



PROCESOS

ENSEÑANZA



-APRENDIZAJE

DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN INGENIERÍA

COORDINADORES

Beatriz Aguilar Romero

Santa Toxqui López

Raúl Ruán Ortega



PROCESOS ENSEÑANZA-APRENDIZAJE
DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN INGENIERÍA

PROCESOS ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN INGENIERÍA

Coordinadores

Dra. Beatriz Aguilar Romero
Dra. Santa Toxqui López
Dr. Raúl Ruán Ortega
Facultad de Ingeniería, BUAP

Comité Académico

MIQ. Erendida Castro Luna
Dr. Alejandro Muñoz Zurita
Instituto de Estudios Superiores en Ingeniería IESI

Procesos enseñanza-aprendizaje de las ciencias básicas en ingeniería

Primera edición, 2021.

Obra dictaminada bajo proceso de Par Ciego Externo.

Dirección Editorial: Luis Adrián Maza Trujillo

Diseño Editorial: José Antonio López Ramírez

Diseño de portada: José Rodolfo Mendoza Ovilla

ISBN: 978-607-561-110-5



D.R. 2021 Universidad Autónoma de Chiapas

Boulevard Belisario Domínguez km 1081, sin número, Terán,

C. P. 29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana
con número de registro de afiliación: 3932

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, así como su transmisión por cualquier medio, actual o futuro, sin el consentimiento expreso por escrito de los titulares de los derechos. La composición de interiores y el diseño de cubierta son propiedad de la Universidad Autónoma de Chiapas.

Impreso y hecho en México

Printed and made in Mexico

CONTENIDO

Prólogo 09

Presentación..... 11

EL USO DE PLATAFORMAS EDUCATIVAS COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN PRECÁLCULO

Rosangela C. Fontanilla Urdaneta, Beatriz Aguilar Romero, Anselmo Chávez López (Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México)..... 13

LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN EL ENFOQUE DE APRENDIZAJE EN PROGRAMAS DE INGENIERÍA

Karina Martínez Morales, Francisco Javier Méndez Ramírez, Augusto Pérez Pérez, Brian Guillermo Sotelo Martínez (Colegio de Ingeniería industrial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla y México) 29

MEJORA CONTINUA APLICADA EN ÍNDICES DE RE-PROBACIÓN

Carlos R. Ibáñez Juárez, Nancy R. Ruíz Chávez, María Fernanda Rodríguez Gómez (Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México) 53

REVISIÓN Y MEJORA DE ÍTEMS EN LA MATERIA DE ÁLGEBRA LINEAL PARA EXÁMENES DEPARTAMENTALES

Luis Fernando Gómez Ceballos, Gabriela Yáñez Pérez, Patricia Bautista García (Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México) 75

TRABAJO COOPERATIVO PARA EL LOGRO DE UN APRENDIZAJE PERMANENTE

María Elena Del Moral Jiménez, Luis Eliel Martínez Meléndez (Colegio de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, B.U.A.P., Puebla, México y Coaching y Auditores de Puebla S.A. de C.V., Puebla, México) 97

UN NUEVO PARADIGMA EN LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Raúl Ruán Ortega, Beatriz Aguilar Romero (Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Pue. México) 117

CONCLUSIONES GENERALES131

PRÓLOGO

El esfuerzo permanente de un grupo de docentes de la Facultad de Ingeniería de la BUAP nos obsequia el segundo libro sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias básicas. Este excelente libro nos da la oportunidad de conocer las miradas de seis grupos de profesores, todas ellas convergiendo a un mismo fin, pero con la riqueza de su diversidad, producto de distintas experiencias.

Con lenguaje conciso y convincente aborda el bajo dominio en matemáticas que tienen los estudiantes de nivel básico y propone soluciones para mejorar su enseñanza; reconociendo que estas constituyen el eje transversal del conocimiento y principal fundamento de la ingeniería.

Otra aportación muy interesante es la distinción que hacen los autores entre las numerosas plataformas que se limitan a facilitar la información y comunicación, y las plataformas educativas muestran como ejemplo la plataforma educativa Aleks para el aprendizaje de matemáticas, fundamentada en la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) del teórico Lev Vigotsky, a través de técnicas de Inteligencia Artificial.

Otros autores abordan el uso del método del cono invertido, a través de modelos de simulación que permiten al estudiante explorar y descubrir el conocimiento, aplicando la teoría de Jerome Bruner.

Seguramente el lector será movido a la reflexión al leer la propuesta de retomar el Pensamiento Complejo como base para formar profesionistas, el cual compara el paradigma de la simplicidad, que parcela el conocimiento para formar superespecialistas con el paradigma de la complejidad que da un conocimiento integral del mundo para formar profesionistas

responsables que tengan conciencia del mundo en que viven, pero el conocimiento es demasiado amplio. Al hacer la propuesta, los autores expresan una realidad “mucho que aprender, en tan poco tiempo”.

Finalmente, otros autores de la obra exponen de manera precisa, y con excelentes gráficas, análisis estadísticos sobre los índices de reprobación y sus posibles causas.

Este libro es vehementemente recomendado para los docentes, estudiantes, investigadores sobre educación y todo aquél que se interese por el logro de la excelencia educativa en nuestro país.

César Pérez Córdova

PRESENTACIÓN

La propuesta de este libro para maestros de las ingenierías es iniciar un cambio en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, basado en la reflexión y socialización de experiencias, procedimientos, técnicas o estrategias efectivas de las ciencias básicas.

Al socializar las experiencias docentes, los profesores tienen la posibilidad de incorporar actividades que conduzcan a ideas prácticas sobre la problemática del aprendizaje de las matemáticas y hacer una diferencia entre enseñar y propiciar el aprendizaje.

Si bien es cierto que no hay recetas mágicas, estas páginas se basan en ideas para apoyar a los estudiantes en la búsqueda de su propia estrategia de aprendizaje; ya que en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la ingeniería, existe algo que no está funcionando bien, es decir, demasiadas dificultades en el aprendizaje de las matemáticas.

Esto conduce a la firme convicción de que un docente debe ser capaz de reflexionar sobre las dificultades, las causas, el autocuestionamiento, el conocimiento detallado de los estudiantes, el diseño de estrategias adecuadas y la instrumentación de acciones que tengan como propósito incrementar la calidad del proceso formativo integral de los estudiantes.

De la misma forma, reconocer la capacidad de los docentes como investigadores potenciales, capaces de generar conocimiento, seleccionar estrategias, medios y materiales orientados a mejorar no solo su

práctica educativa, sino la comunicación de lo encontrado y de las conclusiones a las que se han llegado.

Agradecemos a cada uno de los autores su contribución y nuestro deseo es que este libro ayude a los docentes que recorren el mismo camino y permita crear vínculos que enriquezcan y hagan posible el logro de nuestras metas.

Beatriz Aguilar Romero
Santa Toxqui López
Raúl Ruán Ortega
Coordinadores del libro

1. El uso de plataformas educativas como estrategia de enseñanza-aprendizaje en Precálculo

Rosangela C. Fontanilla Urdaneta, Beatriz Aguilar Romero, Anselmo Chávez López.

Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

Introducción

Los procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con las matemáticas, actualmente han tenido que replantearse más allá de solo conocimientos y ciertas habilidades pedagógicas para el docente.

Estos procesos adquieren particular importancia, ya que, en estudios recientes sobre la problemática de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, tratan otros aspectos de tipo cognitivo y didáctico, necesarios para intervenir eficazmente en la comprensión limitada de nociones y procedimientos.

Tal es el caso del proceso de aprendizaje para cada estudiante, que podría ser diferente, no solo por el nivel de conocimientos con el que ingresan a estudios superiores, sino por sus diversos estilos de aprendizaje (Gamboa et al., 2017) y tipos de inteligencia (Armstrong, 2006).

En este contexto, este trabajo realizado en la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), tiene el propósito de mejorar el proceso y los resultados de aprendizaje en la asignatura de, ubicada en el primer semestre, e incrementar el nivel de confianza de los estudiantes mediante un aprendizaje interactivo, interesante y motivador, a través de alternativas basadas en el uso de herramientas tecnológicas, concretamente el uso de la plataforma educativa ALEKS, dentro y fuera del aula como estrategia de aprendizaje. Esto debido a que es un sistema de inteligencia artificial que determina rápidamente y con precisión lo que un estudiante conoce o no conoce de los temas asignados, identifica los temas en que está preparado para aprender y evalúa periódicamente el aprendizaje para asegurar que los temas aprendidos sean retenidos.

Con la evaluación continua y personalizada del conocimiento a través de esta plataforma, se busca motivar y comprometer a los estudiantes con su proceso de aprendizaje, lograr una mayor comprensión de los temas y mejorar sus resultados académicos.

En el aula, el trabajo presencial y en la plataforma, se busca mejorar el proceso de enseñanza, para que el docente realice el seguimiento del aprendizaje mediante asesoría y retroalimentación de manera personalizada de acuerdo con las dudas presentadas por cada estudiante.

El cambio pedagógico generado por las tecnologías digitales en la educación podría impulsar al docente a ser un guía en el proceso de aprendizaje, centrando las actividades en las necesidades de cada estudiante, a su ritmo y velocidad de estudio, así como en el desarrollo de habilidades y competencias.

El reto para la Facultad de Ingeniería es emplear recursos digitales y la creatividad docente para mejorar los resultados y retener a la

mayor proporción posible de estudiantes en la institución e intentar que la estancia en la facultad proporcione mayores beneficios a todos los involucrados.

Plataformas educativas

Desde el 2005, en la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI) se declaró que las TIC son un recurso fundamental para favorecer el acceso a una educación de calidad, sentando las bases para la creación de una sociedad de la información alejada de exclusiones y orientada al desarrollo y al conocimiento a lo largo de la vida (De Túnnez, 2005).

De forma particular, en el área de matemáticas se trabaja cada vez más por la utilización de nuevos escenarios de colaboración distintos a los tradicionales, como son el uso de recursos didácticos digitales que promuevan el desarrollo curricular en el aula y fuera de esta (Mato et al., 2018).

Con las nuevas tendencias en la educación matemática, los cambios en el aula y la velocidad de la tecnología digital, los estudiantes podrían convertirse en participantes cada vez más activos en su aprendizaje al trabajar junto a los educadores en entornos tradicionales y en línea (Engelbrecht et al., 2020), mediante una evaluación y seguimiento continuo del proceso de aprendizaje y sus resultados de manera pertinente.

El énfasis cada vez mayor de un aprendizaje centrado en el estudiante que en uno mayormente centrado en el docente, implica un cambio de roles (Lugo y Kelly, 2008), y con el uso de las TIC, a través de plataformas educativas, podría propiciar en los estudiantes una iniciativa y un aprendizaje más interactivo, interesante y motivador, ya que dichas tecnologías pueden ser más efectivas ante las nuevas generacio-

nes de universitarios, por el fácil acceso y uso que tienen de ellas no solo en el salón de clases (Boulahrouz et al., 2020); el cual es reforzado con la participación activa del docente en el seguimiento, asesoría y retroalimentación durante el estudio y evaluación de los temas.

Las plataformas de enseñanza virtual son programas computacionales que disponen de varias funciones, gracias a diversos componentes y herramientas, de tal forma que presenta en un todo homogéneo un “entorno virtual” o espacio para el desarrollo de actividades formativas a través de la red.

Algunas de estas plataformas normalmente se encuadran en repositorios de recursos y en entornos virtuales de aprendizaje (EVA). Unos son públicos, gratuitos y abiertos (OER, Open Educational Resources; o REA, Recursos Educativos Abiertos, en español); y otros, privativos, de pago y cerrados, como la plataforma ALEKS.

Si el objeto de este trabajo se centra en el ámbito matemático, conviene resaltar que es un desafío para el profesor, que enseña desde el pizarrón, encontrar formas de crear, administrar y distribuir contenido que puedan generar un tipo de aprendizaje comunicativo, horizontal, descentralizado, multidireccional e interactivo (Marta et al., 2016).

Plataforma ALEKS

ALEKS es un sistema de inteligencia artificial para evaluación y aprendizaje en línea que utiliza cuestionamiento adaptivo para determinar, rápidamente y con precisión, los conocimientos de un estudiante, instruye en los temas que está preparado para aprender y lo evalúa periódicamente para asegurar que los temas aprendidos sean retenidos. (ALEKS, 2019).

Esta plataforma podría utilizarse como un recurso digital de apoyo para los estudiantes, debido a la evaluación continua del aprendizaje y a la identificación de los temas de mayor dificultad que cada uno tenga. Además de que a los docentes les permitiría una retroalimentación continua y oportuna de los temas estudiados en el aula.

A través de una tabla y gráficas, el docente puede ver el avance de los ejercicios resueltos por los estudiantes y el tiempo de uso que lleva en la plataforma, así como establecer un periodo de uso en ella y diseñar exámenes con ejercicios seleccionados de forma aleatoria de los temas estudiados.

La plataforma también proporciona de forma inmediata los resultados del aprendizaje de los estudiantes, que sirve como un medio de motivación para alcanzar las metas establecidas.

Por lo anterior, la plataforma se utilizó como herramienta principal junto con el Coaching Educativo (Moya, 2019), para apoyar a los estudiantes en su proceso metacognitivo.

Estrategias de enseñanza-aprendizaje

Los datos presentados en este trabajo corresponden a un grupo de estudiantes de nuevo ingreso en la asignatura de Precálculo del Colegio de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la BUAP, período otoño 2018, donde 38 estudiantes utilizaron ALEKS de los 39 inscritos en el curso.

Desde el inicio del curso se utilizó la plataforma educativa ALEKS como estrategia de enseñanza-aprendizaje, debido a que fue una herramienta de estudio empleada en el aula. Cada estudiante avanzaba a su propio ritmo y nivel de conocimiento con una ruta de aprendizaje

individualizada, en conjunto con la orientación y acompañamiento del docente, mediante asesorías y retroalimentación personalizada de los temas y ejercicios estudiados en clase.

Fuera del salón de clase, la plataforma fue una herramienta de apoyo para continuar con el proceso de aprendizaje de los estudiantes, motivados por la comprensión de contenidos, gestión y evaluación de su propio aprendizaje.

Las evaluaciones se determinaron por el porcentaje de avance alcanzado en los temas, las tareas y los exámenes; y los temas fueron previamente seleccionados por el docente en relación con el contenido temático del programa de estudio.

Los exámenes se aplicaron en la plataforma de manera presencial para evaluar el resultado del aprendizaje y cada estudiante entregó los procedimientos desarrollados. Los ejercicios del examen eran diferentes y aleatorios, pero con el mismo grado de dificultad. Después, los procedimientos fueron revisados mediante una rúbrica, comparando las respuestas obtenidas con las respuestas dadas en la plataforma, para evaluar también el proceso de aprendizaje y mejorar la calificación obtenida.

Durante el estudio se tomaron en cuenta factores que influyeron en el proceso de aprendizaje para cada estudiante, como son los estilos de aprendizaje y el nivel de conocimientos con el que ingresan.

La Figura 1 muestra el porcentaje de estudiantes para cada estilo de aprendizaje identificado en el grupo de estudio a través del modelo de Programación Neurolingüística (PNL).

Este modelo de PNL considera tres grandes sistemas para representar mentalmente la información: el visual, el auditivo y el kinestésico. Los alumnos visuales aprenden mejor cuando leen o ven la información

de alguna manera; a los auditivos se les facilita aprender cuando reciben las explicaciones oralmente, cuando pueden hablar y explicar esa información a otra persona; y los kinestésicos necesitan moverse, aprenden mejor cuando hacen cosas como experimentos de laboratorio o proyectos (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2004).

Los resultados de la aplicación del modelo de PNL mostraron que el 36.8 % de los estudiantes son kinestésicos, el 23.7 % visuales, el 23.7 % auditivos, el 7.9 % visual-kinestésico, el 5.3 % auditivo-kinestésico y el 2.6 % visual-auditivo. Por lo tanto, estos diversos estilos de aprendizaje demuestran que los estudiantes ocupan sistemas de representación más o menos eficaces para realizar determinados procesos mentales, además de que el seguimiento de su aprendizaje debe ser de manera continua y personalizada.

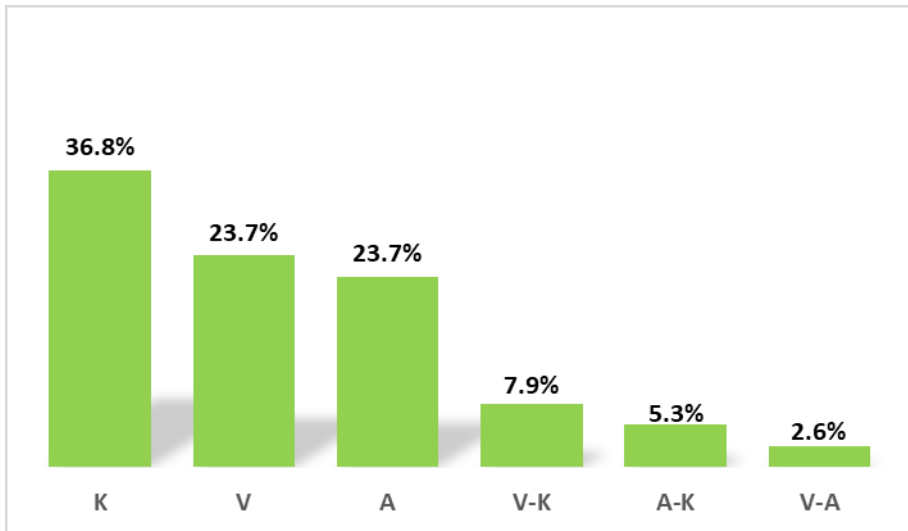


Figura 1. Estilo de aprendizaje, otoño 2018

En relación al nivel de conocimientos con el que ingresan los estudiantes, se utilizó el examen diagnóstico que se describe a continuación en los instrumentos para medir el impacto de la plataforma.

Indicadores

Para medir el impacto de la plataforma se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Examen diagnóstico: evalúa el nivel de conocimiento con el que los estudiantes ingresan a la asignatura de Precálculo.
- Examen departamental: evalúa el nivel de conocimiento con el que los estudiantes egresan de la asignatura de Precálculo.
- Nivel de desempeño: evalúa el nivel de dominio de los temas seleccionados en la plataforma.

De manera correspondiente, los indicadores que se determinaron para los instrumentos mencionados son:

- El número de estudiantes aprobados y reprobados en el examen diagnóstico.
- El número de estudiantes aprobados y reprobados en el examen departamental.
- El número de estudiantes con nivel de desempeño alto, medio y bajo en la plataforma.

En general, se estudiaron temas relacionados con álgebra, trigonometría analítica y funciones como leyes de exponentes, radicales y logaritmos, factorización, simplificación de expresiones racionales, fraccio-

nes parciales, ecuaciones, desigualdades, trigonometría y trigonometría analítica, funciones y gráficas de funciones.

Estudio y análisis

Los resultados del examen diagnóstico de Precálculo, aplicado al grupo de estudio, muestran en la Figura 2 un 92 % de estudiantes reprobados en conocimientos de álgebra, trigonometría analítica y funciones, lo cual refleja un nivel de conocimiento insuficiente en matemáticas.

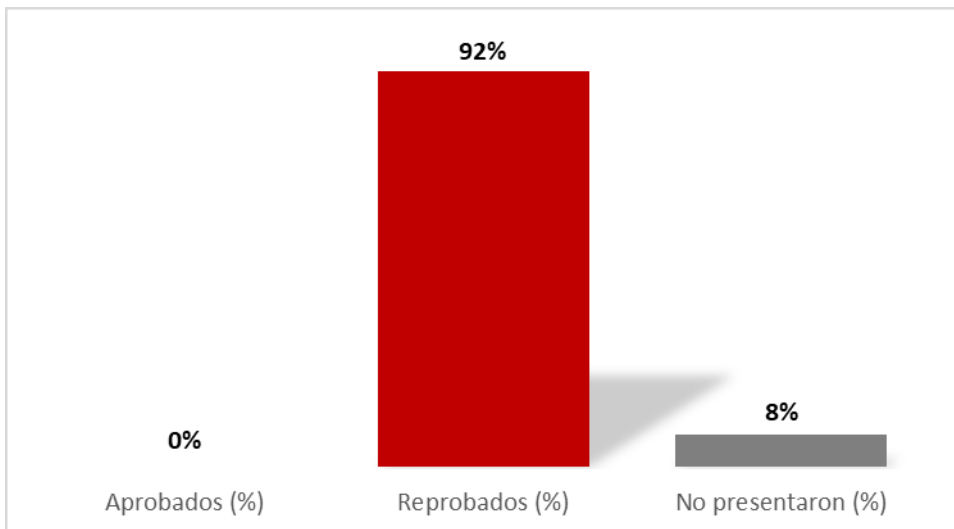


Figura 2. Resultados del examen diagnóstico de Precálculo, otoño 2018

Los resultados del examen departamental de Precálculo, aplicado al grupo de estudio, muestran en la Figura 3 un porcentaje de aprobación del 74 % y un porcentaje de reprobación del 21 %, lo que representa una mejora en el resultado de aprendizaje.

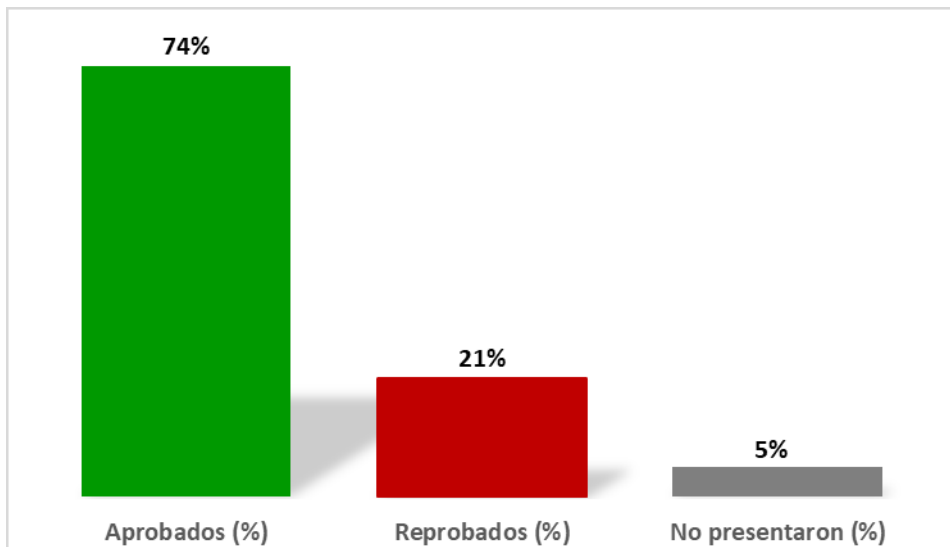


Figura 3. Resultados del examen departamental de Precálculo, otoño 2018

La Figura 4 muestra un análisis comparativo del índice de reprobación entre el examen diagnóstico y el examen departamental con una reducción del 71 %, es decir, el índice de reprobación disminuye de 92 % a 21 %.

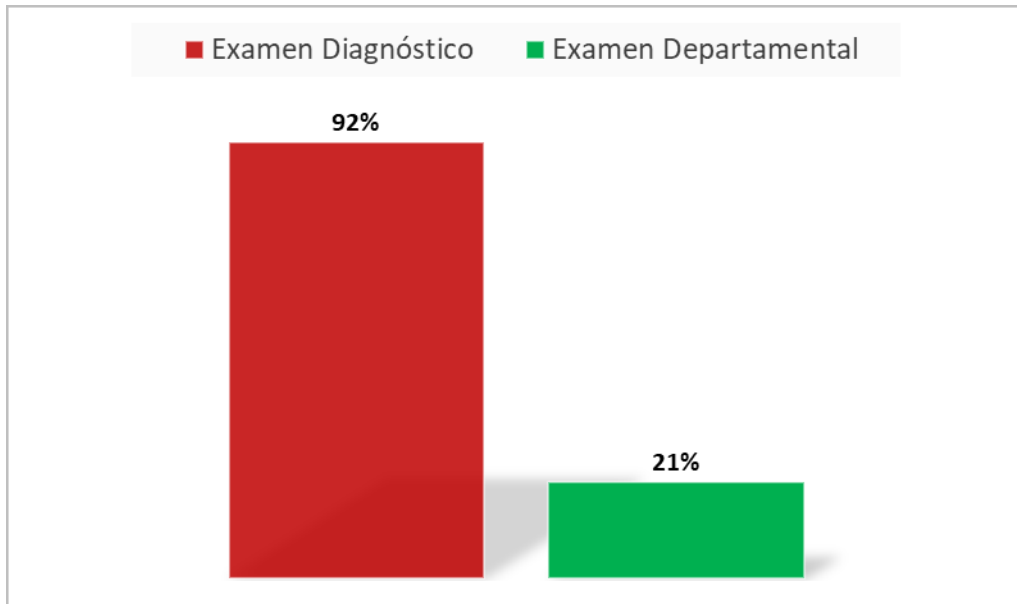


Figura 4. Disminución del índice de reprobación, otoño 2018

El nivel de desempeño que tuvieron los estudiantes en ALEKS se determinó en función del porcentaje alcanzado para dominar los temas seleccionados en la plataforma. Es decir, se considera un nivel alto cuando el porcentaje de dominio de los temas es menor o igual al 100 % pero mayor al 80 %; un nivel medio cuando el porcentaje es menor o

igual al 80 % pero mayor al 60 %; y un nivel bajo cuando el porcentaje es menor o igual al 60 %.

La Figura 5 muestra el impacto del nivel de desempeño en el uso de la plataforma con respecto a los resultados del examen departamental. El 16 % de los estudiantes reprobados en el examen departamental obtuvo un bajo nivel de desempeño, mientras que el 24 % y 45 % de los estudiantes aprobados en el examen departamental lograron un nivel de desempeño medio y alto, respectivamente.

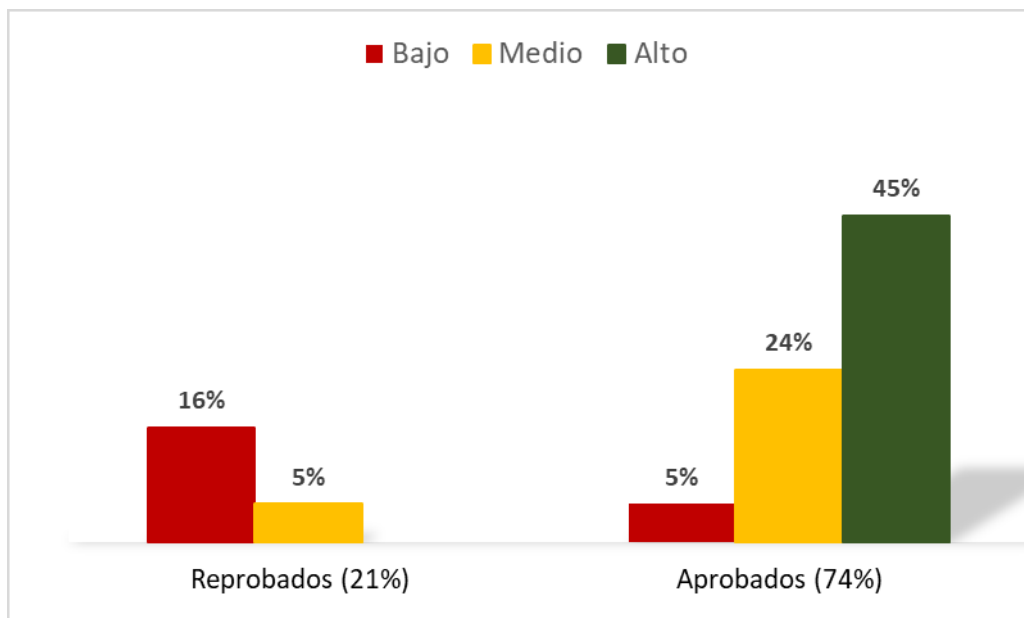


Figura 5. Impacto del nivel de desempeño en el examen departamental

Los estudiantes pueden recordar y retener el conocimiento mediante evaluaciones continuas e individualizadas, mejorando los resultados de aprendizaje.

Conclusiones

El uso de la plataforma ALEKS en este estudio es una opción adecuada para involucrar e integrar a los estudiantes de nuevo ingreso en la mejora de su propio proceso de aprendizaje, ya que con el sistema de inteligencia artificial fue posible establecer una ruta académica individualizada de acuerdo con las necesidades de cada estudiante y contribuyó a que estos sean más responsables y comprometidos con su aprendizaje de manera autodidacta.

Además, los estudiantes se adaptaron rápidamente a la plataforma, pues es versátil y de fácil navegación. Los ejercicios se resolvieron con diferentes grados de dificultad, de tal manera que a medida que los estudiantes avanzaban, el nivel iba aumentando.

El proceso de aprendizaje se adaptó al estilo de aprendizaje y nivel de conocimiento de cada estudiante y este nivel de conocimiento fue posible medirlo al identificar el nivel de dominio de los temas.

El proceso de enseñanza se reforzó con el seguimiento, la asesoría y la retroalimentación del docente de manera personalizada dentro del aula.

Por lo tanto, se logró fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia una educación con tecnologías digitales y seguimiento personalizado del proceso de aprendizaje.

En la actualidad, el uso de las TIC es una alternativa para involucrar a los actores de los procesos enseñanza-aprendizaje en un mundo

globalizado de competencias, como un apoyo que facilita y acelera la adquisición del conocimiento.

No obstante, cabe destacar que, como señala Fernández (2015), la sola sustitución de un tipo de recurso por otro, como las plataformas digitales por los medios tradicionales en el aula, no transformará los procesos de enseñanza-aprendizaje. De ahí que la formación, creencias y experiencia del docente de matemáticas son claves en el uso que le den los estudiantes a las TIC para su aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- ALEKS. (2019, 27 de agosto). McGraw-Hill. https://latam.aleks.com/about_aleks
- Armstrong, T. (2006). *Inteligencias múltiples en el aula*. Paidós Educador.
- Boulahrouz, M., Medir, R. y Calabuig, S. (2020, 3 de julio). *Tecnologías digitales y educación para el desarrollo sostenible: un análisis de la producción científica*. Revista de Medios y Educación, 54, (pp. 82-105). [idUS - Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación - 2019 - N° 54](#)
- De Túnez, C. (2005). Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información. Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).
- Engelbrecht, J., Llinares, S. y Borba, M.C. (2020, 3 de julio) Transformation of the mathematics classroom with the internet. *ZDM Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01176-4>
- Fernández, A. (2015). Exploration on new roles and changes in E-books in Education. *Digital Textbooks, What's New?* IARTEM/Servizo de Publications USC. [Exploration on new roles and changes in E-Books in education - Dialnet \(unirioja.es\)](#)

- Gamboa, M., García, Y. y Ahumada, V. (2017). Diseño de Ambientes de Enseñanza-Aprendizaje.: Consideraciones con base en la PNL y los estilos de aprendizaje (Vol. 1). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Lugo, M., y Kelly, V. (2008). La gestión de las TIC en las escuelas: el desafío de gestionar la innovación. Las TIC. Del aula a la agenda pública. IPE-UNESCO y UNICEF.
- Marta, C., Gabelas, J., y Hergueta, E. (2016). Applying inter-methodological concepts for enhancing media literacy competences. *Journal of Universal Computer Science*, 22, (pp. 37-54).
- Mato, D., Castro, M., y Pereiro, M. (2018). Análisis de materiales didácticos digitales para guiar o apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. *@tic. Revista d'innovació Educativa*, 20, pp. 72-79, 1 de julio de 2020. <https://www.proxydgb.buap.mx:2168/10.7203/at-tic.20.12117>
- Minerva, M. U. (2007). *Documento de Integración*. BUAP.
- Moreno-Armella, L., y Hegedus, S. (2009). Co-action with digital technologies. *Zdm Mathematics education*, 41, pp. 505-519. Co-acción con tecnologías digitales | SpringerLink.
- Moya, A. (2019). Coaching educativo: ¿Qué identidad docente nos revela esta nueva corriente? *Foro de Educación*, 17, pp. 271-287.
- Pavón Rabasco, F. (2005). Educación para las nuevas tecnologías. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 25, pp. 5-17.
- Rodríguez, J. y Bonafé, J. (2016). Libros de texto y control del curriculum en el contexto de la sociedad digital. *Cadernos Cedex*, 36(100), pp. 319-336.
- Secretaría de Educación Pública (2004). *Manual de estilos de aprendizaje. Material autoinstruccional para docentes y orientadores educativos*. [Microsoft Word - Manual de Estilos de Aprendizaje\[1\].doc \(pucv.cl\)](#)

2. La integración de las TIC en el enfoque de aprendizaje en programas de ingeniería

Karina Martínez Morales, Francisco Javier Méndez Ramírez, Augusto Pérez Pérez, Brian Guillermo Sotelo Martínez

Colegio de Ingeniería Industrial, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.

Introducción

La tecnología ha sido utilizada desde hace tiempo en programas educativos y académicos de ingeniería para facilitar operaciones y procesos. Actualmente, se busca que las TIC se implementen con un enfoque pedagógico integrador y potenciador en los programas educativos y académicos, la práctica docente y los formatos de clase de una forma más integral. En este marco, se exploran dos modelos centrados en el aprendizaje que emplean las TIC como herramienta potenciadora —el Aula Invertida y la Realidad Aumentada— y se desarrolla un proyecto piloto de diseño, programación e implementación de simuladores en una asignatura de ingeniería como una manera de abrir camino hacia los laboratorios virtuales. El papel del docente es fundamental en esta transformación a fin de ayudarle, capacitarle y proporcionar herramientas que le permitan conocer el potencial pedagógico de las TIC, que es tarea primordial.

El siguiente capítulo pretende explorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en programas educativos de ingeniería, organizado de la siguiente manera: Introducción a las TIC en procesos de enseñanza-aprendizaje, ventajas del uso de las TIC como herramienta en los modelos centrados en el aprendizaje, retos de la implementación de las TIC, herramientas tecnológicas para la enseñanza-aprendizaje, desarrollo e innovación en las TIC para la educación, recomendaciones y conclusiones. El objetivo principal es exponer las diferentes posibilidades que tienen las TIC como propósito fundamental de la enseñanza-aprendizaje enfocado a la ingeniería.

Las TIC en procesos de enseñanza-aprendizaje

La tarea de las universidades para introducir las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje es de vital importancia, debido a que la formación en la etapa universitaria debe abarcar tanto la adquisición de conocimientos técnicos en un área específica de la ciencia, como el desarrollo de habilidades prácticas que permitan a los jóvenes ingresar al mercado laboral con éxito.

Las instituciones educativas, y de manera especial las que imparten educación superior, deben participar en la formación de recursos humanos capaces de enfrentarse a los actuales cambios y responder así a las exigencias del mercado laboral y necesidades de la sociedad. (Chablé, 2006).

Para lograrlo, la ingeniería debe sortear retos en dos campos principales: 1) Mejorar sus programas universitarios con el fin de hacerlos más atractivos para que un número mayor de estudiantes se sientan atraídos a ingresar a dichos programas y concluirlos. 2) Desarrollar en

los estudiantes las habilidades prácticas que les permitan responder a las necesidades actuales del mercado (Unesco, 2010).

Orientar la educación hacia un modelo constructivista, centrado en el aprendizaje y el alumno, es un tema cada vez más recurrente cuando se discuten y analizan alternativas para la mejora en cualquier nivel, incluyendo el de educación superior.

Además de responder a las problemáticas sociales y económicas actuales, los programas de ingeniería abordados desde modelos centrados en el aprendizaje, también empatan con la necesidad de formar a los jóvenes que han crecido y nacido en la era digital, para quienes, debido a las características propias de su generación, “aprender haciendo” estén apoyados de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Lo que no descarta el papel de la colaboración a través de tecnologías y plataformas ad hoc, así como procesos de contrastación en diversos campos de la ciencia y la ingeniería e incluso la contraposición de pensamientos o criterios divergentes utilizados para construir aprendizaje.

Las nuevas generaciones como los Millenials, nacidos entre los primeros años de los 80 y finales de los 90; y la Z, nacidos de 1995 y posteriores (Organización Internacional de la Juventud, 2017), han crecido en medio de la era de la información digital y ahora viven la llamada era de la experiencia, conectados a internet y con capacidad para dominar la tecnología. Ellos son multitasking y multimodales, quienes están acostumbrados a usar diferentes canales y dispositivos para comunicarse, estudiar, trabajar y divertirse e incluso lo hacen todo de manera simultánea.

En su paso por las aulas universitarias, a estas generaciones acostumbradas a la tecnología y conectividad, al zapping digital y al multitasking, se han integrado a un formato de clase que en la gran mayoría

de los casos es exactamente igual que hace quince, veinte o treinta años, y a pesar de que vivimos en la era de las TIC, lo más común sigue siendo observar al docente frente al pizarrón escribiendo fórmulas, repitiendo en voz alta y que muchas veces los alumnos solo copian pasivamente (Rugarcía et al., 2000). Esta actitud pasiva parece estar amarrada a la idea de que estar sentados y copiar en silencio es prestar atención, y durante mucho tiempo se ha mandado el mensaje de que eso es lo que se espera de los alumnos.

Ventajas del uso de las TIC como herramienta en los modelos centrados en el aprendizaje

Las nuevas generaciones requieren un modelo educativo centrado en el aprendizaje, con un cambio hacia un paradigma constructivista porque «necesitan construir su conocimiento» (Skiba, 2006) y, como dice Brown (2000), quieren «aprender descubriendo» (citado en Skiba y Barton, 2006). Para ellos, «la experiencia dice más que mil palabras», es por eso que «buscan experiencias significativas y desafiantes en el aprendizaje y su carrera» (Howard, 2011). Las TIC empleadas con fines pedagógicos abren la puerta hacia un mundo de enormes posibilidades, en este sentido, pueden ser vistas como una oportunidad para involucrar a los alumnos en la construcción del conocimiento, motivo por el cual brindan una variada gama de alternativas cuando se trata de responder a su necesidad de «aprender haciendo», de brindarles libertad de decisión y expresión, de encontrar la posibilidad de innovar y divertirse, de aprender mediante el juego. La Unesco ha identificado las siguientes ventajas de las tecnologías de la información y el conocimiento cuando se usan con un enfoque pedagógico y educativo (Unesco, 2010):

- Enfoque pedagógico: Permite a los alumnos tener acceso a diferentes formatos y estilos de la explicación/enseñanza de diversos temas, los cuales no podrían ser cubiertos por los métodos tradicionales de enseñanza.
- Recolección y análisis de datos: Para llevar registro del desarrollo de habilidades de los estudiantes de ingeniería y las necesidades de los empleadores, tanto a nivel local como global.
- Un nuevo espacio de trabajo: Dado que una gran mayoría de jóvenes ya cuenta con laptop, tablet o computadora de escritorio, se expresa la oportunidad a las instituciones educativas de pensar en invertir en una infraestructura diferente que complemente los recursos que cada alumno ya ha personalizado en su propia computadora o laptop: nube, simuladores, plataformas para la educación a distancia.
- Recursos gratuitos: Docentes y alumnos pueden descargar software libre de la red y contribuir al desarrollo de software e infraestructura compartiendo propiedad intelectual con otros estudiantes.

«La incorporación de las nuevas tecnologías debería constituir una nueva oportunidad para transformar la docencia universitaria y optimizar la calidad de los aprendizajes de los alumnos» (Canós Darós Lourdes , 2012). Esta transformación debe ser apoyada no solo desde las instituciones educativas sino también desde los gobiernos mediante la elaboración de «políticas públicas que promuevan el uso de las TIC como instrumento estratégico para la negociación, planeación, asignación de recursos y el desarrollo de programas educativos». A los alumnos, las TIC les permitirían saber más sobre el mercado laboral y mantenerse informados sobre quién están «aprendiendo a ser» (Unesco, 2010).

Bajo esta perspectiva, es de suponerse que con el diseño de programas universitarios de ingeniería y prácticas docentes, basados en modelos constructivistas que contemplen las características y estilos de aprendizaje de los jóvenes “Y” y “Z”, y la incorporación de las TIC con un enfoque pedagógico, se obtenga como resultado un mayor compromiso y participación al asumir su rol como alumnos activos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. De ser así, los programas y prácticas docentes con enfoque constructivista beneficiarían a los siguientes:

- Al propio alumno en su formación y futuro desempeño como profesionalista.
- A los docentes, quienes además de desempeñarse como guías y facilitadores, se convertirían en coaprendices de sus alumnos.
- A los empleadores, que podrían esperar perfiles más participativos, independientes, críticos, propositivos, tolerantes a la frustración, orientados al trabajo en equipo y la resolución de problemas.
- A la sociedad en su conjunto, que podría contar con profesionistas que emplean sus conocimientos científicos y técnicos, así como de habilidades para prácticas, promover el bienestar y el progreso social.

Retos de la implementación de las TIC

En la conferencia internacional “El impacto de las TIC en la educación”, llevada a cabo en Brasil en el 2010, Katerina Anadiou, representante de la OCDE, señaló que las barreras y obstáculos detectados por la OCDE para el uso de las TIC en la educación se pueden analizar en tres niveles (Quintanar, 2010):

- Personal: Como la tecnología se mueve rápido, cada vez más aparecen requerimientos y escasez de tiempo para su adaptación en los docentes. La principal barrera es la ausencia de entrenamiento pedagógico, es decir, no comprender ni saber cómo utilizar las TIC para enseñar.
- Institucional: Se refiere a la falta de soporte técnico y la necesidad de utilizarlas adecuadamente y cuando las necesitan.
- Política: Es necesario ofrecer entrenamiento a los docentes en servicio y no solamente a los que se encuentran en la etapa de formación inicial docente.

Los modelos constructivistas que emplean las TIC con fines pedagógicos demandan de los docentes nuevas competencias en la preparación de información y guías de aprendizaje. De los alumnos, requieren un papel más activo y autónomo en su proceso de aprendizaje, así como la capacidad de mantener una relación fluida con el docente. (Canós Darós Lourdes, 2012).

Implementar las TIC en la educación tiene un papel importante en pasar la responsabilidad del proceso de aprendizaje del maestro al alumno. Sin embargo, esto no quita la necesidad de un liderazgo en el aula ni le quita valor a ciertas habilidades y prácticas tradicionales del docente. (Du Toit, 2015).

Tampoco quiere decir que ciertas prácticas tradicionales en la enseñanza (planeación de clase, liderazgo del docente en el aula, contestar preguntas) deban descartarse, sino que los docentes deben ser apoyados en la búsqueda de nuevas maneras de acercarse a los alumnos y acercarlos, a su vez, al conocimiento.

Enfoques de aprendizaje

A partir de la lectura y el análisis de diversos documentos publicados por la Unesco, en torno a la necesidad de transformar la educación, el panorama actual de la ingeniería y la implementación de las TIC para la formación de una nueva generación de ingenieros, (todos disponibles en su sitio web oficial <http://iite.unesco.org/publications/>), se efectúa una investigación documental con enfoque deductivo utilizando Google Académico para realizar consultas sobre el uso reciente de las tecnologías de la información en programas de ingeniería y las ventajas que presentan al emplearse en asignaturas de ingeniería con alumnos de las generaciones Millennial y Z. Las búsquedas se elaboraron tanto en español como en inglés, de este modo se logró obtener información sobre el panorama actual en el manejo de las TIC en México y Latinoamérica, así como en países de habla inglesa como Estados Unidos y Gran Bretaña.

De los casos y ejemplos documentados que se hallaron, se seleccionaron el Aula Invertida y la Realidad Aumentada por considerarse los dos con mayor practicidad y potencial para despertar interés y participación por parte de docentes y alumnos en una asignatura de ingeniería. Para enriquecerse el aula invertida se desarrollaron programas de simulación para problemas de ingeniería en la resistencia de materiales.

Por otro lado, se realiza la recolección de datos a través de un cuestionario para determinar el impacto de la implementación de los simuladores, a fin de advertir si fue de utilidad en el proceso de aprendizaje del alumno.

Aula Invertida, un ejemplo del uso pedagógico de las TIC

Actualmente, existe una serie de modelos educativos probados en los que las TIC tienen un papel protagonista, como los referidos por el libro *Los modelos tecno-educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (Gómez, 2014). Entre ellos, encontramos el de “Aula Invertida” y el de “Realidad Aumentada”, que por la interacción con el alumno se consideran atractivos para despertar mayor interés y participación de alumnos Millennial y Z en algunas asignaturas de programas de ingeniería, si se implementan en determinadas asignaturas de ingeniería. Según lo referido por Coufal (2014), Lage, Platte y Treglia (2000) y Talbert (2012) el aula invertida o modelo invertido de aprendizaje pretende invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional bajo un enfoque centrado en el alumno y mediado por la tecnología: como sabemos, habitualmente el docente es quien llega a impartir cátedra, a enseñar conceptos y a dar a los alumnos el marco teórico en el salón de clases; este modelo lo que propone es que el alumno aprenda esos conceptos y ese marco teórico fuera del aula mediante todo tipo de herramientas multimedia: videos y presentaciones en línea.

El uso de las TIC en este proceso brinda a los alumnos de las nuevas generaciones la posibilidad de consultar el contenido una y otra vez, tantas veces como así lo quieran o necesiten, y podrá sentirse en la libertad de hacerlo en el momento en el que mejor le resulte, ayudando con esto a satisfacer su necesidad de conectividad y poder de decisión.

Figura 1. Aula invertida.



Fuente: Moreno (2014). <https://www.nubemia.com/aula-invertida-otra-forma-de-aprender/>

El formato de las sesiones de clase, señalado por Bergman (2014), parece el más conveniente para su aplicación en asignaturas de programas de ingeniería, y es el siguiente:

- Transmitir a los estudiantes en qué consiste el modelo, la estructura de clases, los contenidos y materiales.
- Entrenar a los alumnos sobre la forma adecuada de visualizar los recursos que el docente ha preparado o seleccionado previamente.
- En las reuniones presenciales, cada estudiante debe realizar una pregunta que no pueda responderse con el recurso visualizado, esto permitirá explicar o aclarar la información, analizar la formulación de conceptos erróneos y desarrollar más el tema.

- El aula debe permitir el trabajo rotativo en pequeños grupos, por lo que contar con pizarrones interactivos y pantallas sería muy útil.

Como ya se mencionó, uno de los aspectos fundamentales del modelo de aprendizaje invertido con este formato de sesiones es el tiempo de planeación que debe tomar el docente; se entiende que no solo debe planear la sesión que está más próximo a dar, sino un conjunto de sesiones en las que pretende abordar uno o más conceptos o hacer análisis de casos a partir de lo que los alumnos ya hayan apprehendido en el contenido que previamente les fue facilitado.

La Realidad Aumentada (RA)

Es una tecnología que «combina objetos generados en tercera dimensión por computadora y textos sobrepuestos en imágenes y videos reales en tiempo real» (Fernández, 2014). La RA ha evolucionado a partir del uso de otras tecnologías (la tecnología móvil, por ejemplo), por lo que actualmente se habla de RA sin la limitante de una tecnología específica. Mekni Mehdi (2014) proponen que definir la RA como «sistemas que presentan las siguientes características: 1) combinan elementos reales y virtuales; 2) interacción en tiempo real; y 3) se registra en 3D».

La RA ha sido empleada en el marketing y el entretenimiento. En 2013, Volkswagen desarrolló la aplicación MARTA (acrónimo de Mobile Augmented Reality Technical Assistance), para ayudar a los usuarios del modelo XL1 (híbrido diésel y eléctrico) y similares a realizar tareas sencillas de detección y mantenimiento mediante realidad aumentada.

Figura 2. Se muestra un ejemplo de MARTA.



Fuente: <https://techsee.me/blog/augmented-reality-instruction-manual/>

Según la información de la sección de Innovación en la página oficial de la compañía alemana, este instrumento se diseñó para facilitar las tareas de mantenimiento de un vehículo de alta tecnología como es el XL1, tanto para los usuarios como para las agencias de servicio:

Muestra partes reales y virtuales en una relación de tercera dimensión con respecto a otras [...]. Cuando se llama a MARTA, el sistema enlista todos los trabajos que han de realizarse con el equipo necesario. Cada tarea o trabajo empieza con lo que se conoce como inicialización. La silueta del vehículo aparece en la pantalla del móvil o dispositivo, y muestra

al empleado la orientación que debe tomar en relación con el vehículo. Si la silueta y la imagen de la cámara del vehículo real coinciden, la inicialización se ha completado de manera exitosa. Los pasos por seguir se mostrarán en la tablet o dispositivo. Esto ofrece al empleado un nuevo sistema para detectar problemas de forma más rápida y precisa.

MARTA sigue desarrollándose, pero seguramente no falta mucho para que surjan más iniciativas como esta y lleguen cada vez a más y más usuarios.

La RA está abriendo caminos en la educación y la industria aportando innovación en laboratorios de ingeniería y plantas alrededor del mundo.

La aplicación de RA en modelado 3D puede ser empleado en cualquier programa de ingeniería en el que se requieran modelos en tres dimensiones en la etapa de proyectos, pero se ha usado más comúnmente en ingeniería mecánica y civil, arquitectura y educación en ingeniería. (Pejić et al., 2014).

Meneses Fernández y Martín Gutiérrez (2014) estudiaron el uso de la RA para la mejora del desempeño académico y la motivación del alumno en programas de ingeniería. Para asistir en la enseñanza de asignaturas de Ingeniería Industrial utilizaron un libro de RA en el que los modelos virtuales aparecen en las páginas, lo cual lo hace útil para la elaboración de bosquejos, diseño y normalización de elementos mecánicos, procesos comunes en asignaturas relacionadas con el diseño de máquinas, así como de tecnología mecánica para que los alumnos lo dominen.

Desarrollo e innovación en las TIC para la educación

Los programas de laboratorios virtuales son otra herramienta para llevar a la práctica el enfoque constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje, pues el alumno puede constatar la hipótesis a través de experiencias virtuales.

Partiendo de esta idea y ante la necesidad de probar estrategias diferentes en una asignatura que presenta un alto nivel de reprobación (Resistencia de Materiales), se elaboró un proyecto piloto que abarca el diseño, desarrollo, programación e implementación de simuladores a través de un laboratorio virtual que permita un acercamiento con los alumnos, que perciben la asignatura como poco agradable y compleja.

Con base en la investigación y la experiencia del docente con los alumnos dentro del aula, se determinaron los temas más difíciles de comprender en la asignatura. A partir de los contenidos más críticos de la misma se desarrollaron prototipos de simulación para acceder a la búsqueda del conocimiento. Con la siguiente metodología, los prototipos buscan un ejercicio práctico base que pueda ser manipulado y genere diferentes soluciones. De esta manera se elabora un diseño y código de programación para crear el simulador. Al desarrollar los modelos de simulación se detectan los siguientes retos: el proceso de programación demanda habilidades y destrezas específicas, que para un usuario que nunca ha programado se torna aún más complicado, complejo y requiere de más tiempo. Además, hay que considerar los recursos que se requieren para la infraestructura de un laboratorio virtual.

En las siguientes imágenes se puede observar el resultado del aula virtual:

ESFUERZO PERMISIBLE:

Para garantizar la seguridad de una pieza, es necesario elegir un esfuerzo permisible que limite las cargas aplicadas a un valor menor al que el cuerpo falla de acuerdo a un factor de seguridad que depende del material y las condiciones a las que va a estar sujeto tales como corrosión, impacto por vibraciones etc. El esfuerzo permisible es el esfuerzo unitario al que puede sujetarse el cuerpo con seguridad.

10
5 a 18 KN

áng A= 29.25 áng B= 45.00 W= -10.0

FA = 26.04 FAx = -22.72 FAY = -12.73

FB = 32.13 FBx = 22.72 FBy = 22.72

PROBLEMA NUEVO

MOSTRAR FIGURA

SALIR

Gperm = 1.2 MPa

| Diámetro de Cable | | Área d sección |
|--------------------------------------|-------|-----------------|
| pulg | mm | mm ² |
| <input type="radio"/> 1/16 | 1.58 | 1.96 |
| <input type="radio"/> 1/8 | 3.17 | 7.89 |
| <input checked="" type="radio"/> 1/4 | 6.35 | 31.67 |
| <input type="radio"/> 1/2 | 12.70 | 126.6 |
| <input type="radio"/> 3/4 | 19.05 | 295.0 |
| <input type="radio"/> 1 | 25.40 | 506.7 |

1/4

Seleccione diámetro y click aquí

RESISTE

Ver Pperm

Figura 3. Tomada del software para calcular Esfuerzo Permisible

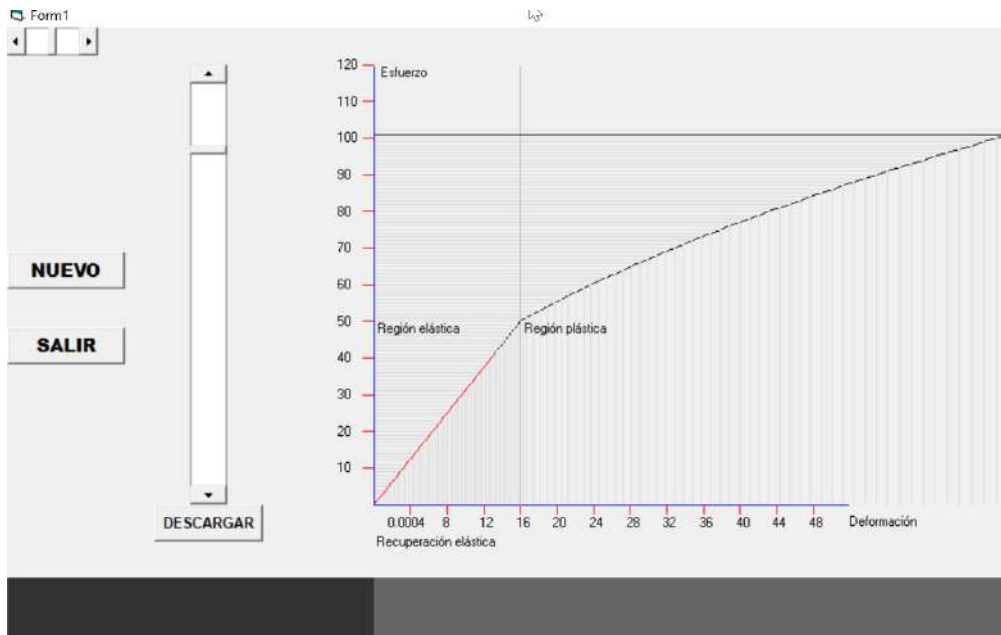


Figura 4. Tomada del software para calcular la gráfica de Esfuerzo Permissible

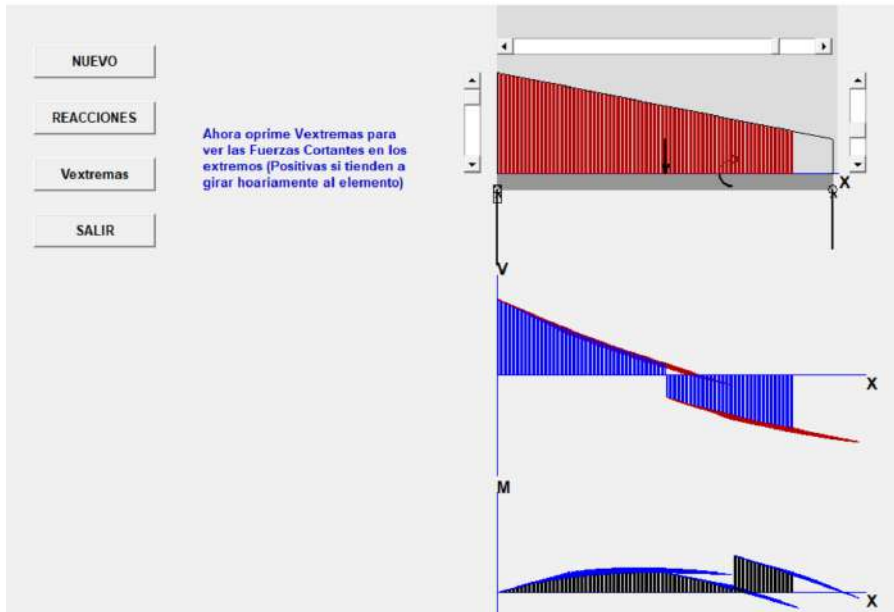


Figura 5. Tomada del software para gráficos de esfuerzos cortantes

Se espera multiplicar los beneficios cuando los alumnos que participaron en la elaboración de los simuladores en programas como Visual Basic y puedan compartir con otros compañeros su experiencia y aprendizaje obtenido en el proceso.

Recomendaciones y conclusiones

Como ya se ha mencionado, corresponde al docente generar el cambio hacia un modelo constructivista que implemente las TIC, por lo cual,

es necesario es de vital importancia apoyarlo y capacitarlo. La primera recomendación se destaca en llevar a cabo una serie de charlas para que los docentes expongan sus quejas, comentarios, dudas y preguntas sobre los retos que enfrentan al trabajar con las nuevas generaciones y las TIC.

La creación de un espacio o plataforma digital que facilite la planeación semanal de asignatura para que los docentes puedan intercambiar y recomendar software, simuladores e ideas para el trabajo con enfoque constructivista, fomentando la interdisciplinariedad y la retroalimentación.

El modelo de Aula Invertida parece ser un buen punto de partida para la incorporación de las TIC en programas de ingeniería, en los que se ha agotado el sistema de enseñanza tradicional. Se trata más bien de aprovechar el hecho de que los alumnos cuentan ya con sus propios equipos (laptop, pc, tablet o smartphone) y están acostumbrados a consumir contenido digital como parte de su tiempo de ocio, por lo cual, si el material ha sido adecuadamente seleccionado o producido, se puede suponer que despertará el interés del alumno para consultar o descargar información sin que esto represente mayor problema.

El modelo de Realidad Aumentada tiene a su favor el hecho de que se considera la tecnología más novedosa y atractiva, que permite personalizar la experiencia de aprendizaje, de acuerdo con las necesidades específicas de los programas de ingeniería. Desde luego, la RA representa también el gran reto para el docente de tener que aprender primero por cuenta propia el modelado de elementos 3D y escenarios. Con la ventaja de menores costos, un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en el ensayo y el error, además de mucho trabajo en equipo, podemos considerar la RA como un reto bastante atractivo para apoyar e

impulsar en los programas de ingeniería, sin duda, es un gran ejemplo de lo que significa «aprender haciendo» y «construir el conocimiento».

El desarrollo de simuladores parece ser un buen comienzo para tomar el camino en esa dirección. Docentes y alumnos pueden trabajar en conjunto en su conceptualización y desarrollo, posteriormente utilizarlos e incorporarlos a los salones de clases siguiendo el principio ya señalado de que el aula del siglo XXI integra en el mismo espacio un laboratorio de informática.

Referencias bibliográficas

- Tulgan, B. (2013). *Meet Generation Z: The second generation within the giant “Millennial” cohort*. Grupespsichoterapija.Lt., RainmakerThinking, Inc. <https://grupespichoterapija.lt/wp-content/uploads/2017/09/Gen-Z-Whitepaper.pdf>
- Canós Darós Lourdes, C. D. M. J. (2012). El uso de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación superior. In XVII Jornadas Asepuma – V Encuentro Internacional (Ed.), pp. 2-14. <http://dragodsm.com.ar/>
- Chablé, G. V. (2006). El docente ante los retos educativos del siglo XXI. *Academia Accelerating the Word’s Reserch*, 2, pp. 55-59.
- De Benito Crosetti B. A. Salinas Ibáñez J. M., D. M. A. (2015). Medios digitales y multimedia aplicados a la formación. *Nuevos retos en tecnología educativa*. (pp. 113–130). Síntesis.
- De Piero, J. L. (2015). Comunidades lingüísticas y alfabetización digital: una propuesta de análisis del lenguaje en la web. *Itinerarios Educativos*, 7, pp. 98-110. <https://doi.org/10.14409/ie.v0i7.4950>
- Diane J Skiba, A. J. B. (2006). Adapting Your Teaching to Accommodate the Net Generation of Learners. *Online Journal of Issues in Nursing*, 11(2), 15. https://www.researchgate.net/publication/6598653_Adapt

ing_Your_Teaching_to_Accommodate_the_Net_Generation_of_Learners

Du Toit, J. (2015). Teacher Training and Usage of Ict in Education New directions for the UIS global data collection in the post-2015 context. UNESCO Institute for Statistics.

Esquivel Gámez, I. (2014). *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (1.ª Edición). Universidad Veracruzana-Región Veracruz. https://www.uv.mx/personal/iesquivel/files/2015/03/los_modelos_tecno_educativos__revolucionando_el_aprendizaje_del_siglo_xxi-4.pdf

Gómez Castellanos, R. M. (2011). La era digital. Cómo la generación net está transformando al mundo. *Revista Culturales*, 7(13), pp. 177-183. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-11912011000100009&lng=es&tlng=es

Haddad, W. D. (1990). Marco de acción para satisfacer las necesidades básicas de aprendizaje **básico**. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 10(1) (pp.153-174) https://www.cee.edu.mx/rlee/revista/r1981_1990/r_texto/t_1990_1_09.pdf

Howard, E. A. (2011). How do Millennial engineering and technology students experience learning through traditional teaching methods employed in the university setting? Purdue University. Department of Computer Graphics Technology Degree Theses. Paper 1. <http://docs.lib.purdue.edu/cgttheses/1>

Jewellery Info – Jewellery Info. (n.d.). Buildar.Co.Nz. Retrieved December 10, 2021, from <http://www.buildar.co.nz/>

Jonathan Bergman, A. S. (2014). *Lleva tu clase a cada estudiante, en cualquier momento y cualquier lugar*. Aprenderapensar.Net. <https://aprenderapensar.net>

net/wp-content/uploads/2014/05/156140_Dale-la-vuelta-a-tu-clase.pdf

- Lizbeth Heras Lara, J. L. V. B. (2004). La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios. *Revista Digital Universitaria*, 5(7), 2.9. <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/int48.htm>
- McCrinkle, M., & Wolfinger, E. (2010). *ABC of xyz, the: Understanding the global generations*. University of New South Wales Press.
- Mekni Mehdi, L. A. (2014). Augmented reality: Applications, challenges and future trends. *Applied Computational Science*, 20, pp. 205-214. <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2014/Malaysia/ACACOS/ACACOS-29.pdf>
- Meneses Fernández, M. G. (2014). Applying augmented reality in engineering education to improve academic performance & student motivation. *The International Journal of Engineering Education*, 30(3), pp. 625-635.
- Moreno, M. L. (2014, July 7). *Aula invertida: otra forma de enseñar y aprender*. Nubemia.com. <https://www.nubemia.com/aula-invertida-otra-forma-de-aprender/>
- Nintendo/Creatures Inc. /GAME FREAK inc. (n.d.). *Pokémon GO*. Pokemon.Com. Retrieved December 10, 2021, from <http://www.pokemon.com/es/videojuegos-pokemon/pokemon-go/>
- OIJ. (2021, 10 de Diciembre). MILLENNIALS ¿Una categoría útil para identificar a las juventudes IBEROAMERICANAS?. Organismo Internacional de Juventud para Iberoamerica. OIJ. <https://oij.org/wp-content/uploads/2017/08/Sobre-la-categori%C3%A1-Millennials-Versi%C3%B3n-web.pdf>
- Petar Pejić, Taško Rizov, Sonja Krasić, Bojana Stajić. (2014). Augmented reality application in engineering. *3rd International Congress, SMAT*, pp. 39–44.

- PTC. (2021). Digital transformig physical. ptc.com. Retrieved December 10, 2021, from <https://www.ptc.com/es>
- Quintanar, A. E. S. (2010). *El impacto de las TIC en la educación*. Cloudfront. Net. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54876426/2010_Impacto_de_las_tic_en_la_educacion-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1639169968&Signature=F5M7Ku4uBPhAnRS1nVAurLMUH4VRuA1NS8lxApcnRsfwaeIs--mV~6om~McxL-8VcVLnUAALIAjV4EnF4ojRkQEK-3xS4zW~9ZzUSetwaMilYHmxUJjgcHNnfm6PFvmW5OHm7h4AG5muMGi1dlWTryDRZf2iaRvgLBnjV7cyzFkRYeejhejGO0yUZikwBk-WIO72fqVroyWbRHAf0u8-9ax5b94hEhDGKuOLij-DRgzGycKEV3kQ--ovyvPD73rKxMxw4P03lWQ-KNbI5u7D-lo0~92ldH-wx7MJD5siPD2O2en0UoCyfV3YZ4xP2PHczYFZCnhPA6uDDs87m4RCKzSQ4w__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GG-SLRBV4ZA
- Rugarcia, A., Felder, R., Wood, D., Stice, J. (2000). *The future of Engineering Education. I. A vision for a new century*. Chemical Engineering Education.
- Salinas Jesus, Darder Mesquida Aantonia, Benito Bárbara. (2015). Las TIC en la enseñanza superior: e-learning, b-learning y m-learning. *Nuevos retos en tecnología educativa*. Ed. Síntesis, pp. 153-174.
- Shaham, H. (2018, July 3). *Augmented reality instruction manual: The perfect user manual*. Techsee.Me. <https://techsee.me/blog/augmented-reality-instruction-manual/>
- Tünnermann Bernheim, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Red de Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portuga*, 48, pp. 21–32. <http://www.redalyc.org/pdf/373/37319199005.pdf>

- Unesco. (2010). *Engineering: issues, challenges and opportunities for development; Unesco report*. Unesco Publishing. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf000018975>
- Unity Technologies. (2021, 10 de Diciembre). Automotive, Transportation & Manufacturing. Unity. unity.com. <https://unity3d.com/es>
- Volkswagen, A. G. (n.d.). *Volkswagenag*. Volkswagenag.Com. Retrieved December 10, 2021, http://www.volkswagenag.com/content/vwcorp/content/en/innovation/Virtual_technologies/MARTA___innovative_service_support_tool_for_the_Volkswagen_XL1.htm
- Waltraud Martínez-Olvera, Ismael Esquivel-Gámez, Jaime Martínez Castillo. (2014). Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: Origen, Sustento e Implicaciones. (Ed.), *Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI*, pp. 143-158. https://www.researchgate.net/profile/Waltraud-Olvera/publication/273765424_Aula_Invertida_o_Modelo_Invertido_de_Aprendizaje_origen_sustento_e_implicaciones/links/550b62030cf265693cef771f/Aula-Invertida-o-Modelo-Invertido-de-Aprendizaje-origen-sustento-e-implicaciones.pdf

3. Mejora continua aplicada en índices de reprobación

Carlos R. Ibáñez Juárez y Nancy R. Ruíz Chávez. *Docentes de la Facultad de Ingeniería, Puebla, México.*

María Fernanda Rodríguez Gómez. *Alumna Benemérita de la Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.*

Introducción

En este artículo se encuentran los resultados del análisis de las calificaciones finales de las materias de Ciencias Básicas para alumnos de la Licenciatura de Ingeniería Industrial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. A partir de la información proporcionada por 6 diferentes grupos con un total de 88 alumnos, se realiza un análisis de índice de reprobación y del bajo promedio de calificación con la metodología del **Círculo de Deming**: Planear-Hacer-Verificar-Actuar, con su variante reducida en forma de reporte A3. El período analizado es el comprendido del semestre de primavera 2019 y para su desarrollo se utilizan las herramientas básicas como hojas de verificación, gráficas de control, histogramas, lluvia de ideas, las 5W y diagrama de Pareto. Con estas herramientas se analizará el problema hasta conocer la causa-raíz y realizar una propuesta de mejora.

El plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial tiene una duración de 4 años y medio. Dicho plan está dividido en 3 etapas:

primera etapa, el Área de Ciencias Básicas; segunda, la Formación de Ingeniería; y tercera, la de Especialidad. En la primera etapa a los alumnos se les da la formación de Ciencias Básicas, que se relaciona con la competencia de resolución de problemas, una de las competencias importantes para su formación a desarrollar en esta etapa. Materias como Precálculo, Cálculo diferencial e Integral, Cálculo de Varias Variables, Ecuaciones Diferenciales y Álgebra Lineal, son algunas de las materias que se imparten en la primera etapa de la formación del estudiante de Ingeniería Industrial. Durante su paso por dichas materias, los alumnos suelen tener diversas dificultades en la comprensión y desarrollo del problema, dando como resultado que el alumno no apruebe la materia. Esto ocasiona que se presenten altos índices de reprobación, cuellos de botellas en las materias por el poco avance y recurso de las materias, deserción del alumno, rezago académico en el avance del alumno y disminución de los índices de egreso del programa.

En el área de Ciencias Básicas, de la Facultad de Ingeniería, se encuentra la mayor población de alumnos asignados y profesores, debido a que es tronco común en ingenierías, lo que significa que todos los alumnos de los 6 programas cursan estas materias. Además, también se presenta una gran cantidad de docentes asignados. Por las razones anteriores, se tienen diferentes factores que influyen en el desempeño, la enseñanza y evaluación de los alumnos. De forma adicional se presenta la diferencia de conocimiento con el cual llegan los alumnos de preparatorias, otros factores son los distractores que influyen en los alumnos, por lo que el reto académico es mayor para el docente, lo que se refleja en las dificultades del alumno con el aprendizaje y para aprobar sus cursos. La identificación de los problemas mencionados implica proponer soluciones que estén basadas en conceptos y metodologías que involu-

cren a los diferentes factores que ocasionan este problema para poder proponer una solución, por lo que es necesario recurrir a metodologías que involucren herramientas de mejora continua.

El círculo de la mejora continua también es conocido como **Círculo de Deming**, su creador en los años 50 fue parte de los trabajos realizados en la reconstrucción del Japón de la posguerra. Esta metodología consiste en la aplicación de técnicas de resolución de problemas con las herramientas estadísticas para optimizar productos y procesos. En sus inicios, como en la actualidad, es muy utilizada en las industrias manufactureras como la automotriz. Este tipo de industrias requiere de procesos robustos, estables y repetibles para asegurar la calidad hacia el cliente. Sin embargo, no quiere decir que sean exclusivos del área de producción como fue en el principio (González, 1996). Esta forma de trabajo también se incorpora en las áreas complementarias que tienen relación de una u otra forma con el producto, diseño del producto, mantenimiento, recursos humanos y capacitación. En un contexto histórico del involucramiento de la estadística con la metodología, se da entre 1920 y 1940, cuando Walter Shewhart comienza a realizar los primeros estudios del Control de la Calidad, tomando como herramienta el Control Estadístico, partiendo de la variación del producto como resultado de las etapas de fabricación. Posteriormente, Genichi Taguchi desarrolla sus conceptos sobre diseño experimental y robusto de los procesos basados en los modelos estadísticos conocidos como Diseño de Experimento, dando inicio a la etapa de la Ingeniería de la Calidad (Gutiérrez, 2014). Esta etapa tiene como objetivo combinar métodos de ingeniería y estadística, con la finalidad de mejorar el rendimiento, el costo y la calidad, 3 factores que definen en gran parte el concepto de calidad. Durante el desarrollo de la calidad, y a lo largo de los años, cuando tuvo

sus inicios con Deming en los 50 (Scherkenbach, 1992), se desarrollaron metodologías para resolver problemas basadas en conceptos estadísticos y gestión de trabajo en equipo, como los círculos de calidad de Ishikawa (Ishikawa K. C., 2020). Esta metodología de trabajo con el tiempo se vuelve una filosofía que ha llegado hasta nuestros días, y que tiene como fundamento la Mejora Continua, también conocido como el **Círculo de Deming**, que representa el planear, hacer, verificar y actuar. Él creía que «lo que no se puede medir, no se puede mejorar», bajo este concepto se desarrollan las herramientas básicas de calidad como la hoja de verificación, el diagrama de Pareto y diagrama de Ishikawa. A partir de estas herramientas que se complementan con la estadística se tiene una metodología que empieza con las 8 disciplinas, evoluciona al 6 sigma y se tienen muchas vertientes, siendo una de ellas el Informe A3 que es una herramienta perfeccionada por Toyota y su sistema de producción (TPS).

Dentro del TPS se tiene muy arraigada la filosofía de la eficiencia y “el cero desperdicios”. El objetivo que plantea el Informe A3 es resolver un problema en una hoja del tamaño de A3, que tiene como propósito de eficiencia en tiempo recursos y productividad, llenar un informe en una hoja que sirva para la toma de decisiones, tomando como base el **Círculo de Deming** (Figura 1).

| | | |
|--------------------------------------|--|--|
| 1. Definición del problema. | 4. Análisis de causa raíz. | 7. Monitoreo de resultados |
| | | |
| 2. Planteamiento del Problema | | |
| | | |
| | 5. Desarrollo de actividades correctivas. | |
| | | |
| 3. Establecer los objetivos. | 6. Implementación del plan de acciones | |
| | | |
| | | 8. Estandarización y mejora Continua. |
| | | |

Figura 1. Formato del Informe A3

El objetivo de este proyecto es realizar una propuesta de mejora continua a partir de la metodología A3, analizando las posibles causas por las cuales los alumnos reprobaban las materias del área de matemáticas, encontrar la causa raíz y realizar una propuesta de solución para su implementación, de manera que se puedan disminuir los índices de reprobación.

Aplicación de las herramientas básicas de la calidad

Las herramientas básicas de la calidad nos permiten que a través de la metodología de Mejora Continua se puedan solucionar problemas aplicados en ámbitos de calidad y en áreas que se requieran mejorar, como un proceso de bienes, servicio y de fabricación. Por su enfoque hacia el cliente es una herramienta muy utilizada en áreas de procesos productivos, permite conocer las necesidades, proponer conceptos de solución como una forma de mejora continua y solución de problemas de raíz, tomando como base el planear-hacer-verificar-actuar (Círculo de Deming), de manera que se toma en cuenta que todo es mejorable a partir de la medición. (Cantú, 2006). Considerando la relación que se presenta

entre el Informe A3 y el Círculo de Deming, el proyecto se desarrolla a partir de la metodología y siguiendo el orden que se presenta en la Tabla 1. Esta metodología, como parte de la importancia de escuchar al cliente y como enfoque principal a través de las opiniones de los estudiantes, complementado con los procesos de enseñanza-aprendizaje, pretende disminuir los índices de reprobación de los alumnos, incorporando sus necesidades para el fortalecimiento de su enseñanza.

Tabla 1. Informe A3 vs Círculo PDCA

| Relación del Informe A3 y el Círculo de Deming | |
|---|-----------|
| 1. Definición del problema | Planear |
| 2. Planteamiento del problema | |
| 3. Planteamiento de objetivos | |
| 4. Análisis de causa-raíz | |
| 5. Contramedidas | Hacer |
| 6. Implementación de contramedidas | Verificar |
| 7. Seguimiento de las acciones | |
| 8. Estandarizar y compartir las mejores prácticas | Actuar |

Definición del problema

La definición del problema es el planteamiento de una condición que debe mejorarse, explicar de forma clara y concisa la descripción del problema, el entendimiento para proceder a las siguientes fases. En este sentido, el problema se determina a partir de las preguntas y comentarios de los alumnos, índices de reprobación y tamaños de los grupos de Ciencias Básicas, donde el de Ingeniería Industrial tiene el mayor número de alumnos. En este paso se utilizan las herramientas de encuestas o consultas de la voz del cliente, análisis de indicadores. En la Tabla 2 se presenta la definición del problema del Informe A3.

Tabla 2. Definición del problema.

| | |
|---|---|
| 1. Definición del problema | |
| Es: | Calificaciones obtenidas por los estudiantes de Ingeniería Industrial en evaluación extraordinaria en el área de matemáticas. |
| No es: | Calificaciones aprobatorias obtenidas por los estudiantes de Ingeniería Industrial en evaluación ordinaria en el área de matemáticas. |
| Problema | |
| <i>El alto porcentaje de alumnos de Ingeniería Industrial reprobados en examen extraordinario para materias en el área de matemáticas, y las bajas calificaciones con las que aprueban los alumnos que llegan a pasar el curso.</i> | |
| Observaciones: Los alumnos no logran aprobar la materia aun cuando se les da una segunda oportunidad. El rendimiento de cada uno de los alumnos que aprobaron llega a ser similar. | |

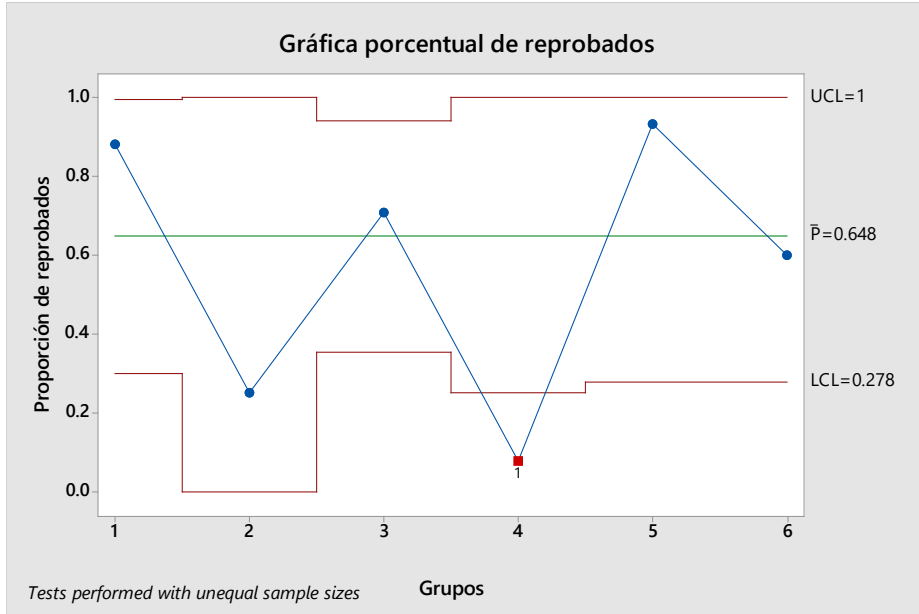
Planteamiento del problema

Con la definición del problema de forma clara, se recolectan los datos de 6 grupos con un tamaño de población de 88 alumnos, como se muestra en la Tabla 3 y se analizan los índices de reprobación en general.

Tabla 3. Recolección de datos en Ciencias Básicas.

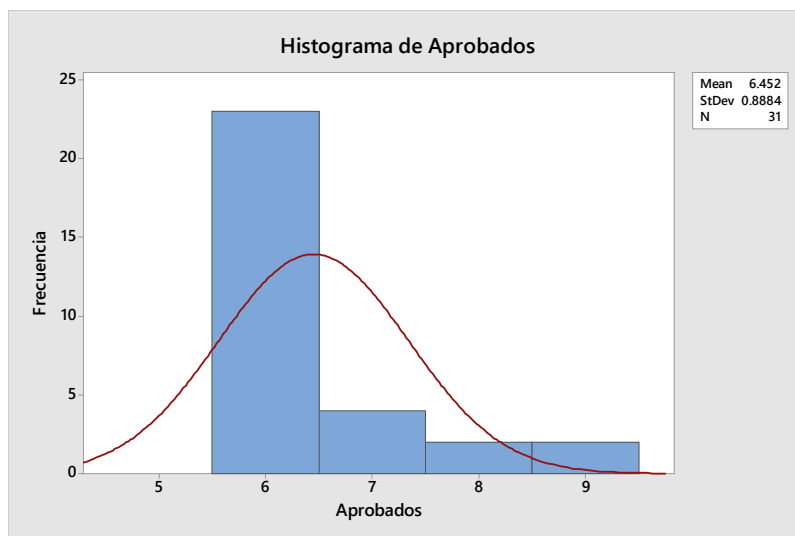
| Materia | Maestro | Aprobados | | Reprobados | | Total |
|--------------------------------|---------|-----------|------|------------|------|-------|
| | | N.º | % | N.º | % | |
| Precálculo | A=E | 2 | 12 % | 15 | 88 % | 17 |
| Precálculo | B | 3 | 75 % | 1 | 25 % | 4 |
| Cálculo de varias variables | C | 7 | 29 % | 17 | 71 % | 24 |
| Cálculo de varias variables | D | 12 | 92 % | 1 | 8 % | 13 |
| Cálculo diferencial e integral | E=A | 1 | 7 % | 14 | 93 % | 15 |
| Ecuaciones diferenciales | F | 6 | 40 % | 9 | 60 % | 15 |
| | Totales | 31 | 42 % | 57 | 58 % | 88 |

De la Tabla 3 se observa que como índice general de reprobación se tiene un 58 %. Sin embargo, es complicado analizar cada grupo por ser de tamaños variables, es decir, los grupos no tienen la misma cantidad de alumnos. Para entender mejor este indicador se realiza una gráfica porcentual con tamaño de muestra variable que nos indique una comparación más clara entre los grupos. Esta representación se observa en la Gráfica 1, donde se muestra que el promedio de reprobados por grupo es del 64.8 %. Los grupos 1, 3 y 5 están por encima de la media y el grupo 6 está muy cerca de la media, lo que indica que los índices de reprobación de esos grupos son altos si consideramos que arriba del 50 % no aprueban la materia.



Gráfica 1: Porcentaje de reprobados

Otro análisis por considerar es lo que sucede con los alumnos aprobados, ¿cuál es el promedio de los alumnos que aprueban la materia? Y otra pregunta es ¿cuál es el promedio de calificación de los alumnos que aprueban la materia? Estas respuestas se obtienen a partir de un análisis descriptivo de los datos con los alumnos aprobados como el que se presenta en la Gráfica 2.



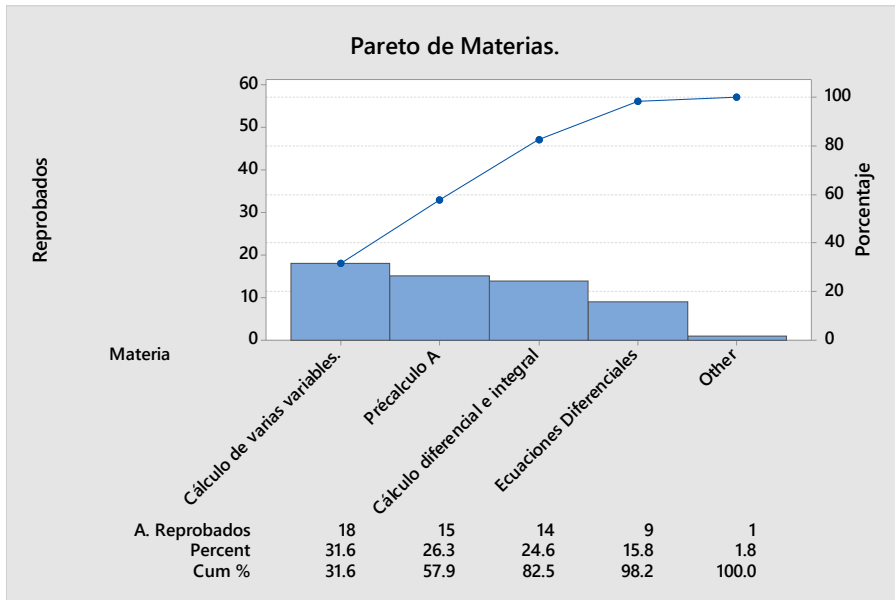
Gráfica 2: Histograma de aprobados

Los alumnos que aprueban la materia sacan en promedio 6.45, es decir, pasan con 6, concluyendo se identifican dos problemas: el primero es el alto porcentaje de reprobados, y el segundo son las bajas calificaciones que obtienen para pasar la materia, en un análisis de las calificaciones. En herramientas posteriores analizaremos la causa raíz del problema y la influencia de los contenidos y métodos docentes que influyen en esta problemática.

¿Qué resultados se espera del problema?

El tercer paso consiste en definir los objetivos a alcanzar en la Mejora Continua, como parte importante de este punto se realiza un Diagrama de Pareto también conocido como el 80-20. Este diagrama nos permite

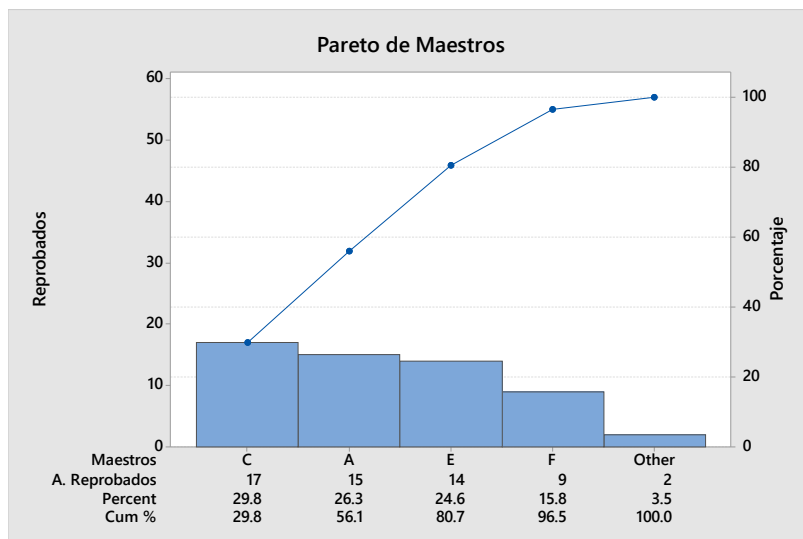
identificar los problemas vitales de los triviales. Los datos que se toman están establecidos en la Tabla 3 y en un primer acercamiento o Pareto de Primer Nivel se establecen las materias críticas, como se muestra en la Gráfica 3.



Gráfica 3: Pareto de primer nivel de materias

En este primer Pareto se identifica que las materias de Cálculo de Varias Variables, Precálculo A y Cálculo Diferencial e Integral, representan el 82.5 % de los alumnos reprobados, siendo estas las materias más críticas. Es posible realizar un Pareto de segundo nivel para relacionar a los maestros y sus índices de reprobación. De acuerdo con la información de la Tabla 3 y tomando en cuenta que el maestro A tiene dos grupos, (en este período dio las materias de Precálculo y Cálculo Diferencial e Integral), se realiza el diagrama de Pareto y se concluye que los maestros

C y A presentan los índices de reprobación más alto y contribuyen con un 80.7 % de reprobación, como se observa en la Gráfica 4.



Gráfica 4: Pareto de maestros

Con los análisis de Pareto se concluyen los objetivos del proyecto (Tabla 4), que para su consecución fueron establecidos a partir del acuerdo con la academia y los objetivos del área de Ciencias Básicas.

Tabla 4. Objetivos del Proyecto

| 3. Estableciendo los objetivos de la Mejora Continua | |
|---|---|
| 1 | Disminuir el porcentaje de alumnos reprobados en evaluación extraordinaria del 64.8 % al 35 % para verano de 2020 |

| | |
|---|---|
| 2 | Reducir el porcentaje de alumnos reprobados en las materias que se muestran en el Pareto: Precálculo, Cálculo de Varias Variables y Cálculo Diferencial e Integral en un 50 % |
| 3 | Disminuir el porcentaje de reprobados de los maestros A y C en un 50 % |
| 4 | Aumentar el promedio de calificación de los alumnos aprobados de 6.45 a 6.8 |

Análisis de la causa raíz

En la 4.^a etapa se define la causa raíz de los problemas encontrados en los diagramas de Pareto. Herramientas como entrevistas a alumnos, maestros, y aplicando lluvia de ideas entre los integrantes del equipo, se construye un diagrama de Ishikawa o también conocido como diagrama de causa–efecto, donde se consideran los factores principales para realizar una clasificación. A partir de dicha clasificación se integran las posibles causas que en este caso se considera el alto índice de reprobación en extraordinario. En la Figura 2 se muestra el diagrama.

Procesos enseñanza-aprendizaje de las ciencias básicas en ingeniería

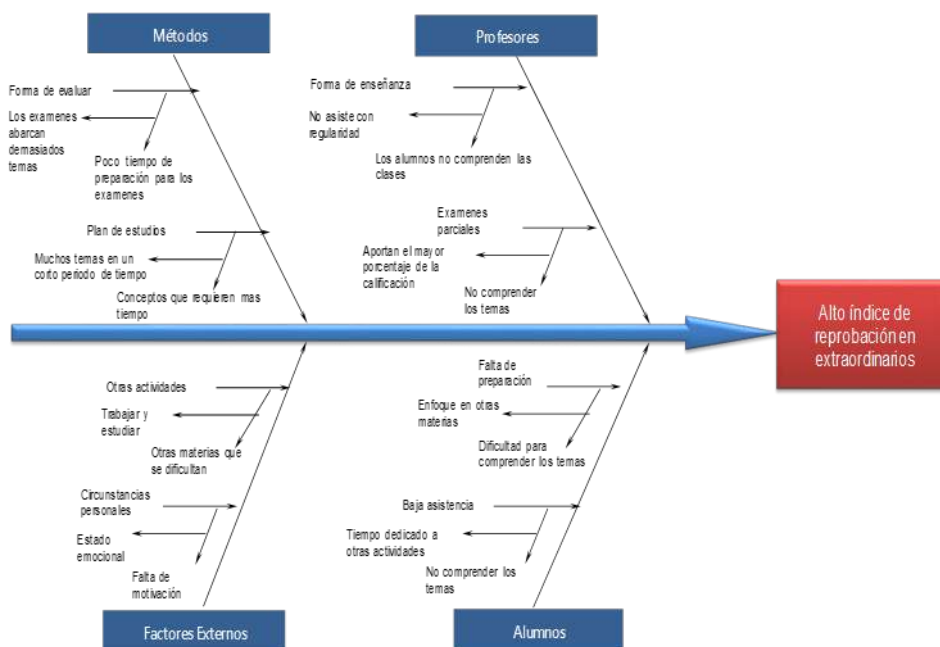


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

En el diagrama se clasifican 4 factores, cada uno presentan diferentes causas, ocasionadas por los alumnos, profesores, el método de enseñanza y factores externos como el aspecto emocional entre otros. Con lo anterior, se escogen 4 causas como las principales que ocasionan el problema, en este punto se pueden realizar medidas de contención con lo presentado. Sin embargo, no se disminuye el problema de raíz, solamente se le está presentando acciones correctivas. Para encontrar la causa raíz se utiliza la herramienta de los 5 porqués, la cual consiste en preguntarnos “¿por qué?” hasta llegar a la causa raíz, como se muestra en la Figura 3.

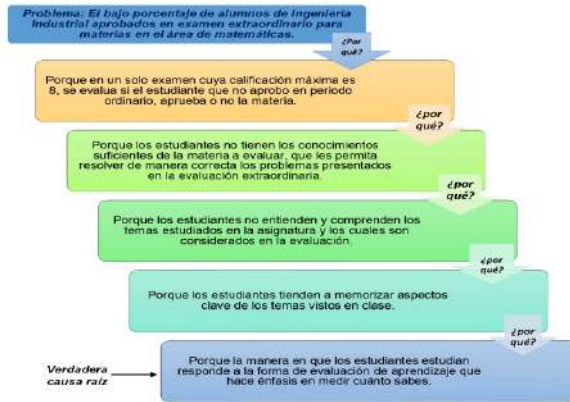


Figura 3. Causa analizada con la herramienta 5 porqués.

La Tabla 5 presenta un análisis de causa raíz de las 3 causas, que son consideradas como las principales que generan los altos índices de reprobación. Con este análisis se concluye la etapa 4, y es posible proponer contramedidas para la solución del problema.

Tabla 5. Análisis 5 porqués.

| Causas | 1 W's | 2 W's | 3 W's |
|---------------------------------|---|---|-------------------------|
| Falta de interés del estudiante | Mala técnica de estudio | No saben estudiar | No lo creen importante |
| | No asiste a clases | Se sienten incómodos con la materia | No entienden la materia |
| | Malas bases de matemáticas | Sin preparación de la prepa | Bajo nivel educativo |
| Mala enseñanza del profesor | Falta de técnica para explicar | No se actualizan en técnicas de aprendizaje | Falta de capacitación |
| | No asiste regularmente | No tiene tiempo | no entrega resultados |
| | No aplica exámenes de ubicación | No da seguimiento a los resultados | No aplica acciones |
| Problemas personales | Económicas | Trabaja y estudia | Sin apoyo |
| | No cuenta con la tecnología para estudiar | Falta de recursos económicos | Situación económica |
| | Deberes del hogar | Responsabilidades familiares | Casados |

Desarrollo de acciones correctivas

En este paso se encuentran definidas las causa raíz que ocasionan el bajo índice de reprobación de los alumnos y su bajo promedio. Con esta información se realiza un plan con las medidas correctivas a realizar, o

contramedidas para mejorar el indicador. El equipo de trabajo realiza una lluvia de ideas para proponer actividades a realizar en beneficio de la mejora, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Plan de acciones correctivas.

| 5. Desarrollo de medidas para la solución de causa raíz. |
|---|
| 1.Portafolio de evidencias hecho por los alumnos y revisado por los docentes para verificar su aprendizaje. |
| 2.Tutorías hechas por alumnos para alumnos en la enseñanza de las matemáticas. |
| 3.Tutorías académicas obligatorias impartidas por los profesores, con horarios establecidos y en salones adecuados. |
| 4.Acompañamiento universitario, para problemas físicos y emocionales del alumno. |
| 5.Enseñanza de aplicación de lo aprendido, con ejemplos de aplicación para mejorar la comprensión. |
| 6.Simplificar el contenido de la materia a través de recursos complementarios a la enseñanza. |
| 7. Esquema especial de enseñanza para alumnos que trabajan. |
| 8.- Capacitación y actualización para los docentes en temas relacionados con la enseñanza de las matemáticas. |
| 9.- Uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. |
| 10. Cursos y apoyo en el programa Aprender a estudiar y administración del tiempo. |

Implementación de la Mejora Continua

La etapa 6 consiste en la ejecución de un plan para implementar las medidas que solucionan la causa raíz. Este se realiza con la ayuda de una

carta de Gantt, donde se presentan las actividades, los responsables y las fechas de inicio y terminación para su realización. De esta manera se programan las actividades y con el Gantt se le da un seguimiento puntual para su ejecución. Una vez que se empiezan a realizar las actividades se monitorea u observa si se presenta un cambio en el indicador del índice de reprobación, y del promedio de aprobación final. Esta etapa 7 tiene como finalidad evaluar la efectividad de las actividades realizadas y su impacto en el indicador. Si se presenta una mejora, el significado es que las actividades fueron efectivas y con el tiempo se alcanzarán los objetivos determinados. En caso contrario, y el indicador no mejore o empeore, es debido a que no fueron efectivas las medidas para solucionar la causa raíz; por lo que se tendría que regresar al Diagrama de Ishikawa y seleccionar otras causas o cambiar las actividades, hasta encontrar unas que sean efectivas en la mejora de los indicadores.

La última etapa 8 es la estandarización, ¿qué debemos hacer para que el indicador de los índices de reprobación disminuya, y el promedio de aprobación de calificaciones aumente constantemente? Como su nombre lo indica, la estandarización es que las actividades se vuelvan parte de la filosofía de trabajo, a través de programas de apoyo robustos. Para este Informe A3 la estandarización se realiza a partir de programas permanentes de capacitación docente, la creación de clubes de matemáticas para la enseñanza y tutorías, concursos de aprovechamiento, así como una serie de actividades que refuerzan en todo momento la mejora del indicador. De manera que estas actividades se realizan de forma periódica, en este punto se puede decir que la Mejora Continua está implementada y el Informe A3 habrá concluido.

Discusión y conclusiones

Al realizar los análisis de estadísticas de las evaluaciones, muestra que las materias que presentan un mayor índice de reprobación son las de Precálculo y Cálculo de Varias Variables, en el caso de Precálculo se debe de considerar que los alumnos llegan con diferentes niveles de conocimiento en las matemáticas, y el programa de Precálculo se presenta como una forma de nivelar los diferentes conocimientos con que llegan los alumnos a la universidad, por lo que el objetivo del curso se está cumpliendo de forma parcial. En el caso de la materia de Cálculo de Varias Variables, al ser una materia más de aplicación del conocimiento de las matemáticas y de razonamiento muestra que al cambiar de aspectos de repetición a través de los ejercicios de las materias previas y continuar con razonamientos propios que requieren un análisis para resolver los problemas, los alumnos presentan ciertas deficiencias, esto se tendría que comprobar con un análisis más profundo sobre los tipos de ejercicios y su impacto en los alumnos. Por otra parte, al analizar los diagramas de Pareto de los docentes se muestra la influencia de los diferentes métodos de enseñanza como tareas, forma explicativa, ejemplos, ejercicios en el aprendizaje, todo lo anterior evaluado por el alumno. Cada maestro muestra diferencias, los alumnos lo entienden y cuestionan estos aspectos en los análisis del 5 porqués. De manera que las acciones correctivas se enfocan considerando las tutorías y el acompañamiento universitario. Estas acciones son encauzadas a mejorar el proceso enseñanza- aprendizaje involucrando al docente y alumno.

Durante la realización de la Mejora Continua en el Informe A3 se presentó una forma diferente de resolver un problema relacionado con índices de reprobación, a partir de herramientas de mejora que conside-

ra la voz del cliente, en este caso los alumnos. Utilizar las herramientas de calidad en aspectos educativos es un complemento diferente a los procesos tradicionales de enseñanza, no es común utilizar metodologías que han tenido éxito en otros campos como la industria o áreas de servicio en la educación. Sin embargo, los análisis estadísticos de las calificaciones revelan factores más específicos como los docentes, que pueden considerar este tipo de análisis como una valoración de la efectividad de las actividades que se realizan durante el curso. Es importante mantener los procesos en constante evaluación, se encuentren en movimiento, sean mejorables y adaptables a tiempos y condiciones actuales, deben de ser también sensibles ante las necesidades de los diferentes actores en los procesos y su implementación también requiere tiempo y ser reevaluable para que sea mejorado como forma de procesos continuos. Todo esto es parte de un convencimiento de una filosofía de calidad y la metodología de Deming PHVA.

Referencias bibliográficas

- Abramowich, E. (2005). *Six Sigma for growth*. John Wiley & Sons.
- Blanco, M. E. (2016). *Imagen Digital*. Obtenido de Atracción 360.
- Cantú Delgado, H. (2006). *Desarrollo de una cultura de calidad*. (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- González, G. C. (1996). *Calidad total*. McGraw-Hill.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Breyfolgle III, F. (2003). *Implementing six sigma: Lean and theory of constraints*. John Wiley & Sons, INC, pp. 857-886.
- Ishikawa, K., Lu, D. J., Margarita, C., & Salazar Marciales, H. (1986). *Qué es el control total de calidad: la modalidad japonesa*. Norma.
- Scherkenbach, W. W., & Carmona, L. H. (1997). *La ruta Deming: a la calidad y la productividad vías y barreras*. CECSA.
- Tarí Guilló, J. J. (2000). *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. Digitalia.

4. Revisión y mejora de ítems en la materia de Álgebra Lineal para exámenes departamentales

Luis Fernando Gómez Ceballos, Gabriela Yáñez Pérez, Patricia Bautista
García.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Ingeniería,
Puebla, México.

Introducción

El trabajo colectivo es una realidad actual dentro de la vida laboral. Encontrar puntos comunes y lograr objetivos razonables dentro de un grupo social no es tarea fácil. En el aula universitaria, donde la libertad de cátedra debe permanecer, se plantean formas de trabajo con objetivos comunes y alcanzables para todos los docentes, además de que aquellos sean medibles, con la finalidad de mejorar los niveles de apropiación del conocimiento por parte del alumno. Los exámenes departamentales pueden servir para estos fines. De ahí que, en este trabajo, se presentan las muestras de una primera revisión estadística de los ítems que forman el Examen Departamental de Álgebra Lineal, realizado en el periodo primavera 2019, en la Facultad de Ingeniería de la BUAP, que indican la necesidad de hacer una revisión de los reactivos. Se considera que la forma de aplicación actual de los

Exámenes Departamentales no es la más adecuada para hacer posible un análisis confiable de los resultados, según las teorías existentes como la de la Respuesta al ítem (TRI) o la Clásica de la prueba (TCT). La investigación no solo arrojó el saber sobre la existencia de la forma de cuantificar el nivel de conocimientos asimilados por los alumnos, sino el hecho de enfatizar sobre los temas donde el estudiante presenta deficiencias. También el estudio marcó la pauta para comenzar con un trabajo académico en el mejoramiento del nivel de calidad de los ítems, así como para tener una forma de poder cuantificar los objetivos de los Exámenes Departamentales. Por otro lado, de acuerdo con los objetivos propuestos por los docentes de la academia, se tiene como meta homogeneizar criterios y niveles educativos en la materia de Álgebra Lineal.

En los últimos años, los cambios de pensamientos ecológicos, sociales, y económicos, que se están sucediendo en el mundo, influyen en la enseñanza. Dichas transformaciones no solo impactan en el aula y en la metodología de la enseñanza-aprendizaje de nuestros días, sino también directamente en la educación de nuestros niños y jóvenes. Los docentes deben estar actualizados con los modelos de enseñanza del siglo XXI. En nuestros días, el docente ya no solo debe transmitir conocimientos, sino que debe asegurarse de que el alumno se los apropie. En la educación superior, en el área de Ingeniería, el estudiante debe ser preparado para resolver problemas en el ámbito social y económico; adicionalmente debe ser capaz de aprender por su propia iniciativa. Es por ello por lo que los profesores deben asegurar el aprendizaje significativo, tener las herramientas para poder medir la calidad de los contenidos, es decir, si el cómo se imparten sus clases es el apropiado para que los estudiantes aprendan y apliquen lo que deben saber.

En las universidades donde hay más de un grupo que está recibiendo la misma materia, pero con distintos maestros, se deben plantear estrategias donde los grupos tengan los mismos niveles de aprendizaje. Esto conlleva a un reto que no es fácil de resolver, pues algunas veces los docentes pueden sentirse intimidados o decir que se está violando su libertad de cátedra. Desde hace varios años, en instituciones de educación superior, se implementaron los exámenes departamentales como forma de medir los conocimientos de los estudiantes, así como la capacidad de los docentes para transmitir los conceptos y en algunos casos para homogeneizar los grupos. Desde el 2000, en la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FI-BUAP), se realizan exámenes departamentales en los grupos de los primeros semestres. En este trabajo se muestran los resultados del análisis estadístico de los exámenes departamentales de la materia de álgebra lineal, realizados en la FI-BUAP, en el periodo primavera 2019 (p.19); así como los errores en la redacción y transcripción de los reactivos para ser puestos en práctica, además se proponen mejoras para la calidad de estos.

Función principal de los exámenes departamentales

Generar profesionistas que tengan no solo las habilidades y aptitudes propias de su ámbito, asegurando con ello el éxito en su vida laboral, sino también conocimientos, métodos y técnicas de investigación, son objetivos de la educación superior. Por ello, sus instituciones deben actualizar los planes y programas, capacitar a los docentes, así como facilitarles los medios por los cuales se asegure la calidad educativa. Todo aquel que ha pasado por alguna de estas, se acordará del primer año de su vida universitaria. Para la mayoría resultan ser experiencias difíciles, como el desplazamiento a otras ciudades para asistir a las clases, algu-

nos llegan a vivir solos por primera vez en su vida, el que tengan malos hábitos de estudio, además de agregarse otros factores como los económicos, los sociales y los culturales (Mills et al., 2009).

Aun aquellos estudiantes que se adaptan a la vida universitaria, llegan a tener rendimientos bajos (Jara et al., 2008). Sin embargo, la institución debe asegurarse de que todos los egresados tengan las actitudes y habilidades necesarias. Es por esta causa que desde el 2000 la FI-BUAP realiza exámenes departamentales a sus alumnos de los dos primeros años en el área de materias básicas (Física, Matemáticas, Química y Metodología de la investigación), y desde hace cinco años en la misma facultad se comenzaron a realizar exámenes departamentales en línea, con la materia de Álgebra lineal. En los primeros años se utilizó la plataforma Moodle, pero se tuvieron problemas (principalmente la pérdida de los reactivos), entonces se decidió emigrar el examen a la plataforma Blackboard. Desde que se realizan los exámenes de Álgebra lineal en plataforma, la Academia de la materia decidió que los reactivos deberían ser de opción múltiple, por ser la forma más sencilla de introducir los reactivos en la plataforma, además de que solo se dispone de una hora para que el sustentante resuelva el examen.

La función principal de los exámenes departamentales es estandarizar la evaluación a todos los sustentantes (Muñoz-Comonflrt et al., 2014). En la Facultad de Ingeniería (FI) se tenía otro objetivo que era homogeneizar los grupos y más cuando se tienen en promedio 10 grupos por semestre, con una media aproximada de cuatro maestros impartiendo la materia. Este último objetivo es en el sentido de que los alumnos tuviesen el mínimo de conocimientos de la materia cursada, con la finalidad de asegurar que no se atrasaran o se les hiciese más difícil, pues no solo tenían que estudiar lo que en ese momento los docentes les

dejaban, sino que además debían de repasar los conocimientos previos por las deficiencias que presentan.

¿Cómo se realizan los exámenes departamentales?

En el 2019 los docentes de la FI decidieron revisar si se cumplía con el objetivo principal, inicialmente planteado para los exámenes departamentales, considerando como primera materia de estudio Álgebra Lineal, debido a su importancia dentro de la solución de problemas en la Ingeniería, además de contar con los datos necesarios para su análisis. En el periodo primavera 2019 (P19) se realizaron 370 exámenes departamentales a un número igual de sustentantes dividido en 9 grupos. En la materia se dispone de un banco de reactivos clasificados en conceptuales, básicos e intermedios; los conceptuales son definiciones o conceptos que deben asimilar los estudiantes como parte de su formación profesional; los básicos son problemas donde los estudiantes deben razonar y en algunos momentos, realizar operaciones de bajo grado para su resolución; los intermedios son operaciones de un grado de dificultad mediano para encontrar la solución. El banco cuenta con un total de 58 reactivos de los cuales 17 son conceptuales, 34 básicos y 7 intermedios; cada ítem cuenta con 4 opciones: la respuesta correcta y 3 distractores.

Desde que se realizan los exámenes departamentales en línea se eligió la opción de selección de reactivos al azar, esto es que a cada sustentante le pudo haber tocado un ítem distinto de la misma categoría. A cada sustentante le tocaban 2 de los 17 conceptuales, 1 de los 34 básicos y 2 de los 7 intermedios, siendo un total de 5 reactivos por sustentante. Además, los conceptuales tienen un peso de 1 punto, los básicos de 2 puntos y los intermedios de 3 puntos cada uno dando un total de 10 puntos como calificación máxima en el examen departamen-

tal. Se dispuso a trabajar de esta manera puesto que cada grupo presenta el examen en la hora de clase, no se realizan todos los exámenes a la misma hora porque la infraestructura no es suficiente, además de no interrumpir las clases que se imparten a la hora del departamental; en la facultad se imparten materias desde las 7:00 hasta las 20:00 horas, es decir, prácticamente todo el día.

Finalmente, la forma de efectuar el examen departamental hace que se dificulte realizar un análisis más detallado, utilizando teorías para este tipo de exámenes como son la *Teoría de respuesta al ítem* (TRI) o la *Teoría de respuesta al test* (TRT) (Álvarez et al., 2009), razón por la cual se realizará un estudio básico de los exámenes, pero no por esto se tienen divagaciones con las consecuencias, sino todo lo contrario, ya que enfatizaron para efectuar cambios de fondo en la manera de proponer reactivos a corto plazo y en la forma de realizar los exámenes a largo plazo, de tal suerte que se pueda medir la mejora hecha, no solo para tener un buen control en la calidad, sino también para poder asegurar el nivel de aprovechamiento de los sustentantes.

Consideraciones teóricas para la elaboración de ítems

Las teorías más recurrentes para el análisis de test o ítems son la Teoría Clásica al Test (TCT) y la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI), ambos modelos se basan principalmente en que todos los sustentantes realizan el mismo examen (Kamata, 2001) (Muñiz, 2010). Con ellas se puede obtener y explicar el grado de dificultad, la discriminación entre los que saben y los que adivinan la respuesta, la correlación entre el ítem y el test. Por la forma que se realizan los exámenes departamentales en la FI es imposible utilizar estas teorías, no obstante, se pueden considerar para obtener alguna información básica.

Dividir el número de sustentantes que acertaron la respuesta contra el total de sustentantes se obtiene el grado de dificultad del ítem

$$ID = \frac{x}{N} \quad (1)$$

Esta ecuación da una primera vista de la dificultad de los ítems. Existen ecuaciones que el elimina variables no controladas como las respuestas correctas por adivinación (Balandrón et al., 2016) aun así, es una primera buena aproximación para analizar el comportamiento de los ítems. El índice de dificultad se encuentra entre cero y uno, entre más cerca se encuentre del cero el grado de dificultad es mayor, debido a que la minoría respondió correctamente al ítem, cuanto más se acerque al uno el grado de dificultad es muy bajo, ya que la mayoría de los sustentantes responden correctamente al ítem como se muestra en la figura 1 (Álvarez y Saade Hazin, 2009).

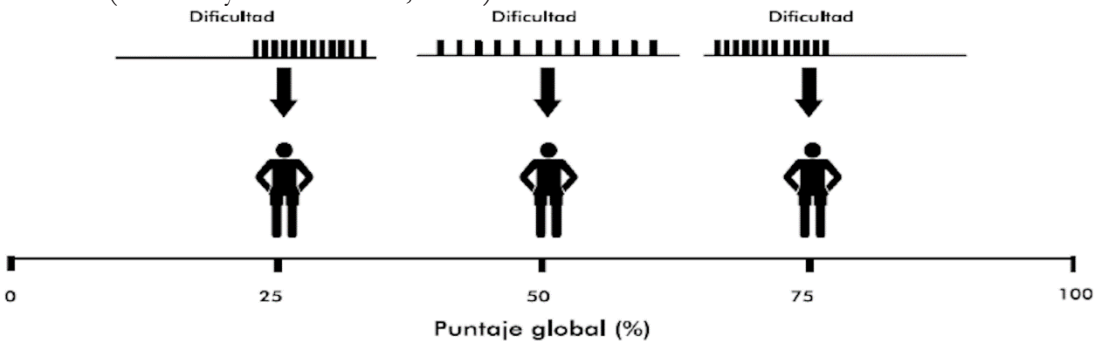


Figura 1. Habilidad de los sustentantes en función de la dificultad del ítem: entre más sustentantes respondan a la pregunta, el grado de dificultad es menor (Álvarez, 2009).

Álvarez y Saade Hazin clasifican el grado de dificultad de acuerdo con la Tabla 1, donde los de mayor dificultad son aquellos que el ID es menor o igual a 0.32, y los más fáciles, y por ende, que la mayoría de los sustentantes adivinan, son los que el ID es mayor a 0.86. Un ítem que sea demasiado fácil o extremadamente difícil debería ser eliminado de la prueba. Sin embargo, dependen de los objetivos del examen para que se tome la decisión de si se elimina o se debe conservar. La mayoría de los autores recomiendan que un ítem que se encuentre entre 0.2 y 0.8 debe de formar parte de la prueba (Sabourin et al., 2005, Jara et al., 2008, Downing y Haladyna 2006), (pero esto depende de la academia y de los objetivos que se buscan cuantificar, la última decisión es de forma colectiva. Son los cuerpos colegiados que en la toma de decisiones tienen una marcada relevancia.

Tabla 1. Índice de dificultad

| ID | Dificultad |
|-----------------------|----------------------|
| $ID \leq 0.32$ | Difícil |
| $0.32 < ID \leq 0.52$ | Medianamente difícil |
| $0.52 < ID \leq 0.73$ | Media |
| $0.73 < ID \leq 0.86$ | Fácil |
| $ID > 0.86$ | Adivinado |

Los distractores son de gran importancia cuando se elige realizar exámenes de opción múltiple, pues de estos dependerá el que discriminen correctamente los sustentantes que saben de los que no (Bolt et al., 2001). Los distractores deben ser atractivos para los sustentantes, un

distractor redactado de manera incorrecta no cumplirá con su función (Gleason 2008), beneficiando principalmente a los sustentantes que no saben. Ningún distractor debe ser elegido más veces que la opción correcta o que este no sea elegido por ningún sustentante; el primer caso sucede cuando la respuesta correcta fue escrita como incorrecta o que no hay respuesta correcta; si sucede el segundo caso significa que el distractor no tiene nada que ver con lo que se pregunta; los distractores que trabajan de manera óptima son aquellos que son seleccionados por un número considerable de sustentantes (Álvarez y Saade Hazin, 2009). Los autores Haladyna y Downing (1989) recomiendan que los distractores no contengan los siguientes puntos:

- Use distractores plausibles; evitar distractores ilógicos.
- Incorporar errores comunes de estudiantes en distractores.
- Evite distractores técnicamente redactados.
- Use frases familiares pero incorrectas como distractores.
- Use declaraciones verdaderas que no respondan correctamente el ítem.

Un distractor mal elaborado puede confundir al sustentante y, por consiguiente, genera que no conteste de forma adecuada el ítem, ocasionando sesgo en la evaluación y en los objetivos que se plantean.

Limpieza de los ítems

De los 370 datos se eliminaron 8 exámenes, debido a que no contestaron más de dos preguntas y algunos ítems de cada tipo, porque no aparecía la respuesta y hubo sustentantes que el mismo ejercicio les tocó dos veces. Es probable que se deba a errores humanos al redactar dos veces el mismo ejercicio o la plataforma tomó la decisión de elegir dos

veces el mismo ejercicio para un mismo sustentante. Estos problemas están siendo revisados para que no vuelvan a suceder en exámenes posteriores. El total de veces que se utilizaron de cada tipo es: 675 del tipo conceptual, 362 básico y 709 intermedio.

En principio, se espera que la plataforma utilice cada reactivo el mismo número de veces. Sin embargo, esto no sucedió como se puede apreciar en la Tabla 2. Para el conceptual, el ítem más utilizado fue el 2 con 55 y el menos utilizado fue el 7 con 22; para los básicos los menos utilizados fueron el 1 y el 15 con 4 veces y el más utilizado fue 6 con 29; y para el intermedio el menos utilizado fue el ítem 3 con 79 veces y el más utilizado el 4 con 120. Los ítems de tipo conceptual y básico, los menos y más veces utilizados, se encuentran muy alejados de la media calculada en 39.71 y 10.65, respectivamente; para los intermedios son los únicos reactivos que se encuentran cercanos de la media de 101.29, si se considera el margen de error que para estos es de 14.2. El total de veces utilizado para cada tipo de reactivo se encuentra al final de la tabla en el recuadro de color gris.

Revisión y mejora de ítems en la materia de Álgebra Lineal
para exámenes departamentales

Tabla 2. Columna azul: total de veces que se utilizaron los ítems por tipo. Columna naranja: índice de dificultad obtenido por ítem, la parte de abajo se indica el número total de ítems utilizados. Cuadros en blanco: sin tipo de ítem correspondiente.

| Conceptual | | | Básico | | | | | | Intermedio | | |
|------------|-------|------|--------|-------|------|------|-------|------|------------|-------|------|
| Ítem | total | ID | ítem | total | D | ítem | Total | D | ítem | total | D |
| 1 | 38 | 0.92 | 1 | 4 | 0.00 | 18 | 2 | 1.00 | 1 | 90 | 0.42 |
| 2 | 55 | 0.84 | 2 | 12 | 0.17 | 19 | 8 | 0.25 | 2 | 98 | 0.56 |
| 3 | 37 | 0.41 | 3 | 13 | 0.62 | 20 | 6 | 0.33 | 3 | 79 | 0.47 |
| 4 | 42 | 0.67 | 4 | 23 | 0.57 | 21 | 17 | 1.00 | 4 | 120 | 0.35 |
| 5 | 39 | 0.69 | 5 | 8 | 0.00 | 22 | 16 | 0.88 | 5 | 116 | 0.34 |
| 6 | 41 | 0.63 | 6 | 25 | 0.08 | 23 | 14 | 0.86 | 6 | 102 | 0.40 |
| 7 | 22 | 0.55 | 7 | 4 | 0.00 | 24 | 12 | 0.67 | 7 | 104 | 0.21 |
| 8 | 53 | 1.00 | 8 | 19 | 0.79 | 25 | 12 | 0.83 | Total | 709 | |
| 9 | 23 | 0.65 | 9 | 8 | 0.25 | 26 | 6 | 1.00 | | | |
| 10 | 44 | 0.27 | 10 | 8 | 0.25 | 27 | 13 | 0.62 | | | |
| 11 | 45 | 0.62 | 11 | 8 | 0.75 | 28 | 9 | 0.67 | | | |
| 12 | 24 | 0.42 | 12 | 5 | 0.40 | 29 | 10 | 1.00 | | | |
| 13 | 41 | 0.54 | 13 | 9 | 0.44 | 30 | 6 | 1.00 | | | |
| 14 | 44 | 0.32 | 14 | 12 | 0.33 | 31 | 12 | 0.83 | | | |
| 15 | 39 | 0.67 | 15 | 4 | 0.00 | 32 | 10 | 0.20 | | | |
| 16 | 42 | 1.00 | 16 | 16 | 0.88 | 33 | 14 | 1.00 | | | |
| 17 | 46 | 0.74 | 17 | 11 | 0.73 | 34 | 6 | 1.00 | | | |
| Total | 675 | | Total | | | | 362 | | | | |

Los datos se ordenaron por el número de veces que se utilizaron y por los que respondieron cada inciso, ya sea correcto o incorrecto. Además de que la plataforma asigna aleatoriamente los ítems, también ordena las opciones de la misma manera, es decir, suponga que tenemos dos sustentantes que se le asigna el mismo reactivo, sin embargo, el primer sustentante tiene el inciso A como respuesta correcta, mientras que el

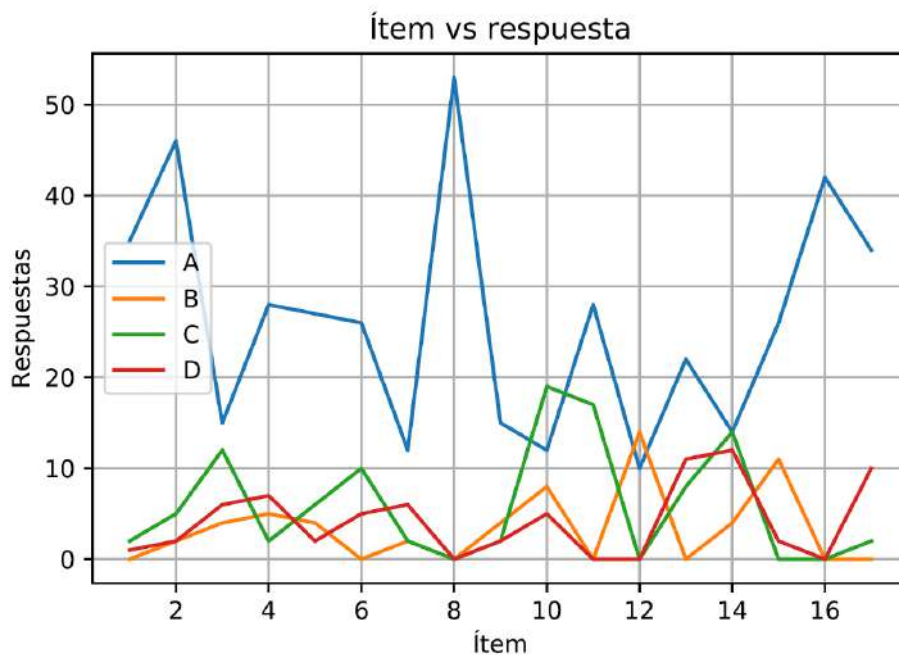
segundo sustentante la respuesta correcta se encuentra en el inciso C y los datos a analizar aparecen como los determinó la plataforma al sustentante; entonces, para hacer el estudio se le asignó como respuesta correcta el inciso A, y los distractores los incisos B, C y D.

La Tabla 3 tiene los ítems por tipo y dificultad, la mayoría de los conceptuales son de nivel medio, de los básicos se reparten más o menos de forma homogénea y de los intermedios la mayoría se encuentra en grado difícil. En los ítems tipo básicos la información es vaga por el número de veces que la mayoría de ellos fue utilizado, los de tipo conceptual, aunque el número también fue bajo, se puede tener resultados más confiables. Sin embargo, no se puede decir lo mismo para los ítems de tipo intermedio, ya que por el número de veces que fue utilizada la información es confiable de acuerdo con el TRI y el TRT (Downing y Haladyna, 2006). Es muy probable que los resultados cambien si los conceptuales y los básicos se asignen más veces.

Tabla 3. Clasificación de ítem de acuerdo con su tipo y grado de dificultad

| ID | Conceptual | Básicos | Intermedios |
|----------------------|---------------------------|---------------------------------------|---------------|
| Adivinado | 1, 8, 16 | 16, 18, 21, 22, 26, 29, 30, 33, 34 | |
| Fácil | 2,17 | 8, 11, 17, 23, 25, 31 | |
| Medio | 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15 | 3, 4, 24, 27, 28 | 2 |
| Medianamente difícil | 3, 12, | 12, 13, 14, 20 | 1, 3, 4, 5, 6 |
| Difícil | 10, 14 | 1, 2, 5, 6, 7, 9, 10, 15, 19, 32 | 7 |

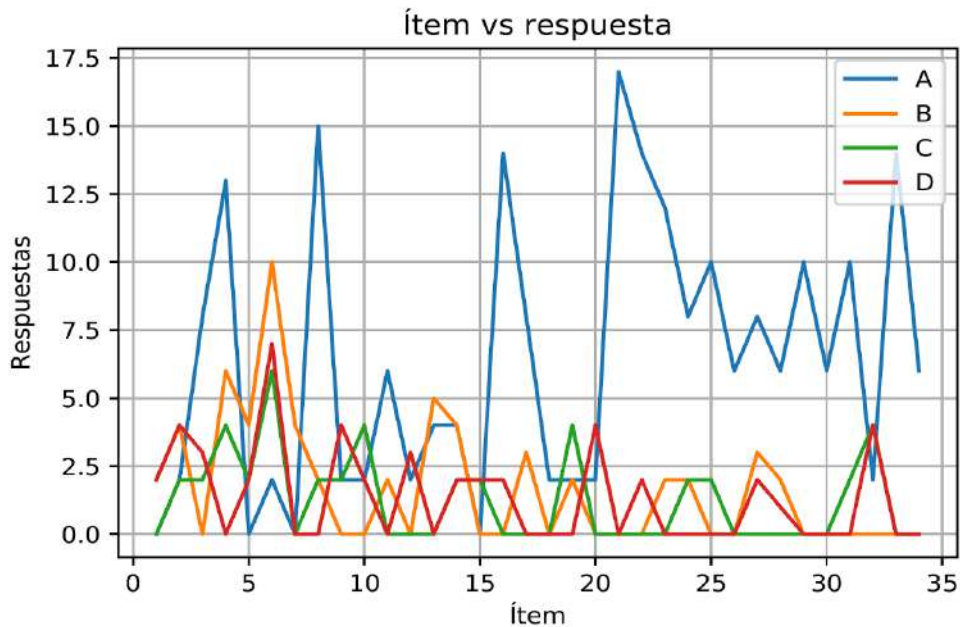
La Gráfica 1 muestra los resultados de los ítems tipo conceptual. De los ítems 1, 2, 8 y 17 la mayoría respondía a la opción correcta; esto indica que son pseudo adivinados, pero de los ítems 8 y 16 todos los sustentantes respondieron a la pregunta correcta. La teoría dice que estos son adivinados, por el ítem 10 la mayoría respondió a la opción C, es probable que en realidad esta sea la respuesta correcta, es decir, que al transcribir la pregunta en lugar de indicar que la pregunta correcta era el inciso C como la correcta, se marcó otra; del ítem 12 la respuesta correcta y el distractor B casi tienen el mismo número de respuestas y los otros dos distractores ni una vez fueron elegidos; esto indica que es probable que el ítem tenga dos repuestas como alternativas o se repitió la respuesta correcta dos veces. El ítem 14 es muy parecido al anterior pero la probabilidad de que se repita la respuesta correcta con el distractor C es mayor. La teoría también indica que algún distractor no puede ser elegido por ningún sustentante, por lo menos hay uno que elige la opción. Considerando este principio se observa que los distractores de los ítems 1, 6, 8, 11-13 y 15-17, deben ser revisados o cambiados.



Gráfica 1. Ítems tipo conceptual. Ítem vs total de respuestas por inciso: línea azul, opción A; línea amarilla, opción B; línea verde, opción C; y línea roja, opción D.

En la Gráfica 2, que indica el comportamiento de los ítems de tipo básico, se observa que los ítems 8, 11, 16, 21-31 33 y 34 son adivinados, ya que la mayoría de los sustentantes respondió a la respuesta correcta; de los ítems 2, 6, 9, 10, 12-15, 18-20 y 32 es muy probable que la respuesta no sea el inciso A o que no tengan respuesta; para los ítems 1, 5, 7 y 15 no tienen la respuesta correcta o su grado de dificultad es mayor, también es probable que los ítems estén mal redactados, los ítems 3 y 4 los

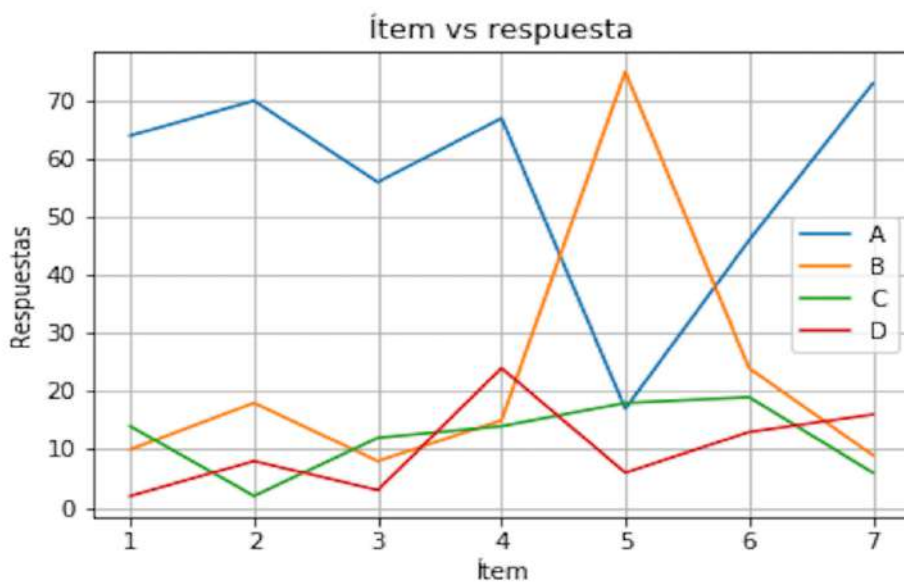
distractores B y D, respectivamente, no están funcionando como deberían, es muy seguro de que no tiene nada que ver con la pregunta y los distractores C y D del ítem 17 no tienen que ver con la pregunta, puesto que no fueron seleccionados por ningún sustentante.



Gráfica 2. Ítems tipo básico. Ítem vs total de respuestas por inciso: línea azul, opción A; línea amarilla, opción B; línea verde, opción C; y línea roja, opción D.

En la Gráfica 3 se indica que el comportamiento de los ítems del tipo intermedio es bueno por el número de sustentantes que les tocó contestar, ya que es muy alto (más de 75 veces seleccionado para ser respondido por los sustentantes), en donde los ítems 1-4 y 7 funcionan mucho mejor

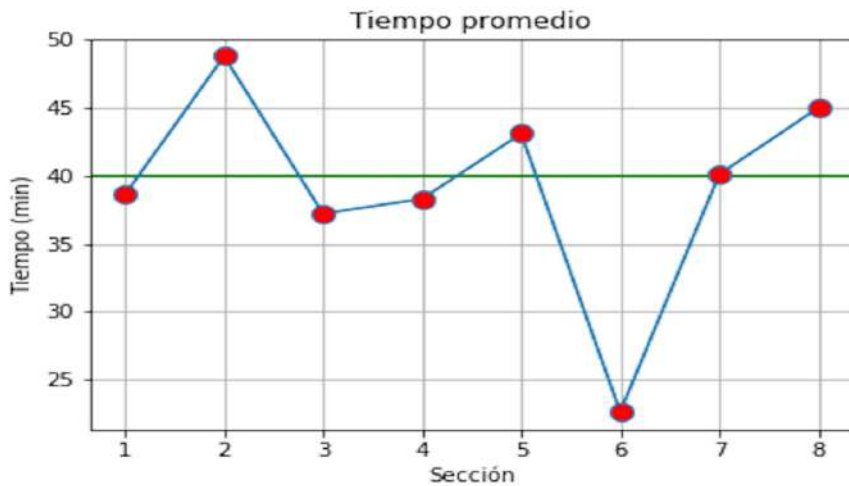
que los casos anteriores, la mayoría respondió a la respuesta correcta, esto indica que los distractores deberán ser revisados en su redacción para que estén más relacionados con las preguntas; el ítem 5 indica que la respuesta correcta es la opción B, primero porque fue la más elegida; por último el ítem 6 es el que tiene el comportamiento esperado en el tipo de examen, debido a que la opción correcta A fue la más seleccionada y los tres distractores, aunque el número de veces seleccionados fueron menor que la correcta, trabajan de forma óptima.



Gráfica 3 Ítems tipo intermedio, ítem vs total de respuestas por inciso: línea azul, opción A; línea amarilla, opción B; línea verde, opción C; y línea roja, opción D.

Para terminar, los datos también incluyen el tiempo que se tarda cada sustentante en realizar el examen como se aprecia en la Gráfica 4. Se

calcularon los tiempos promedios por grupo, en teoría se tienen 60 minutos para realizar el examen. Sin embargo, se deben calcular en 50 minutos para dar tiempo del cambio de grupo. La academia de Álgebra Lineal calcula el tiempo para que un estudiante promedio pueda contestar el examen en 40 minutos, dejando 10 minutos de margen y de esta forma asegurar que el cambio de grupo se realice lo mejor posible. Los puntos rojos son los grupos, la línea verde marca el tiempo estimado, en donde se puede observar que la mayoría de los grupos se encuentran cercanos a esta línea, lo que nos indica que los docentes que plantean el tiempo para realizar cada ítem está siendo bien calculado. Se puede decir que esto se debe a que los maestros cada vez que preparan un examen lo hacen considerando en que debe ser resuelto en el tiempo de la clase.



Grafica 4. Tiempo promedio que tarda cada grupo en realizar el examen.

Procedimiento para la mejora de los ítems

Del tipo conceptual, revisando la Tabla 1 y la Figura 2, se puede asegurar que los ítems 1, 2, 8, 16 y 17 son adivinados, por lo cual deberán ser revisados a fondo para reformular la pregunta o definitivamente ser eliminados. Los **ítems 4, 5, 6, 7, 9, 11, 13 y 15** funcionan de manera correcta, por lo que deberán seguirse considerando, solo tendrán que ser revisados principalmente los ítems 6, 11, 14 y 15 que tienen distractores sin ser opciones elegidas. Los ítems 3 y 12 deben ser revisados, pues el grado es medianamente difícil, pero no porque estén bien, sino porque un distractor es la respuesta correcta o tal vez porque tienen dos respuestas posibles. El 10 y 12 son de grado difícil, probablemente porque no tienen respuesta o un distractor es la respuesta correcta o porque hay errores de transcripción en el momento de pasar los ítems a la plataforma.

Con respecto a los básicos 8, 11, 16-18, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33 y 34 deben ser revisados a fondo pues son adivinados y algunos porque los distractores no están funcionando. Los ítems 3, 4, 24, 27 y 28 son de dificultad media, por lo que se recomienda que se queden dentro del examen, siempre y cuando los ítems 4, 24, 27 y 28 se revisen como distractores, pues por lo menos uno no fue elegido como opción. Los ítems 1, 2, 5-7, 9, 10, 12-15, 19, 20 y 32 son casos de estudio muy interesantes, pues el grado indica que son difíciles. En la gráfica se observa que es porque en todos estos un distractor supera o es igual al número de veces seleccionado como respuesta, se recomienda revisar a fondo y algunos eliminar definitivamente.

El comportamiento del intermedio es más estable que los dos tipos anteriores. Es probable que esto se deba a que cada ítem se utilizó

más veces que los anteriores y algunos llegan al mínimo que se necesitan para un análisis más a fondo, como lo recomiendan las teorías (Álvarez y Saade Hazin, 2009). Los ítems 1-4, 6 y 7 se deben revisar para asegurar que están redactados de forma correcta, el ítem 2 deberá ser reescrito porque es casi seguro que el distractor B sea la respuesta correcta.

Dentro del estudio del problema, la academia de Álgebra Lineal se dio cuenta de que algunos ítems no están mal redactados, sino que presentan un lenguaje que un grupo utiliza en su clase, pero que otro no. Es por esta razón que se tomó la decisión de homogenizar el lenguaje para la redacción de los ítems. Los ítems que serán revisados tomarán en cuenta esta propuesta con la finalidad de evitar este problema.

Conclusiones

La mejora continua debe ser implementada en las instituciones educativas de nivel superior, si se desea que los profesionistas egresen mayormente preparados. La revisión de los exámenes es necesaria porque es y seguirá siendo la opción más recurrente entre los docentes. Así que, el revisar y el mejorar los ítems proporcionan mediciones más justas y equitativas para los estudiantes, además de optimizar las formas de evaluación, ya que con ello se generan sinergias entre los docentes y comunicación efectiva porque, como se pudo observar en algunos reactivos los docentes con los mismos conceptos, pero con definiciones o nomenclatura distintas, ocasionan problemas para las evaluaciones colectivas como pasa en los exámenes departamentales. Esta investigación fue una primera aproximación en la revisión y mejora de los ítems, con la finalidad de tener exámenes de calidad y con estándares

que verdaderamente representen los niveles de apropiación del conocimiento del estudiante.

Trabajo a futuro

Para darle continuidad a los resultados que se obtuvieron con esta investigación, se propone la corrección de los ítems que lo ameriten, en la materia de Álgebra Lineal, para considerarlos en una futura aplicación del Examen departamental. Esto conlleva a realizar un estudio sobre el efecto que causan las preguntas para observar las fluctuaciones de los distractores.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, César Chavez, y Antonio Saade Hazin. (2009). Procedimientos básicos para el análisis de reactivos. CENEVAL.
- Balandrón, Jaime , José Curbelo, Fernando Sánchez-Lasheras, José M Romeo-Ladrero, Tomás Villacampa, y Ana Fernández-Somoano. (2016). El examen al examen MIR 2015. Aproximación a la validez estructural a través de la teoría clásica de los test. *Fundación educación médica FEM*, 19, n.º4, pp. 217-226.
- Bolt, Daniel M., Allan S. Cohen, y James A. Wollack. (2001). A mixture item response model for multiple-choice data. *Journal of educational and behavioral statistics* 26, n.º 4 (2001), pp. 381-409.
- Downing, Steven M., y Thomas M. Haladyna. (2006). *Handbook of test development*. Lawrence Erlbaum Associates, publishers.
- Gleason, Jim. (2008) An evaluation of mathematics competitions using item response theory. *Notices of the AMS* 55, n.º 1, pp. 8-15.

- Haladyna, Thomas M., y Steven M. Downing. (1989) A taxonomy of multiple-choice item writing rules. *Applied measurement in education* 2, n° 1 (1989), pp. 37-50.
- Jara, Delia, Velarde H. Gordillo G. Guerra G., León I., Arroyo C. y Figueroa M. (2008). Factores influyentes en el rendimiento académico de estudiantes del primer año de medicina. *An Fac Med*, 69, n.º 63, pp. 193-197.
- Kamata, Akihito. (2001). Item Analysis by the Hierarchical Generalized Linear Model. National Council on Measurement in Education. 38, n° 1, pp. 79-93.
- Lloret-Segura, Susana, Adoración Ferreres-Traver, Ana Hernández-Baeza, e Inés Tomás-Marco. (2014) El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de psicología* 30, n° 3. pp. 1151-1169.
- Mills, C., J Heyworth, L Rosenwax, S Carr, y M Rosenberg. «Mills C, Heyworth J, Rosenwax L, Carr S, Rosenberg M. (2009) Factors associated with the academic success of first year Health Science students. *Advances in Health Sciences Education* 14. pp. 205-217.
- Muñiz, José. (2010). Las teorías de los tests: Teoría clásica y teoría de respuesta a los ítems. *Papeles del psicólogo*. 31, n° 1, pp. 57-66.
- Muñoz-Comonfort, Armando, Iwin Leenen, y Teresa Imelda Fortoul-van del Goes. (2014). Correlación entre la evaluación diagnóstica y el rendimiento académico de los estudiantes de medicina. *Investigación en Educación Médica*, pp. 85-91.
- Sabourin, Stéphane, Pierre Valois, y Yvan Lussier. (2005). Development and Validation of a Brief Version of the Dyadic Adjustment Scale With a Nonparametric Item Analysis Model. *Psychological Assessment* 17, n.º 1. pp. 15-27.

5. Trabajo cooperativo para el logro de un aprendizaje permanente

María Elena Del Moral Jiménez. *Colegio de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería de la BUAP, Puebla, México.*

Luis Eliel Martínez Meléndez. *Coaching y Auditores de Puebla S.A. de C.V., Puebla, México.*

Introducción

La educación actual está orientada a nuevas formas de aprendizaje, novedosas y atractivas en pro del logro de los objetivos educacionales. Sin embargo, los egresados de las IES (Instituciones de Educación Superior) en el área de las ingenierías hoy requieren contar con herramientas que no solo les permita ser competitivos en un mercado laboral que hoy por hoy se ha vuelto más crudo e incierto, y si a eso le sumamos circunstancias actuales económicas, tecnológicas, climáticas, demográficas y ahora de salud, entonces los docentes conjuntamente con sus instituciones, la sociedad y los organismos con y sin fines de lucro, deben establecer las mejores estrategias para formar personas competentes con un gran sentido de responsabilidad, capaces de convivir y aprender a trabajar con otras personas inmersas en las sociedades del conocimiento. En este sentido, es necesario contar con herramientas y métodos que, desde la vida escolar, coadyuven al desarrollo de habili-

dades para que los egresados de las ingenierías se coordinen, colaboren y cooperen con sus pares, y todas aquellas personas con las que comparten un espacio, ya sea en su vida personal o en su vida profesional.

Esto motiva a los docentes universitarios a buscar mejores estrategias pertinentes, echando mano del trabajo cooperativo para que facilite el cumplimiento de los objetivos de cada una de las asignaturas y así ayudar a alcanzar las expectativas del mercado laboral con profesionistas preparados para liderarlo, que tengan un alto sentido humano, mayor y más seguro manejo de la información, desarrollo de conocimiento y sus implicaciones sociales a partir de su pensamiento complejo.

En este sentido, lo que se plantea es implementar el trabajo cooperativo como estrategia de enseñanza-aprendizaje para desarrollar pensamiento completo en estudiantes de ingeniería y que esto les permita poner en orden lo incierto, es decir, poner de lado la ambigüedad, clarificar, distinguir, jerarquizar, experimentar, tener iniciativa, tomar decisiones más inteligentes de manera autónoma pero consciente del impacto de estas, fundamentar sus decisiones y ser capaces de tomar riesgos. Asimismo, a partir de todo lo anterior, enfrentar de manera exitosa los desafíos que hoy se exigen con una perspectiva compleja y periférica que logre formar estudiantes más humanos, competentes ante los nuevos desafíos participativos en la construcción de un mundo orientado a acciones que beneficien a todos desde cada una de sus problemáticas particulares.

El trabajo cooperativo

De acuerdo con la Real Academia Española (RAE, 2020) *cooperar* es obrar juntamente con otro u otros para la consecución de un fin común.

Desde el punto de vista de la ingeniería el aprendizaje cooperativo, adquiere un sentido más específico debido a que este tiene un enfoque cuantitativo, es decir, centrado en los logros de los estudiantes o en el producto de su aprendizaje. De ahí su relevancia, ya que la educación, aunque mide el alcance del desarrollo cualitativo a través de sus habilidades, abstracción de conocimientos y actuación en el desarrollo de las actividades escolares, aterriza todo esto que el estudiante ha logrado, pero no solo. En el caso particular de la ingeniería, el conocimiento se vuelve una especie de base de datos para el ingeniero y sus cualidades personales son el instrumento para que, a través de ellas, pueda manipularlo con el fin de cumplir la meta determinada.

Otro factor importante del trabajo cooperativo es que, en la implementación de este, los miembros trabajan de forma conjunta bajo los desafíos que el profesor establece, y son capaces de tomar roles de acuerdo con sus características personales o de forma específica asignada.

Lo que si se debe poner en claro es que en el trabajo cooperativo el docente es el conductor del grupo (pero con enfoque centrado en el estudiante), ya que es quien se encarga de diseñar e implementar las actividades grupales que a menudo bajo esta estrategia buscan respuestas específicas. Esta estrategia también es recomendable para el trabajo de conocimiento fundamental o básico. Ahora bien, pareciera que el trabajo cooperativo está orientado a una educación tradicional e instruccional, pero no lo es, si no por el contrario, tiene implicaciones altamente participativas, de contraste con cosmovisiones que confrontan, con determinantes sociales y afectivas, alta comunicación que ayuda a resaltar la experiencia en la intervención y que, finalmente, va llevando a los individuos a conformarse como parte de un grupo de trabajo.

Algo que vale la pena señalar es que el trabajo cooperativo tiene una fuerte influencia en el constructo inteligencia interpersonal que se propone en la Teoría del Inteligencias Múltiples de Gardner. Es esta teoría, Gardner (Gardner, 2005) menciona que «la inteligencia interpersonal se construye a partir de la capacidad nuclear para sentir distinciones entre los demás: en lo particular, contrastes en sus estados de ánimo, temperamentos motivacionales e intenciones». Entonces, parece claro que esta estrategia pedagógica fortalece también el carácter y personalidad del individuo, lo que lo hace capaz de discernir a las personas con las que interacciona en función de lo que hacen y dicen. En este sentido, el trabajo cooperativo promueve que la coordinación de las actividades sea mucho más rápida y el hecho de que el grupo sea pequeño facilita la participación de todos. Así mismo, lograr acuerdos se vuelve una tarea más fácil, por lo que existe una mayor responsabilidad en los miembros y al final el grupo logra una cohesión como se desea.

No se puede dejar de lado lo que respecta a la culminación del proceso del trabajo cooperativo, la evaluación, ya que en esta se deben lograr palpar los cambios que se hayan logrado desarrollar en los estudiantes, desde su autonomía y análisis de la pertinencia de sus participaciones, así como el crecimiento emocional de cada participante y del grupo de trabajo, sus aptitudes sociales y el modelado de los valores que logren impactar en su desarrollo humano.

En lo que respecta a la educación superior, podría pensarse que el hecho de que un persona esté estudiando en la universidad hace que este cuente con una gran variedad de habilidades y destrezas (como las que se han mencionado) y que seguramente ya adquirió a lo largo de su formación básica y media superior. Sin embargo, muchas veces no es así, y los docentes no deberían asumir esto, ya que en lugar de

fortalecer su aprendizaje con estrategias inclusivas como lo es el trabajo cooperativo, pueden segregar y dejar austera su formación profesional. En este sentido, las Instituciones de Educación Superior (IES) y los docentes, deben ser capaces de adaptarse a los requerimientos laborales del entorno, partiendo de la necesidad de trabajar en las competencias y habilidades de los estudiantes para que estos últimos sean capaces de tener un poder de reacción sobresaliente en los diferentes campos de acción que se les presenten. De acuerdo con la teoría piagetana, la inteligencia se puede valorar de acuerdo con la capacidad de adaptación que el individuo tiene al entorno (Trujillo y Rivas, 2005), de ahí la necesidad de establecer los mecanismos ideales para desarrollar estrategias que alimenten la inteligencia del individuo para garantizarle mejores procesos para la obtención de conocimiento y aplicaciones estratégicas en sus actividades profesionales.

En resumen, puede decirse que el aprendizaje a través del trabajo cooperativo es el resultado del trabajo conjunto a partir de procedimientos de enseñanza, organizado en pequeños grupos de estudiantes con intereses comunes para el logro de objetivos, pero a su vez, sobresaltando las habilidades individuales (cognitivas, afectivas, emocionales y conductuales) con la finalidad de que estos sean capaces de enfrentarse a la realidad de forma responsable, considerando todas las implicaciones que puedan presentarse.

Figura 1. Aprendizaje cooperativo



Fuente: Centro Internacional de Aprendizaje Cooperativo (Tuinnovas, 2018). Tomado de <https://tuinnovas.com/wp-content/uploads/2016/10/bigstock-Community-Learning-61575056.jpg>

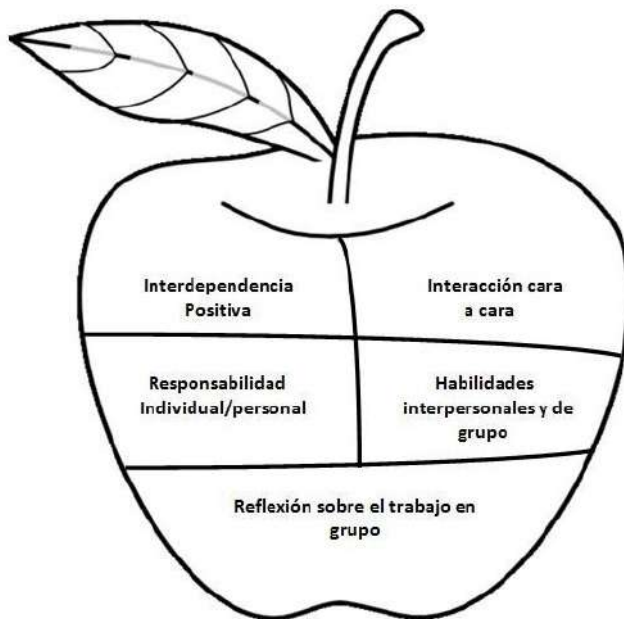
Como ya se ha mencionado, aprender de otros y comprender nuestra propia mente es el resultado de lograr aprender de las individualidades, conjuntado saberes y culminar en un conocimiento compartido conocido como trabajo cooperativo. En este trabajo se logra desarrollar roles que permitirán a los estudiantes producir resultados que seguramente de forma individual no se lograrían o que tardaría un mayor lapso de tiempo en lograrse. Entonces para lograrlo, Johnson & Johnson (Johnson, 1994) plantean una serie de elementos acerca del trabajo cooperativo que ayudan a que este sea más productivo:

1. *Interdependencia positiva.* Se entiende como la responsabilidad doble a la que se tienen que enfrentar los miembros del grupo cooperativo, es decir, realizar la tarea que le fue asignada y al mismo tiempo asegurarse de que los demás miembros del grupo realizan las propias. Con esto se logra que cada miembro aporte de manera imprescindible al trabajo del grupo cooperativo.
2. *Responsabilidad individual/personal.* Cada miembro debe ser capaz de responder por su trabajo y rendir cuentas al grupo de lo que está desarrollando. Se busca para ello que las aportaciones sean

sobresalientes y conocidas por todos los miembros. Se recomienda que el grupo sea pequeño para que esto facilite el proceso creativo del grupo y de cada estudiante.

3. *La interacción estimuladora.* Estas se llevan a cabo entre los miembros del grupo, la cual consiste en animar y facilitar la labor de los demás miembros del grupo cooperativo, con el fin de ir completando las tareas y lograr la meta final.
4. *Destrezas interpersonales y habilidades sociales.* Se busca promover entre los miembros del grupo cooperativo convivencia, inclusividad, confianza y comunicación efectiva, sin ambigüedades y ser abiertos para recibir ayuda, en dado caso de que se requiera, evitando futuros contratiempos.
5. *Autoevaluación frecuente del funcionamiento del grupo.* En este paso es recomendable facilitar un espacio de reflexión para que los miembros puedan valorar cómo es que se ha llevado a cabo el trabajo y cómo se sienten desempeñando las actividades que les han sido conferidas, qué aportaciones han propuesto de manera útil y cuales no; así como su comportamiento durante la actividad ejecutada.

Figura 2. Los componente esenciales del Aprendizaje cooperativo



Fuente: David W., J., Roger T., J., & Holubec, E. J. (1999). <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1626-2019-03-15-JOHNSON%20EI%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>

Desarrollando todos los componentes del trabajo cooperativo de forma disciplinada y ordenada, se garantizará un buen desempeño y un elevado rendimiento por parte de los miembros, favorece las relaciones positivas que se ven reflejadas a través de la motivación intrínseca, mayor salud mental y, por supuesto, la realización exitosa del trabajo conjunto.

Guía para el desarrollo del aprendizaje cooperativo

Ante todo, la cooperación es considerada una metodología en sí misma, esto quiere decir, que la forma en la que se desarrolla es conveniente para

lo que se desea lograr en los estudiantes. El docente debe estar consciente de que dentro del desarrollo del trabajo cooperativo sería conveniente considerar los ocho principios que propone Jack R. Gibbs (2013), que pueden servir de guía para el aprendizaje del trabajo en grupo:

1. *Ambiente.* Considerar el espacio donde se va a llevar a cabo la actividad, considerar el mobiliario con el que se cuenta y establecer la distribución de los espacios y de los miembros, de forma que todos puedan verse la cara para no perder conexión entre ellos.
2. *Reducción de la intimidación.* El juego de roles también exige reglas muy claras para que cada miembro del equipo cooperativo tenga claro que la amabilidad, la cordialidad y la colaboración son lo primero. Seguramente esto va a relajar las tensiones que pudieran existir. Es recomendable que los equipos de trabajo estén conformados por miembros que de antemano se conozcan. Finalmente, hay que aclarar que, durante el desarrollo del trabajo, todos deben ser tolerantes y comprensivos con las diferencias personales y formas de trabajo de cada uno.
3. *Liderazgo compartido.* En todo trabajo se requiere de una figura que coordine el trabajo de todo grupo, pero no se debe confundir, en este caso la conducción del grupo debe ser repartida de manera equitativa en todos los miembros del grupo, para que cada uno tenga la oportunidad de aportar y desarrollar sus capacidades.
4. *Definición de objetivo.* Este o estos deben estar claramente definidos desde un inicio de manera clara, incluyendo la participación de todos los miembros, ya que esto fortalecerá la conciencia colectiva.

Figura 3. Ambiente de cooperación. ¿Cuáles son los tipos de aprendizaje?



Fuente: Universia. (2020). <https://noticias.universia.net.mx/educacion/noticia/2016/09/22/1143835/descubre-cuantos-tipos-aprendizaje-existen-cuales-caracteristicas.html>

1. *Flexibilidad.* Como ya se mencionó, los objetivos deben estar claros desde un inicio. Sin embargo, muchas veces en el camino se van presentando desafíos que pueden dirigir los objetivos a que estos sean modificados, por lo que la flexibilidad y adaptación deben ser parte del pensamiento de los miembros del grupo de acuerdo con los nuevos requerimientos.
2. *Consenso.* La comunicación como parte esencial del trabajo cooperativo, debe estar en todo momento de forma libre y espontánea facilitando con ello el intercambio de los diferentes puntos de vista u opiniones que lleven a consenso a todos los miembros. Esto se va a poder percibir en el clima del grupo favoreciendo las relaciones interpersonales.
3. *Comprensión del proceso.* Este principio tiene una relevancia importante respecto a los demás, ya que en el proceso de este los miembros deben ser capaces de distinguir entre lo que se tiene que hacer en la actividad; observar cómo se desarrollan los roles que aparecen, las reacciones, tensiones, inhibiciones, conflictos o cualquier situación que pueda presentarse.

En este punto en particular queremos hacer una mención especial, ya que, en la experiencia, la mayor parte de los equipos de trabajo que se conforman en las escuelas, muchas veces en esta etapa pierden el rumbo o no concretan los proyectos o trabajos escolares por que los pasos previos mencionados no fueron bien cimentados y en esta etapa se pierde el rumbo, por lo que hay que hacer hincapié en cada una de las etapas del proceso para lograr culminarlo.

4. *Evaluación continua.* Finalmente, y no menos importante, el momento de revelar si se cumplieron o no los objetivos establecidos, y si estos corresponden a las conveniencias e intereses de los miembros del trabajo cooperativo. En este punto, conocer si cada uno está satisfecho con el trabajo que ha desempeñado y con el que desarrollaron los demás.

Como todo proceso, todo lleva su tiempo, recordemos que estos principios deben irse trabajando a fin de que paulatinamente se lleven a cabo, de la misma forma en la cual el docente va preparando y diseñando previamente tanto la actividad como el desarrollo de esta.

El perfil del docente para el trabajo cooperativo

Como en todo trabajo educativo, se deben considerar los elementos que forman parte de este y el docente no puede ser la excepción, ya que como se mencionó en un principio, el trabajo cooperativo recae en gran medida en la actuación del docente. Aquí es donde él debe reflejar todo el expertise a través de su pericia, destreza, competencia y habilidad; organizando y, un alto sentido de la equidad, facilitando el proceso y determinando cuáles son las actividades idóneas para el grupo al que va a estar destinado y que previamente se han planeado con pleno conoci-

miento de que, en el transcurso de la práctica pueden presentarse situaciones que no se hayan considerado; en esencia, el docente se vuelve un *Ingeniero del proceso educativo*. Esto implica que no basta el talento natural que se pueda tener para el desarrollo del trabajo docente, es decir, se requiere capacitación para poder emplear el trabajo cooperativo como estrategia didáctica y ser muy disciplinado. Si lo logra, el docente puede ser capaz de aplicar esta estrategia en cualquier asignatura, con cualquier número de estudiantes, así como, en cualquier nivel educativo. No olvidar que la parte instruccional es importante, ya que la precisión de la información oportuna puede ser la clave del éxito o del fracaso del trabajo cooperativo, por lo que la comunicación efectiva comienza con él. El docente también debe ser capaz de saber plantear durante el trabajo cooperativo, las preguntas idóneas que hagan que los estudiantes cuestionen ¿cómo viven su realidad? y ¿cómo es que está constituida?, marcando la pauta para el desarrollo del proceso cognitivo consciente.

Finalmente, compartir los resultados de los logros obtenidos del trabajo cooperativo con otros colegas, permitirá al docente poner en práctica en otras esferas el trabajo cooperativo, comparando y evaluando los resultados de otros pares, lo cual le servirá al mismo tiempo para incrementar su expertise y mejorará sus propias relaciones interpersonales tanto en el ámbito laboral como personal.

La planificación del trabajo cooperativo

Como muchos sabrán la labor docente es ardua, ya que el trabajo que se lleva a cabo en el aula muchas veces es el resultado del trabajo previo a la ejecución. Elaborar un plan de cómo se va a llevar a cabo el trabajo cooperativo pareciera lo idóneo para llevar al objetivo establecido de acuerdo con los aprendizajes esperados.

Lo primero es tener claro que el grupo cooperativo va a ser heterogéneo, por lo que muchos de los estudiantes piensan de forma individual, entonces en la parte del diseño de la actividad deben ser considerados los aspectos contextuales del grupo. Segundo, identificar en qué momento los miembros del grupo van a trabajar de forma personal y en qué momento sus aportaciones van a ser aterrizadas de forma grupal. De manera consecutiva identificar los puntos de acuerdo con los que llegue el grupo después de haber llevado a cabo de forma grupal el proceso metacognitivo (donde el grupo logra autorregular su proceso de aprendizaje). Una vez logrado esto, se deben identificar los productos como resultado del análisis, comparación y decisiones del grupo, para posteriormente presentar los resultados del aprendizaje logrado. Al término de todo el trabajo cooperativo, es importante considerar un tiempo pertinente para que el grupo reflexione sobre el proceso del trabajo y lo compare con los resultados obtenidos del mismo, emitiendo sus opiniones al respecto para un proceso de mejora continua.

El trabajo cooperativo y el pensamiento complejo

Muchos se preguntarán por qué es importante la vinculación del trabajo cooperativo con el pensamiento complejo, y es que el primero se considera un gran impulsor del pensamiento complejo, ya que este es considerado de forma holística, incorporando todos los elementos del proceso del trabajo cooperativo de manera conjunta. Esto favorece, como ya se ha dicho, el proceso de comunicación y las relaciones interpersonales abren paso a la recuperación de las experiencias, incluyendo la asimilación de los conocimientos formales e informales. Una vez que se ha conformado el grupo cooperativo y que este inicia a través de un trabajo práctico, proyecto, caso de estudio o cualquier desafío educativo, inter-

venciones que los llevarán a discusiones, evaluaciones, comparaciones o decisiones; es decir, a una actividad metacognitiva, es el momento en el que el docente debe implementar acciones que hagan que los estudiantes hagan un análisis del proceso que están llevando a cabo, a fin de lograr que abran su mente con plena consciencia de lo que piensan, dicen, quieren o hacen, al usar todos sus sentidos para lograr el mejor resultado. Este es el momento justo cuando se puede decir que el estudiante logra conectar su aprendizaje con la realidad, que es lo que se busca para despertar el pensamiento complejo en ellos. Sin embargo, existen otros factores que no se pueden pasar por alto y son lo que se consideraría la cereza del pastel del trabajo cooperativo, como el desarrollo de valores individuales, aptitudes que faciliten la implementación de sus conocimiento y actitudes que fortalezcan sus relaciones intra e interpersonales, complementando perfectamente el proceso de enseñanza visto desde un todo pero reconociendo al individuo tal y como lo refiere Edgar Morin (1999) en su libro de *Los siete saberes para la educación del futuro*, en el que resalta la importancia del respeto a las individualidades aprendiendo a convivir entre nosotros (relaciones interpersonales) de manera que esto permita lograr un futuro mejor enfrentando la incertidumbre de cualquier adversidad. Deja muy en claro que aprendiendo a convivir es aprender a “estar ahí”, es comunicarse, lograr puntos de encuentro y converger por el bien común. Esto obliga entonces a explicar ¿qué es el pensamiento complejo?, en afán de comprender su relación con el trabajo cooperativo. La interpretación del pensamiento complejo plantea que este es un nuevo pensamiento, válido para comprender la naturaleza, la sociedad, reorganizando la vida humana y buscando soluciones a las crisis humanitarias contemporáneas. En este sentido, el poder humanista del pensamiento complejo en donde la consciencia por los demás es prio-

ritario, fortalece el espíritu de cooperación, la búsqueda de soluciones a problemas, la construcción del futuro, enfrentando la dificultad de pensar y vivir.

En la escuela se busca, a través de un comportamiento ético durante el aprendizaje, al estudiante que tiene la oportunidad de enfrentar situaciones y tomar decisiones a partir de diferentes aspectos, es ahí donde el trabajo cooperativo da pie a que el estudiante logre desarrollar la comprensión de su pensamiento complejo y lo implemente en su entorno.

En resumen, el trabajo cooperativo en complicidad con el pensamiento complejo permite al estudiante interconectar las distintas dimensiones de lo real, esto obliga al estudiante a desarrollar estrategias de pensamiento que no sean reductivas ni totalizantes, sino por el contrario, deben ser reflexivas y abiertas a una perspectiva global y humana.

Conclusión

El escalón más alto en el nivel de dificultad de la aplicación del aprendizaje cooperativo es el diseño e invención de tareas/juegos por parte de los propios estudiantes, ya que hacerlo de manera correcta, requiere de un nivel de cooperación alto entre los miembros del grupo (Kirchner, 2005). Esto requiere un alto sentido de participación y disposición para ayudar a otros en lo que se requiera, enfocados en el objetivo planteado por el equipo cooperativo. De esta manera, también se fomenta y fortalece el desarrollo del pensamiento complejo, ya que el trabajo cooperativo hace que los estudiantes sean capaces de adaptarse a los grupos heterogéneos en pro de la construcción de su identidad, promueve interdependencia positiva a partir de la comunicación efectiva y hay garantía de la responsabilidad individual, sin olvidar que forma parte integral de un todo. Tal y como lo establece Morin (op.cit.) en su teoría

del pensamiento complejo, la participación de todos los miembros del grupo cooperativo es equitativa y simultánea, respetando los acuerdos y jerarquías de liderazgo, lo que sin lugar a dudas promueve equidad, inclusión y calidad del aprendizaje logrado, todo en conjunto hace que el trabajo cooperativo despierte en los estudiantes el desarrollo de pensamiento complejo.

Al final de todo esto se rescata la posibilidad de que, con la incorporación del trabajo cooperativo en las actividades académicas, no solo se fortalezca la autoestima y experiencia de los estudiantes, sino también la del docente, ya que seguramente este tendrá la oportunidad de valorar y mejorar al igual que sus estudiantes la idoneidad de la metodología, aportará seguridad en las decisiones que se tomen y, por lo tanto, reflejará el poder de las misas. La metodología del trabajo cooperativo aporta a los estudiantes diferentes situaciones que los hacen enfrentarse a diversos conflictos, mismos que no siempre serán llevados a cabo en contextos idóneos o esperados por el estudiante, lo cual ofrece la oportunidad de desarrollar habilidades y destrezas necesarias a través de la necesidad del empleo de sus recursos disponibles.

Sin lugar a dudas, el trabajo cooperativo no es holístico, ya que cada individuo con su cosmovisión y desde una perspectiva valoral e intelectual única, aporta al equipo cooperativo características que coadyuvan en la construcción de ideas con un sentido de realidad más profunda y más cercana a una realidad conjunta. Para lograr que el trabajo cooperativo arroje los resultados deseados, es necesario la intervención del docente, ya que una vez que se ha dado paso al trabajo cooperativo existirán momentos de discrepancias y concordancias. Es ahí el momento donde el docente tendrá que buscar el equilibrio y enfocar el trabajo cooperativo hacia el objetivo esperado, a fin de no perderse en las

disyunciones que se creen, si no por el contrario, promover conjunción de ideas a partir de las aportaciones individuales y valorando cada una de las ideas que irán alimentando el producto final que será, sin duda, un resultado satisfactorio para todos los participantes. En este camino es necesario que el docente comprenda que como moderador de las acciones cooperativas deberá estar listo para los desafíos que se presenten en el proceso, apoyándose de actitudes como la empatía, disposición, comunicación y motivación para poder encausar el aprendizaje desde la individualidad hasta el trabajo en conjunto una vez que los conflictos presentados se hayan resuelto. También debe ser promotor del respeto a las diferentes ideologías a través de la escucha activa y consiliador en momentos en los cuales existan discrepancias entre los participantes, a fin de que el trabajo cooperativo aporte en los miembros elementos que fortalezcan su perfil académico profesional.

En esencia, el trabajo cooperativo bien orientado logra desarrollar en los estudiantes un alto grado de complejidad en su pensamiento a través del manejo pertinente de la información y comunicación efectiva, un amplio sentido de la comprensión epistemológica de la concepción trabajo cooperativo y el desarrollo de la lógica enfocada en cambiar y mejorar de forma creativa las condiciones socioculturales de su entorno.

Referencias bibliográficas

- Gardner, Howard (1998). A Reply to Perry D. Klein's 'Multiplying the problems of intelligence by eight. *Canadian Journal of Education* 23 (1) 96-102. doi:10.2307/1585968. JSTOR 1585790.
- Gibb, J.R. (1982). *Manual de dinámica de grupo*. Humanitas.

- Johnson, R., Johnson D. (1992). *Cooperative learning increasing*. Whashington D. C.
- Johnson D., Roger, T. (1994). *An overview of cooperative learning*. Thousand.
- Johnson, D. (1991). Cooperative learning. Increasing College Faculty Instructional productivity, ASHE-ERIC, High Education Report N.º 4. George Washington University.
- Johnson, D., Johnson, R., Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós.
- Johnson, D., Maruyana, G. (1981). Effects of cooperative, competitive and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, (89) 74-62.
- Kirchner, G. (2005). *Towards cooperative learning in elementary school physical education*, Springfield, Charles C Thomas Publisher.
- Morin, E. (1998). *Introducción al pensamiento complejo*. Editorial España.
- Morin, E., (2001). *Saberes necesarios para la educación del futuro*. Editorial Buenos Aires.
- Morin, E. (2004). *El Método*. Tomo 6. La **Ética**. Paris, Seuil, p. 224.
- OCDE (2003). *Reactivos propuestos para la competencia matemática*. México.
- Sánchez, F., Parra, M., Peña, B. (2019). Experiencias de trabajo cooperativo en la educación superior. Percepciones sobre su contribución al desarrollo de la competencia social. *Revista de Comunicación*, (147) 87-102. <https://www.vivatacademia.net/index.php/vivat/article/view/1123>
- Urdaneta, G., Morales, M., (2013), Manejo de habilidades sociales e inteligencia emocional en ambientes universitarios. *Revista electrónica de humanidades, educación y comunicación social*, (14) 40-59. <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&>

source=web&cd=&ved=2ahUKEwiPiOiw8rbqAhUDW60KH-fkcDhQQFjADegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fdialognet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4339639.pdf&usg=AOv-Vaw0DAaYwYn9QIFdbBQPaj_e

Vidal, S. (2013). La dinámica de grupos para el trabajo cooperativo facilita la comunicación. *Revista de Comunicación Vivat Academia*, (123) 1-11. <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiWx8W98bbqAhVDEawKHUVKD-kQFjABegQIBhAB&url=https%3A%2F%2Fdialognet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5032275.pdf&usg=AOv-Vaw32Td9Cme4omo7oQNHS8GLh>

Vigotsky, L. (2006). *Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. **México**.

6. Un nuevo paradigma en la Ingeniería Industrial

Raúl Ruán Ortega, Beatriz Aguilar Romero

Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla,
México.

Introducción

Este capítulo aborda la importancia de los conceptos estadísticos tales como regresión, clasificación e inferencia, tanto para el desarrollo de competencias en la formación básica de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), en particular del Colegio de Ingeniería Industrial, como para su buen desempeño en la actual llamada Cuarta Revolución Industrial.

El paradigma de la cuarta revolución industrial que para algunos autores se ejemplifica en lo que han definido como la industria 4.0 o industria inteligente (Perasso, 2016), está modelando la estructura de cómo las disciplinas interactúan entre sí para la obtención de resultados óptimos, uniendo industrias y metodologías antes delimitadas deliberadamente.

Una de las características de este nuevo paradigma es la rápida adopción y utilización de la tecnología digital y la adopción de nuevas tecnologías (Pisonero, 2019), las *Tecnologías clave habilitadoras* como la robótica colaborativa, internet de las cosas, computación en la nube, impresión 3D, inteligencia artificial, manejo de grandes volúmenes de datos y sistemas ciberfísicos.

Es en este contexto, resulta importante reforzar el aprendizaje de los conceptos estadísticos que se imparten en los cursos básicos de la carrera de Ingeniería Industrial, dado que estos conocimientos son fundamentales en el diseño de sistemas para el manejo de grandes volúmenes de datos para la toma de decisiones, en el diseño básico de automatizaciones y de herramientas de gestión en el marco de este nuevo paradigma.

La cuarta revolución industrial generará una gran cantidad de nuevos empleos para aquellos que posean la formación y las capacidades adecuadas, por lo que uno de los desafíos para las universidades es preparar a estos nuevos profesionistas con las mejores capacidades posibles.

La Ingeniería Industrial

El origen de la enseñanza de la Ingeniería Industrial en América se da en la Universidad Estatal de Pennsylvania, cuando en 1909 se crea la primera Licenciatura en Ingeniería Industrial (Emerson, 1988) y en México se desarrolla, tal como la conocemos en los años 40, como una de las pioneras en impartirla el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

El Institute of Industrial and Systems Engineers (2020) señala:

Dado que esta disciplina de la ingeniería] se refiere al diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía [y] se basa en el conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que se obtengan a partir de tales sistemas.

Una de las herramientas fundamentales para la formación de los futuros ingenieros industriales es la estadística, ya que en su vida profesional deberán de utilizar conceptos estadísticos para analizar datos y así poder tomar decisiones basadas en hechos. Tal como ocurre en la gestión de la calidad, de la producción, en el desarrollo de productos, en los pronósticos de producción o en el análisis del modo y efecto de falla en los procesos de manufactura. Y que con la adopción de la filosofía de calidad y de estrategia de negocios de six sigma a finales de los años 80 del siglo pasado, por empresas de manufactura y de servicios, los conceptos estadísticos retomaron su relevancia en la disciplina.

Así, la modelación estadística se convirtió en una herramienta poderosa para tratar de entender el comportamiento de los procesos y sistemas de manufactura, y así poder optimizarlos. La información generada al interpretar las variables de procesos recopiladas por los sistemas de adquisición de datos hizo posible tomar decisiones estratégicas y la información comenzó a ser el diferenciador competitivo en las organizaciones. Sin embargo, la importancia y el valor de los datos aún estaba por dar un giro y potenciarse aun apoyándose de las nuevas tecnologías.

El nacimiento de un nuevo paradigma

En marzo de 2011, durante la feria de Hannover en Alemania, se lanzó la iniciativa “*Industrie 4.0*” por parte del gobierno alemán para iniciar la digitalización de su manufactura. Se convocó a las universidades y a las empresas más importantes de Alemania para que desarrollaran en conjunto la estrategia que llevara al éxito tal propósito y en la edición de 2013 de la misma feria de Hannover se dio a conocer el modelo y las recomendaciones para implementar lo que llamaron la Industria 4.0, a través de la *Plataforma industria 4.0 (Plattform Industrie 4.0)*. A esta estrate-

gia del gobierno alemán siguieron otras más en otros países los cuales propusieron como parte de su política pública, y en el caso de México el anuncio de la estrategia se realizó en abril de 2016 en donde se propuso la creación de la plataforma de Industria 4.0 MX (Alquicira, 2020).

El grupo de trabajo alemán encabezado por la empresa Robert Bosch GmbH y por la Academia Alemana de Ciencia e Ingeniería (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) hacen referencia al concepto de industria 4.0 (i4.0) como «las redes inteligentes de equipos y procesos para la industria con la ayuda de la tecnología de la información y la comunicación» (*Plattform Industrie 4.0*), es decir, se establecen redes que conecten tanto a los equipos de producción, instalaciones industriales y a los sistemas de almacenamiento y distribución, intercambiando información (datos) de manera autónoma e inteligente para auto-controlarse mutuamente, además de poder comunicarse con el exterior (proveedores y clientes).

Tecnologías habilitadoras de la i4.0

Como se puede observar, una de las características de este nuevo paradigma de manufactura, y en el cual incide el futuro profesionista de esta disciplina, es la rapidez de los cambios tecnológicos y la adaptación que exige para interactuar con las nuevas tecnologías al ser el resultado de la convergencia de varias de ellas.

Este nuevo paradigma aún está en proceso de desarrollo, por lo que diferentes autores proponen, desde su experiencia, diferentes componentes o tecnologías que lo conforman. Por ejemplo:

1. Manufactura aditiva.
2. Realidad aumentada.
3. Computación en la nube.

4. Robótica colaborativa.
5. Simulación virtual.
6. Internet de las cosas (IoT).
7. Ciberseguridad.
8. Inteligencia Artificial.
9. Ciencia de datos y Big data.

Todas estas tecnologías tienen diferente impacto e importancia en la formación de los futuros ingenieros y en sus diferentes disciplinas y especialidades. Sin embargo, el presente capítulo está enfocado en los que, a criterio de los autores, tienen un impacto particular en la formación inicial de los estudiantes de ingeniería como son la inteligencia artificial (en particular uno de los subcampos de esta) y el manejo de grandes volúmenes de datos.

Lo visto anteriormente muestra el cambio significativo que está teniendo la forma de realizar la manufactura de productos al poder utilizar nuevas tecnologías. Para ello y cada vez son más las empresas en México que están migrando, de manera paulatina, a estas tecnologías para aumentar su competitividad.

Estas tecnologías permiten la personalización de los productos bajo las condiciones de producción altamente flexible, así como la comunicación entre los materiales y los equipos de producción, teniendo en tiempo real la información del plan de producción y, entre otros beneficios, al poder contar con el manejo de altos volúmenes de datos es más precisa la toma de decisiones, pero como se mencionó antes, son un par de tecnologías las que nos interesa analizar.

Inteligencia Artificial

No es intención de este capítulo hacer un análisis de los orígenes de la Inteligencia Artificial (IA) ni de los paradigmas filosóficos que se han desarrollado a su alrededor ni explicar cada uno de sus componentes, por lo que partiremos desde lo que consideran los autores, su inicio como disciplina. Esto ocurre en 1956 en un evento desarrollado en el Dartmouth College como la *Conferencia de Dartmouth* (The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence) en Hanover, New Hampshire, en donde se reunieron un grupo de investigadores para trabajar sobre la suposición de que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede describirse en principio con tanta precisión que se puede hacer una máquina para simularlo y que generen abstracciones para resolver problemas mejor que los seres humanos (Kline, 2011).

Actualmente, la IA se podría visualizar como se muestra en la Figura 1, en donde se compone del Aprendizaje de Automático (Machine Learning) y del Aprendizaje Profundo (Deep Learning).

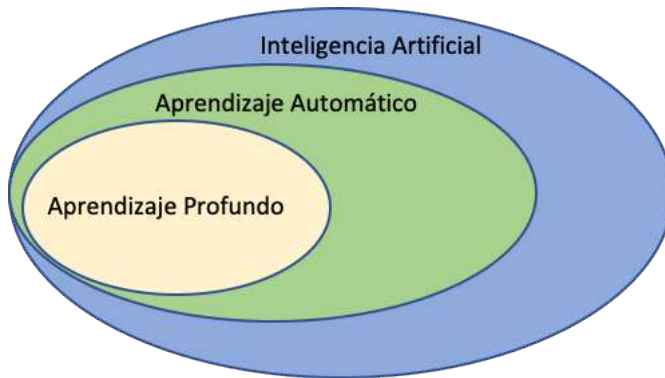


Figura 1. La inteligencia artificial, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo

Como es de esperarse, existen múltiples definiciones de lo que es el aprendizaje de automático, pero para los fines del presente capítulo podemos decir que es un método computacional (algoritmo) que extrae patrones de los datos para obtener información y tomar decisiones de manera automática con la mínima intervención del ser humano.

En cuanto a la definición del aprendizaje profundo, como se puede apreciar en la Figura 1, es una subárea del aprendizaje automático, considerándose una diferente representación del aprendizaje de los datos que intenta construir inteligencia artificial mediante la representación de dichos datos como una jerarquía de conceptos en capas, donde cada capa de conceptos se construye a partir de otras capas más simples y, para ello, el modelo utilizado es el de las Redes Neuronales (Kelleher, 2019). Algunos autores consideran que el Aprendizaje Profundo está atendiendo cada vez más campos de la Inteligencia Artificial, por lo que mencionan que podría ser ahora un enfoque de esta última y no solo un subcampo.

Los procesos de manufactura y, en general, los procesos industriales tienen una gran cantidad de datos que se pueden obtener para poder predecir su comportamiento y controlarlos. Sin embargo, no había sido posible sino hasta hace unos años que, gracias al desarrollo tecnológico los sensores son capaces de adquirir los datos, obteniendo la información del entorno físico y utilizar recursos informáticos integrados para realizar funciones predefinidas al detectar una entrada específica y luego procesar los datos antes de transmitirlos, con lo que se permite una recopilación más precisa y automatizada de datos ambientales con menos “ruido” entre la información registrada.

Estos datos son recolectados de los diferentes equipos y sistemas durante todo el proceso de manufactura, lo que podría generar una gran cantidad de información útil para la toma de decisiones (big data).

Uno de los actuales paradigmas en la manufactura es *Lean Six Sigma*, el cual basa uno de sus éxitos en el análisis de datos para reducir costos y tiempos de ciclo e incrementar ingresos y ganancias, por lo que la utilización de las disciplinas del Big data y del Aprendizaje Automático, complementan y potencian las herramientas utilizadas en este paradigma.

Tal es el caso de las etapas 2 y 3 de la metodología DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) que se utiliza en Lean Six Sigma (medir y analizar).

En la primera de ellas, medir, se tienen que determinar los datos de entrada y de salida de los procesos y definir la manera de obtener dichos datos. También se debe realizar un análisis del sistema de medición y la caracterización del proceso de manufactura. Para ello, se debe diseñar la recolección de datos, que como ya se mencionó, la nueva tecnología de sensores permite tener datos más reales de los procesos.

Con estos datos se mide la estabilidad de los procesos a través de gráficas de control, histogramas y permite tener una primera medición de la capacidad de los procesos (C_{pk} o P_{pk}). Estas mediciones, actualmente, son posibles realizarlas con el apoyo de algunas de las tecnologías habilitadoras de la llamada i4.0.

En la etapa 3, análisis, se realiza de manera más eficiente con la ayuda del aprendizaje automático el análisis estadístico (pruebas de hipótesis, las inferencias estadísticas, el análisis de varianza) y la identificación de patrones de los datos.

Para ejemplificar lo mencionado anteriormente, se muestran las mediciones y el análisis de dichas mediciones realizadas en un proyecto para una empresa de autopartes en la región centro de México.

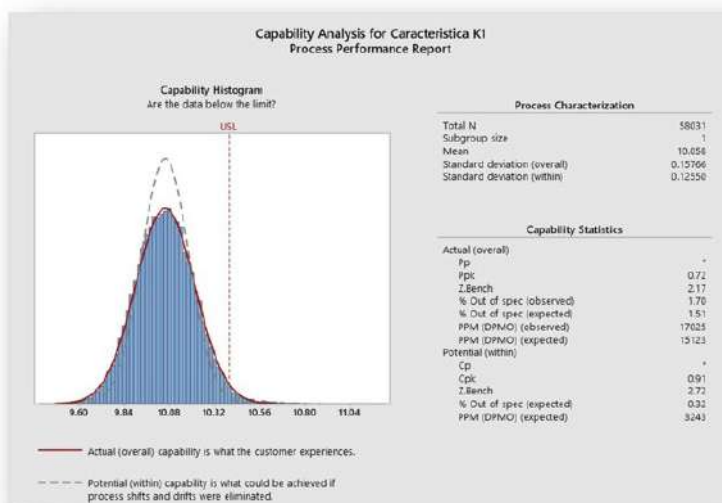


Figura 2. Estudio de capacidad del proceso

En la Figura 2 se muestra la distribución normal de los datos en el estudio de capacidad y en donde se observa un *scrap* de 1.70 % con una desviación estándar de 0.1576 y Ppk de 0.72. El Ppk es un indicador del desempeño del proceso de manufactura basado en la variación del proceso a lo largo del conjunto completo de datos; y para este ejemplo es menor que 1, por lo que representa una baja capacidad del proceso para cumplir con los requerimientos establecidos.

Otro ejemplo de aplicación es la evaluación del sistema de medición de las variables de interés, con el fin de poder garantizar que las mediciones obtenidas son confiables y que el problema no se encuentra en el sistema de medición. Se desarrolla un estudio R&R (estudio de re-

pitibilidad y reproducibilidad) tipo 1, debido a que los bancos de medición cuentan con piezas de referencia de las cuales se tiene el valor para las características funcionales del producto manufacturado. La Figura 3 muestra la gráfica del estudio R&R.

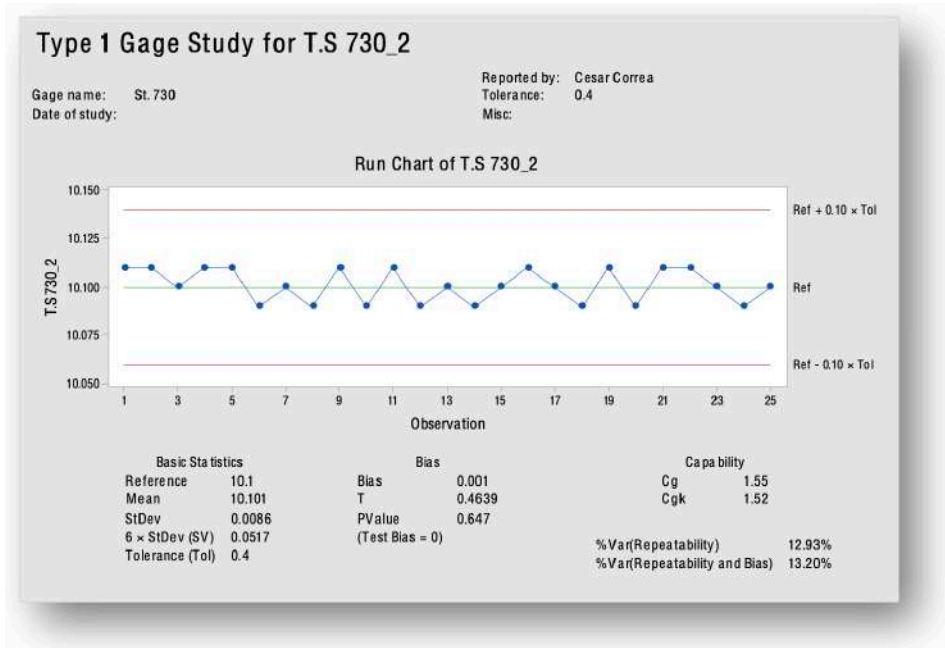


Figura 3. Estudio de R&R

Como se puede observar en la Figura 3, el valor de referencia es 10.10 y dadas las mediciones obtenidas se tiene un promedio de 10.101 mm, con una desviación estándar de 0.0086. Una capacidad del sistema de medición Cg de 1.55 y Cgk de 1.52, además de un porcentaje de variabilidad de 12.93 %, lo cual al ser menor del 15 % (estándar de la

industria global del sector automotriz) se concluye que el sistema de medición es óptimo y que las mediciones son confiables.

El C_g : sirve para evaluar la repetibilidad de un sistema de medición. Se calcula la métrica esta para comparar la variación del estudio (la dispersión de las mediciones del sistema de medición) con un porcentaje de la tolerancia.

El C_{gk} : sirve para evaluar el sesgo del sistema de medición, siendo este la diferencia entre la medición promedio del sistema de medición y el valor de referencia oficial.

Estos son solo un par de ejemplos de la importancia que tiene el conocimiento de los principios estadísticos y que son potencializados por las nuevas tecnologías, como por ejemplo el *Machine Learning*, que extrae patrones de una gran cantidad de datos y crea modelos para aplicaciones de análisis de datos predictivos.

Conclusión

La competitividad en la industria manufacturera a nivel internacional ha ido creciendo en los últimos años. Con la adopción de la estrategia de industria 4.0 son cada vez más las empresas que están en proceso de su transformación digital y en México, aunque son relativamente pocas las empresas que están en este proceso, principalmente las de capital extranjero, son cada vez más las empresas nacionales que se unen a este proceso. Si bien es cierto que se requiere una inversión importante para la implementación de las herramientas tecnológicas que habiliten dicha transformación, es más importante aún el establecimiento de una cultura organizacional sana enfocada en los resultados y basada en los hechos, para lo cual la obtención de datos es primordial.

Como se ha visto, las metodologías tradicionales de mejora requieren por parte de los profesionistas una formación sólida en los conocimientos estadísticos, propios que se adquieren en los cursos básicos de ingeniería, pero que con el advenimiento de las técnicas de inteligencia artificial, estos conocimientos, junto con los de un lenguaje de programación se hacen indispensables para poder desempeñarse adecuadamente en esta nueva era de la convergencia de conocimientos en la ingeniería industrial.

Referencias bibliográficas

- Alquicira, Andrés Morales; Trejo, Araceli Rendón; Mondragón, Irene Juana Guillén (2020). Digitalización y competitividad industrial. Impulso gubernamental en Alemania y México. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, vol. 13, pp. 551-570. <https://www.riico.net/index.php/riico/article/view/1812>
- Emerson, H., and Douglas N. (1988). *Origins of Industrial Engineering: The Early Years of a Profession*. Inst of Industrial Engineers.
- Institute of Industrial and Systems Engineers (2020, 15 de enero). *IISE Body of Knowledge*. [BoK de Ingeniería Industrial y de Sistemas \(iise.org\)](http://BoK.de.IngenieriaIndustrial.y.de.Sistemas(iise.org))
- Kelleher, J. (2019). *Deep Learning*. MIT Press.
- Kline, R. (2011). Cybernetics, Automata Studies and the Dartmouth Conference on Artificial Intelligence, *IEEE Annals of the History of Computing*. 5-16 <https://doi.org/10.1109/MAHC.2010.44>
- Morales, A., Rendón A., Guillén I. (2019). Digitalización y competitividad industrial. Impulso gubernamental en Alemania y México. En J. Sánchez, P. Mayorga (Coord.). *Los retos de la competitividad ante la industria 4.0*. UdG, pp. 551-570.

Perasso, V. (12 de octubre 2016). Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos). *BBC Mundo*.

Pisonero, E. (2019). Un nuevo paradigma. *Economistas*, (165) 101-103.

Plattform Industrie 4.0 (25 de enero 2020). *Glossar*. BMWK. <https://www.plattform-i40.de/PI40/Navigation/DE/Industrie40/Glossar/glossar.html>

Conclusiones generales

En cada uno de los capítulos que conforman este libro se plantean y desarrollan diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje, estas varían de acuerdo con el modelo educativo, perfil de egreso y las asignaturas que conforman su plan de estudio de las diferentes ingenierías. Además, la incorporación del uso de las TIC, orientación, revisión y discusión que permite el desarrollo y mejoramiento de estas.

En las diferentes estrategias de enseñanza-aprendizaje desarrolladas se puede contemplar las distintas y múltiples opciones con las que se cuentan hoy en día para propiciar y facilitar el aprendizaje en los estudiantes, tal como el uso de la plataforma ALEKS, realidad aumentada, trabajo colaborativo y metodología de mejora.

El uso de la plataforma ALEKS permite un aprendizaje más interactivo, interesante y motivador, de tal forma que involucra e integra a los estudiantes. Por lo tanto, se propicia su aprendizaje y ellos pueden regularlo. Una de las ventajas de emplear este sistema artificial es la viabilidad de establecer una ruta académica individualizada, de acuerdo con las necesidades de los estudiantes, nivel de conocimiento y estilo de aprendizaje.

En otras estrategias que se presentan, tal como trabajo colaborativo y la metodología de mejora, permiten realizar un análisis, seguimiento del aprendizaje y conocimiento generado en los estudiantes, por lo que se puede mejorar o reestructurar las estrategias planteadas, así como la asesoría y la retroalimentación hacia los estudiantes.

El fortalecimiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje hacia una educación con tecnología digital y el seguimiento personalizado del proceso de aprendizaje como alternativa para involucrar a los actores de los procesos de enseñanza-aprendizaje en un mundo globalizado de competencias, como un apoyo que facilita, planifica y regula la adquisición del conocimiento, debe generar conocimientos de manera distinta a como se haría en años pasados. Debe implementar todo aquello relacionado con las TIC, ya que, en la actualidad, múltiples aspectos se han visto afectados por la nueva era digital, entre ellos el aprendizaje, puesto que hoy en día un alumno no aprende de la misma manera a uno en décadas pasadas.

*Procesos enseñanza-aprendizaje de las ciencias
básicas en ingeniería.*

se terminó de editar en diciembre de 2021