura 6

Lo anterior facilitó a los estudiantes comprender los métodos algorítmicos propuestos en el curso para este tipo de cálculos y ante todo contrastar sus resultados con un escenario real que les permitiera razonar sobre los datos numéricos obtenidos y así orientar mejor sus propuestas.

## 6. Percepciones de los alumnos

El escenario de aplicación culminó con una evaluación por parte de los estudiantes al curso y en especial a la práctica realizada. De este ejercicio se hace transcripción literal de tres comentarios a continuación:

- *“la clase lúdica se me fue mucho más fácil la comprensión del tema ya que se interactuó con algo real o posible a encontrarse en la realidad, la parte teórica también fue comprendida a un que, con un poco de dificultad, pero mediante los proyectos de aulas al final el semestre en algunos se aplicó este tema y fue lo que ayudó a comprender mejor.”*
- *“sería una buena metodología seguir con ejercicios dinámicos y didácticos para que faciliten la comprensión que nos permita afrontar problemas de ingeniería reales, recomendando mayor horario para la materia por ser una metodología didáctica se requiere de más tiempo”*
- *“La realización del ejercicio de manera vivencial, permitió aclarar desde la práctica, la necesidad de realizar las mediciones y afianzar el método requerido para llevarlo a cabo.”*

## 7. Conclusiones y recomendaciones

- El modelo de acreditación ABET ha permitido al cuerpo docente del programa explorar nuevas alternativas para facilitar los procesos de enseñanza aprendizaje en el aula de clase, resignificando los espacios académicos y permitiendo que los alumnos generen una aprehensión de conocimientos que favorecerá su desempeño laboral en el largo plazo.
- Las experiencias didácticas como expresión constructivista no son de por sí escenarios únicos para la construcción del conocimiento; es la mezcla con los elementos conductistas y dialogantes los que resignifican los espacios académicos y de paso reedifican la labor del docente.
- Se ha pasado de un modelo en el que el docente era protagonista a un alumno como centro, sobre el que orbita la dinámica innovadora en las prácticas pedagógicas, convirtiendo el aula en un verdadero laboratorio para el aprendizaje significativo.
- Se pretende en el curso de diseño de plantas incorporar más escenarios didácticos que faciliten la interacción del estudiante con la teoría de otras temáticas abordadas. Posteriormente integrar las mismas a escenarios en el área temática de productividad que es transversal a varias asignaturas en el currículo del programa.
- Se hará una intervención en el diseño de la evaluación que surge en el curso a partir de las experiencias didácticas, de manera que permita ir más allá de una nota y pase a ser un escenario de transformación en los saberes del estudiante.

## 8. Referencias

### Libros

- Feldman, R. (2005). Psicología con aplicaciones en países de habla hispana. México: Mc GrawHill.
- Heineke, Janelle, N., & Larry, C. (1995). Games and Exercises for Operations Management: Hand on learning activities for basic concepts and tools. Prentice Hall.

## Memorias de congreso

- J. G. Davila, (2014) «Delimitación Conceptual de las Prácticas Lúdicas con propósitos educativos,» de *Metodologías activas para la enseñanza de la ingeniería industrial y áreas afines de la Comunidad GEIO y la Red IDDEAL.*, CRIE Centro de Recursos Informáticos y Educativos. UTP, Pereira, pp. 499-511.
- J. G. Dávila Vélez, S. Y. Mejía Arias y L. I. Jiménez Vargas, (2013) «el aprendizaje y desarrollo de competencias en la educación superior a través de los juegos» de *IX Encuentro Comunidad GEIO y II Encuentro Red Iddeal*, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena de Indias, p. 735.

## Fuentes electrónicas

- Posada Gonzales, R. (2014). La lúdica como estrategia didáctica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., pp.18-24. Consultado el 2 de junio de 2017 en <http://www.bdigital.unal.edu.co/41019/1/04868267.2014.pdf>

---

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

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)