

8.

LA AUTOGESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y EL DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA INGENIERÍA CIVIL

Lic. Yasell Sánchez Rodríguez

yasell.sanchez@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0003-3884-0593>

M Sc. Boris Alvarez González

boris.gonzalez@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0002-1139-360X>

M Sc. Irisdalys Pino Sánchez

irisdalys.pino@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0001-9066-4158>

M Sc. Alfredo Fundora Rolo

alfredo.fundora@umcc.cu, <https://orcid.org/0000-0001-8744-0604>

Universidad de Matanzas. Matanzas: Cuba.

Resumen

En la actualidad la humanidad se enfrenta a la pandemia provocada por la COVID-19 por lo que el proceso de autogestión del conocimiento tiene cada vez un mayor peso. La gestión puede ser guiada a través de la plataforma Moodle. Un ingeniero civil, requiere dirigir y optimizar los procesos relacionados con sus esferas de actuación mediante la aplicación de herramientas matemáticas. Cuando el estudiante se enfrenta a una situación científica donde se requiere optimizar procesos y realizar diversos experimentos, le es necesario gestionarse el conocimiento para poder trabajar en los Diseños de Experimentos adecuados para poder alcanzar la solución óptima.

Palabras clave: Diseños, experimentos, autogestión, conocimiento.

Summary

Currently, humanity is facing the pandemic caused by COVID-19, so the process of self-management of knowledge is increasingly important. Management can be guided through the Moodle platform. A civil engineer requires directing and optimizing the processes related to their spheres of action through the application of mathematical tools. When the

student is faced with a scientific situation where it is necessary to optimize processes and carry out various experiments, it is necessary for them to manage their knowledge in order to be able to work on the appropriate Designs of Experiments in order to reach the optimal solution.

Keywords: Designs, experiments, self-management, knowledge.

Résumé

Actuellement, l'humanité est confrontée à la pandémie causée par COVID-19, de sorte que le processus d'autogestion des connaissances est de plus en plus important. La direction peut être guidée via la plateforme Moodle. Un ingénieur civil a besoin de diriger et d'optimiser les processus liés à ses sphères d'action par l'application d'outils mathématiques. Lorsque l'étudiant est confronté à une situation scientifique où il est nécessaire d'optimiser des procédés et de réaliser diverses expérimentations, il lui est nécessaire de gérer ses connaissances afin de pouvoir travailler sur les Plans d'Expériences appropriés afin d'atteindre l'optimum Solution.

Mots-clés : Conceptions, expérimentations, autogestion, savoir.

Introducción

En la actualidad la humanidad se enfrenta a la pandemia provocada por la COVID-19 y como prevención a la misma está el distanciamiento social por lo que el proceso de enseñanza y aprendizaje de manera presencial presenta cambios. Como consecuencia, la gestión de la enseñanza y el aprendizaje también se afecta y se acude entonces, a nuevos recursos para dar continuidad al proceso de manera eficaz. El uso de las nuevas tecnologías, se impone y con ello la autogestión del conocimiento se revitaliza.

La práctica educativa; hoy en día se beneficia por el acceso al uso de la tecnología en las actividades propias del quehacer docente. Existen diferentes recursos y herramientas tecnológicas que, a través de su funcionalidad, ofrecen apoyo para facilitar la gestión del aprendizaje. (Díaz, 2020)

La incorporación de estas tecnologías a la docencia potencia el uso de entornos virtuales de aprendizaje, apoyados en plataformas virtuales en el ámbito universitario a nivel mundial, ya sea por plataformas de creación propia o por la implementación de alguna

de las plataformas generalizadas que permitan la gestión del proceso enseñanza aprendizaje a través de la web y la utilización de recursos u objetos de aprendizajes creados. (Fernández et al., 2014). Así, los educandos poseen herramientas de gran importancia para el proceso de autogestión del conocimiento.

Una de las herramientas virtuales utilizadas para la autogestión del conocimiento son las plataformas virtuales de aprendizaje, las que se corresponden con una aplicación informática diseñada para facilitar la comunicación pedagógica entre los participantes en el proceso. Es un software que proporciona la logística necesaria para llevar a cabo la formación online, permite la creación, almacenamiento y publicación de objetos de aprendizaje guardados en un espacio o repositorio para que puedan ser utilizados por el usuario reiteradamente. (Tamayo et al., 2018).

La plataforma Moodle, es una plataforma virtual que constituye un sistema de gestión de aprendizaje funcional para la acción tutorial. Cuenta con herramientas de atención y acompañamiento a los estudiantes en cualquier tiempo, lugar y en vinculación con las demás asignaturas del currículo, brindándoles a los estudiantes una herramienta importante para la autogestión del conocimiento. Es un medio efectivo para el desempeño de la acción tutorial y para la gestión del aprendizaje y el acompañamiento de los estudiantes de manera virtual, a través de la optimización e interacción en la plataforma, así como, la selección de recursos digitales apropiados para el desarrollo de actividades didácticas que generen interés y participación entre los estudiantes. (Díaz, 2020)

A inicios de este siglo, se comenzaron a implementar en Cuba estas plataformas como decisión de cada centro universitario. La más utilizada ha sido Moodle por ser la más difundida en el mundo. Ya en los últimos años, el Ministerio de Educación Superior (MES) ha exigido su generalización y se ha intencionado su evaluación en la certificación de universidades.

En el contexto de la educación superior en Cuba, el uso de Moodle como plataforma para la gestión de la enseñanza, el aprendizaje y apoyo a la investigación, constituye una oportunidad que permite minimizar costos materiales y estimular la educación a distancia en los ámbitos de pregrado y postgrado con un enfoque abierto. Esta se constituye, por

tanto, en un vehículo factible para contribuir con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible adoptada por la ONU en su objetivo cuatro: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida y para todos. (Batista et al., 2020)

Para los estudiantes poder lograr una autogestión de los contenidos matemáticos de una manera más amena se hace indispensable vincularlos a las otras materias propias del currículo de la especialidad.

La formación del estudiante en la actividad científico- investigativa, es una responsabilidad de las diferentes disciplinas que integran el currículo de cada carrera. La interdisciplinariedad, se puede plantear que es una de las vías para incrementar la calidad de la educación que se requiere en las actuales condiciones de desarrollo social.

La formación matemática se considera fundamental para cumplir con este encargo, pues posibilita el estudio de los fenómenos y procesos del contexto, así como adaptarse al uso de las nuevas herramientas tecnológicas puestas a su disposición, las cuales se basan generalmente en teorías matemáticas. El dominio del Álgebra Lineal, la Geometría Analítica, el Cálculo Diferencial e Integral, la Estadística, entre otros contenidos matemáticos, posibilita a los profesionales resolver problemas relacionados con su rama, desde un análisis crítico, con el propósito de transformar la realidad circundante en aras de su mejoramiento. (Diéguez, 2017). Un ingeniero y en especial, un ingeniero civil, requiere dirigir y optimizar los procesos relacionados con sus esferas de actuación mediante la aplicación de herramientas matemáticas. Cuando el estudiante se enfrenta a una situación científica donde se requiere optimizar procesos y realizar diversos experimentos, le es necesario gestionarse el conocimiento para poder trabajar en los Diseños de Experimentos y dicha gestión puede ser guiado a través de la plataforma Moodle. Para poder realizar dicha investigación es necesario escoger el adecuado Diseño de Experimento para poder arribar a los resultados óptimos.

Desarrollo

El mundo actual necesita que la Educación sea cada vez más eficiente. Este es uno de los más grandes retos de la época contemporánea. En la medida que se extiende la masividad de la educación, se hace más necesario el perfeccionamiento de la calidad

educacional, por esa y otras razones donde se pretende que la población cubana alcance una cultura general integral, se han efectuado transformaciones profundas en las diferentes enseñanzas en aras de multiplicar el aprendizaje con la utilización de las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones. Es por ello que se hace necesario lograr la implicación del estudiante en el propio proceso de aprendizaje, que este se convierta en sujeto real y como tal incorpore y produzca el conocimiento de forma personalizada, activa y creadora.

La metodología del diseño de experimentos se basa en la experimentación. Es sabido que, si se repite un experimento, en condiciones indistinguibles, los resultados presentan una cierta variabilidad. Si la experimentación se realiza en un laboratorio donde la mayoría de las causas de variabilidad están muy controladas, el error experimental será pequeño y habrá poca variación en los resultados del experimento. Pero si se experimenta en procesos industriales o administrativos la variabilidad será mayor en la mayoría de los casos. El objetivo del diseño de experimentos es estudiar si cuando se utiliza un determinado tratamiento se produce una mejora en el proceso o no (Miles et al., 2020). Para ello se debe experimentar aplicando el tratamiento y no aplicándolo. Si la variabilidad experimental es grande, sólo se detectará la influencia del uso del tratamiento cuando éste produzca grandes cambios en relación con el error de observación. La metodología del diseño de experimentos estudia cómo variar las condiciones habituales de realización de un proceso empírico para aumentar la probabilidad de detectar cambios significativos en la respuesta; de esta forma se obtiene un mayor conocimiento del comportamiento del proceso de interés. Para que la metodología de diseño de experimentos sea eficaz es fundamental que el experimento esté bien diseñado. Un experimento se realiza por alguno de los siguientes motivos (Díaz et al., 2020):

- Determinar las principales causas de variación en la respuesta.
- Encontrar las condiciones experimentales con las que se consigue un valor extremo en la variable de interés o respuesta.
- Comparar las respuestas en diferentes niveles de observación de variables controladas.

- Obtener un modelo estadístico-matemático que permita hacer predicciones de respuestas futuras.

La utilización de los modelos de diseño de experimentos se basa en la experimentación y en el análisis de los resultados que se obtienen en un experimento bien planificado. En muy pocas ocasiones es posible utilizar estos métodos a partir de datos disponibles o datos históricos, aunque también se puede aprender de los estudios realizados a partir de datos recogidos por observación, de forma aleatoria y no planificada.

Un experimento es una prueba donde se hacen modificaciones deliberadas a las variables de entrada para identificar la razón de los cambios en la variable salida. Es fundamental elegir adecuadamente el tipo de experimento y las variables a medir, para que respondan las hipótesis y conduzcan a deducciones válidas al problema investigado (Montgomery, 2017). Los resultados experimentales permiten después calibrar y respaldar modelos matemáticos computacionales que guarden relación con el fenómeno investigado. El diseño de experimento factorial se aplica con mayor frecuencia en ingeniería, consiste en variar sistemáticamente todos los factores de forma simultánea, incluye todas las combinaciones posibles de los niveles de las variables y permite observar la respuesta de las variables dependientes en cada corrida. (Yang et al., 2018)

La experimentación es una parte natural de la ingeniería y de los procesos de toma de decisiones en innumerables investigaciones científicas, y además permite interpretar la forma en que funcionan los sistemas y los procesos. Por ello, el diseño de experimentos es una herramienta sistemática que puede utilizarse en la resolución de varias situaciones que se presentan en la ingeniería. A través de la aplicación de determinados principios y técnicas sobre un conjunto de datos experimentales, los cuales varían según los diferentes métodos de diseño de experimentos, es posible obtener conclusiones acerca del proceso en estudio con un elevado grado de validez y consistencia. De esta manera, un diseño de experimentos representa la planificación detallada de un programa de ensayos, y la elección acertada del mismo permite obtener una mayor cantidad de información a partir del trabajo experimental realizado.

En la práctica, para realizar un diseño de experimentos se cambian deliberadamente una o más variables del proceso, a las cuales se denomina factores, con el fin de observar el

efecto que estos cambios producen sobre una determinada propiedad a la cual se denomina respuesta. Los diseños de experimentos se clasifican en diferentes métodos, en función de los objetivos que persiguen. Así, el estudio de un proceso a través de un diseño de experimentos comienza con la determinación de los objetivos del experimento y la posterior selección de los factores del proceso y sus niveles. Se entiende por nivel o tratamiento de un factor al valor que adopta el mismo en cada una de las corridas que forman el diseño de experimentos. La región o zona limitada por el nivel inferior y superior de cada uno de los factores involucrados en el diseño se denomina dominio.

El análisis de las diferentes combinaciones posibles mediante tanteos sucesivos genera la necesidad de realizar un número elevado de ensayos para determinar el comportamiento de una respuesta. Contrariamente, los métodos de diseño ofrecen una significativa disminución de la cantidad de trabajo experimental y permiten determinar en forma efectiva la dependencia multifactorial de los componentes. Por lo que queda evidenciado la necesidad de saber realizar un adecuado Diseño de Experimentos y por ende los estudiantes deben de gestionarse ese conocimiento y una vía podría ser utilizando la plataforma Moodle.

Sin embargo, la existencia de una gran variedad de métodos requiere de un análisis previo con el fin de elegir el más conveniente, en función del objetivo perseguido por el experimento y la cantidad de variables involucradas en la investigación. Por lo que existen varias clasificaciones de los diseños de experimentos como por ejemplo:(Alcívar et al., 2017):

- Métodos comparativos: Se utilizan cuando se desea estudiar uno o varios factores de un proceso y concluir cuál de ellos es el más importante. Interpretando, además, si este factor es o no significativo (si existen o no cambios significativos en la respuesta para diferentes niveles del factor).
- Métodos de los efectos principales: Tienen el propósito de individualizar y seleccionar entre la totalidad de los factores involucrados en el experimento aquellos que producen los efectos más importantes.

- Métodos de superficie de respuesta: La utilización de estos métodos permite estimar la interacción y los efectos cuadráticos producidos por los factores, otorgando además una idea de la forma de la superficie de respuesta en la zona de estudio.
- Diseño de mezclas: Permiten conocer cuál es la mejor combinación en las proporciones de los componentes de una mezcla que otorga el valor mínimo o máximo de una determinada respuesta.
- Modelos de regresión: Se emplea cuando se desea conocer la función matemática que representa a un determinado modelo con sus parámetros estimados correctamente.

La existencia de una gran variedad de métodos de diseño de experimentos genera la necesidad de un exhaustivo análisis previo con el fin de seleccionar el método más conveniente, en función del objetivo perseguido. Luego, la elección del diseño de experimentos se define con la cantidad de factores involucrados en el proceso.

Finalizada la selección del o los diseños por su objetivo se debe emplear aquel que contemple el número de variables en estudio.

Como, por ejemplo, en los casos más habituales en el diseño de una mezcla de hormigón existe un conocimiento previo de los efectos que producen algunos factores sobre el comportamiento de la misma; por ejemplo, es conocida la influencia de la relación agua/cemento, el contenido de cemento, edad, etc. Esto permite que las variables anteriores puedan abstraerse del conjunto de factores a estudiar, manteniéndolas constantes en todos los puntos experimentales que forman el diseño. En consecuencia, la cantidad de factores involucrados en el diseño de una determinada mezcla de hormigón es generalmente menor a cuatro.

La complejidad que presentan los cementos en la actualidad, hace necesario que el hormigón sea estudiado como un sistema de variables interrelacionadas, para lo cual es imprescindible el empleo de herramientas estadísticas. (Alcívar et al., 2017)

Para ello, es necesario determinar el método de diseño en función de los objetivos que se persiguen teniendo en cuenta la cantidad de variables que el sistema posee. Una vez que se ha definido el método de estudio que mejor represente al sistema, se puede analizar cualquiera de sus propiedades.

Estos métodos de estudios permiten obtener además de las propiedades resistentes deseadas, hormigones que cumplan las condiciones de durabilidad preestablecidas, dejando de lado la idea que tenían hace algunos años los reglamentos, donde la durabilidad del hormigón dependía casi exclusivamente de la relación agua/cemento.

Uno de los ejemplos de los diseños utilizados en la Ingeniería Civil es el diseño factorial que consiste en estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas, cuando se tiene el mismo interés sobre todos los factores.

En otras palabras, un diseño factorial tiene como objetivo determinar una combinación de niveles de los factores en la que el desempeño del proceso sea mejor.

Los factores pueden ser de tipo cualitativo (máquinas, tipos de material, etc.) o de tipo cuantitativo (temperatura, humedad, velocidad, etc.). Para estudiar la manera en que influye cada factor sobre la variable es necesario elegir al menos dos niveles de prueba para cada uno de ellos. Con el diseño factorial completo se corre aleatoriamente todas las posibles combinaciones que pueden formarse con los niveles de los factores a investigar.

Conclusiones

El diseño de experimentos es una herramienta sistemática, útil y necesaria que puede utilizarse en la resolución de varias situaciones que se presentan en la Ingeniería Civil.

El entorno virtual de aprendizaje es una herramienta didáctica flexible y orientada al usuario para la gestión de contenidos educativos, responde a las necesidades del modelo del proceso enseñanza aprendizaje de la Matemática. Se puede observar como el profesor puede guiar este proceso de gestión de enseñanza y aprendizaje y así propiciar que los estudiantes se adueñen de nuevos conocimientos para poder aplicarlo en investigaciones científicas.

El estudiante también se encuentra motivado a través del uso de esta herramienta interactiva que a la vez le permite autogestionarse el conocimiento con todos los recursos puestos en la plataforma por parte del profesor.

Se evidenció la necesidad de transformar la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en la carrera de Ingeniería Civil, así como de utilizar, desde

una perspectiva interdisciplinar, los contenidos matemáticos en la autogestión del conocimiento.

Referencias bibliográficas

- Alcívar Bastidas, A.G., Lozano Urgilés, G.O, (2017). *Evaluación de la adherencia en el sistema asfalto – agregado mineral mediante pruebas de tracción*. Guayaquil, Ecuador
- Batista, M. C., Campins, M. L., Tamayo, C. R., (2020). *Moodle como soporte de la gestión de contenidos educativos en universidades cubanas desde la perspectiva del proyecto ELINF*. AULA, revista de Humanidades y Ciencias Sociales, 66(2), 17-25,.
- Díaz Hurtado, Eduard; Gómez Sánchez, Rosmel Federico; López Vásquez J., (Noviembre del 2020) *Aplicaciones de diseño de Experimentos con un factor y un factor en bloques*, Cajamarca. Manuscrito
- Díaz, M. M., (2020). *Estudio para realizar la acción tutorial a través de un sistema de gestión de aprendizaje en el nivel de Secundaria*. MLS Educational Research, 4(1), 41-56,
- Diéguez Batista, Raquel, (2017). *La apropiación significativa de contenidos matemáticos como proceso básico en la formación del profesional universitario.*, Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba Vol. 7 No. 1, Universidad Máximo Gómez Báez de Ciego de Ávila,
- Fernández, N. A., Rivero, L. M., (2014). *Las plataformas de aprendizajes, una alternativa a tener en cuenta en el proceso de enseñanza aprendizaje*. CIM.
- Montgomery, D., (2017) “Diseño y análisis de experimentos”. Octava edición,
- Tamayo, C. R., Álvarez, H. L., BAO, P. L., (2018). *Estrategia metodológica para el uso de la plataforma moodle en la universidad de Holguín*. La Habana: Palacio de las Convenciones,
- Yang X., Liu L. y Wang Y. (2018). “*Experimental Test and Numerical Simulation of the Initial Crack Reinforced Concrete Beam in Bending*”. Presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science

