

Estrategias educativas digitales como apoyo a cursos de ciencias básicas de ingeniería

Digital educational strategies to support basic engineering science courses

Araceli Celina Justo López* | Lorena Castro García** | Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas*** | Maximiliano de las Fuentes Lara****

Recepción del artículo: 30/9/2020 | Aceptación para publicación: 22/2/2021 | Publicación: 26/3/2021

RESUMEN

En este artículo se describen algunas estrategias educativas basadas en entornos virtuales de aprendizaje que se implementaron en programas de ingeniería con el propósito de mitigar los índices de reprobación en las materias de etapa básica. A partir de un caso de estudio en la Universidad Autónoma de Baja California, se diagnosticaron las causas de reprobación del período 2013-2016 y, posteriormente, de 2017 a 2019, se implementaron cuatro estrategias de apoyo. Se hizo un análisis del comportamiento de los índices de reprobación antes y después de la implementación de las estrategias y los resultados mostraron que los niveles de estos disminuyeron en cinco materias, y con ello el rezago estudiantil. Aun cuando las estrategias aplicadas en este estudio son replicables, y el uso de entornos virtuales de aprendizaje favoreció el desempeño académico de los estudiantes, se requiere ampliar la investigación para medir el impacto que tuvieron otras acciones llevadas a cabo en paralelo.

Abstract

In this paper there are described some educational strategies based on virtual learning environments, which were implemented in engineering programs with the purpose of mitigating failure rates in basic stage subjects. Based on a case study at the University of Baja California, the causes of failure for the period 2013 to 2016 were diagnosed, and subsequently, from 2017 to 2019, the implementation of four support strategies began. An analysis of the behavior of the failure rates before and after the implementation of the strategies was made, and the results show up that both the failure levels in five subjects as well as the student lag decreased. Even though the strategies applied in this study are replicable, and the use of virtual learning environments supports students' academic performance, it is still necessary to expand the research to measure the impact of additional strategies that were put in to practice simultaneously.



Palabras clave

Entornos virtuales de aprendizaje; ingeniería; índice de reprobación



Keywords

Virtual learning environments; engineering; failure rates



INTRODUCCIÓN

La importancia que han cobrado las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el mundo actual, y la evidente preferencia que los estudiantes manifiestan en el uso de estas herramientas, convierten a las TIC en una alternativa viable para implementar estrategias de aprendizaje diferentes a las tradicionales, atractivas y prácticas, que capten la atención de los alumnos nativos digitales, favorezcan su motivación y les ayuden en su aprendizaje (Lozano, Zárate y Llaven, 2018). En la actual era digital y del conocimiento, se tiene acceso a información de la web en todo lugar y en todo momento; sin embargo, ya que no siempre es posible asegurar la calidad de los recursos consultados, es necesario que el estudiante tenga una guía que le indique el me-

jor camino para construir su propio aprendizaje (Chang, 2015). En este sentido, la variedad de contenido puede ser útil cuando se tiene la preparación para diferenciar los contenidos fidedignos de los erróneos, pero si el alumno carece de esta preparación, la exposición a esta inmensidad de información puede resultar contraproducente (Canto y Salazar, 2019).

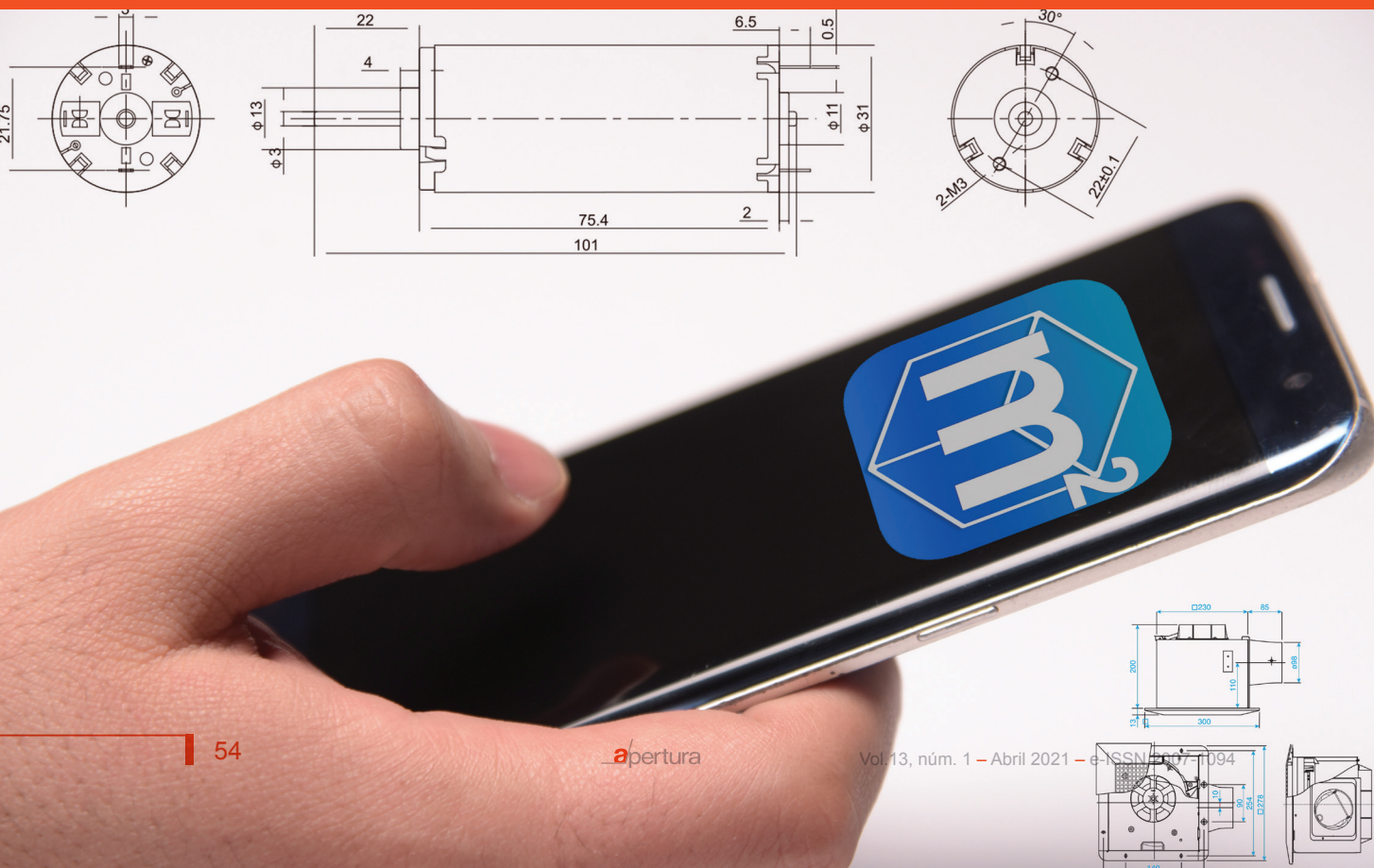
Las TIC pueden ser grandes aliadas en el proceso de gestión y construcción del conocimiento de los alumnos, así como favorecer sus resultados académicos (Morales, Trujillo y Raso, 2015) si se planea su intervención en un diseño instruccional (Vázquez, Vite y Contreras, 2013). Un ejemplo de esto son los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), aplicaciones informáticas que generan comunicación académica y pedagógica entre sus participantes, y que pueden utilizarse tanto en

el ámbito presencial como en las modalidades a distancia o mixtas (Cedeño y Murillo, 2019). Los EVA son un medio para compartir información, apoyar la comunicación e integración de diferentes tipos de recursos digitales, y facilitar el proceso de aprendizaje (Romero *et al.*, 2014). De acuerdo con Pastran, Olivera y Cervantes (2020), su uso facilita la enseñanza, ya que permiten al docente acompañar a sus estudiantes durante su proceso de aprendizaje, especialmente en la educación a distancia.

Los recursos educativos son parte fundamental de los EVA, ya que la disponibilidad y variedad en sus formatos ofrecen la posibilidad de mejorar la calidad de los cursos en la enseñanza remota o tradicional (Valenzuela, Fragoso, Santaolaya y Muñoz, 2017). Otro elemento de gran importancia en el contexto de los EVA son los repositorios digitales (RD), que funcionan como contenedores o almacenes de recursos digitales –como materiales de instrucción, informes, publicaciones, cursos, manuales y objetos de aprendizaje (Shreeves y Cragin, 2008)– y promueven la conservación y reutilización de estos contenidos (Boté y Mingüillón, 2012).

Por esta razón, algunas instituciones educativas desarrollan sus propios recursos educativos digitales –como las EVA– para abordar diferentes temas de las unidades de aprendizaje que conforman sus planes de estudio; esto, además, responde a la necesidad real de compartir el conocimiento con facilidad de acceso y disponibilidad (Colomé, 2019). La implementación de los EVA también puede ir en beneficio del desempeño académico, situación que se presentó en la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Autónoma de Baja California. Esta unidad académica, así como otras de la universidad, enfrenta problemáticas asociadas al aprovechamiento escolar de los estudiantes del tronco común, una etapa básica con duración de dos semestres, conformada por doce unidades de aprendizaje obligatorias en las áreas de matemáticas, física, química, humanidades y programación. Cuando el alumno ingresa a la FI cursa el tronco común y, al finalizarlo, atraviesa un proceso de subasta donde se considera su promedio actual para ganar un lugar en el programa educativo de su preferencia.

Un análisis estadístico de los índices de repro-
bación de las unidades de aprendizaje ofertadas



en el tronco común mostró que algunas unidades mantienen índices de reprobación superiores a 40% para el semestre que inicia en agosto, y de 60% en el ciclo que inicia en febrero. Lo anterior es alarmante, ya que entre cuatro y seis de cada diez alumnos tienen dificultades en su aprendizaje, situación que usualmente lleva a la deserción. Por esta razón, se ha considerado la urgencia de redoblar esfuerzos e incrementar los mecanismos de apoyo a los estudiantes, que les permitan mejorar su desempeño académico y sus calificaciones, así como avanzar hacia las siguientes etapas de su licenciatura, evitando truncarse en la etapa básica.

A pesar de que los EVA no son un tema de investigación emergente, las necesidades que presenta la FI han conducido a adoptar las mejores prácticas documentadas en este campo. En este trabajo se presentan los resultados de las estrategias implementadas, a partir del uso de EVA desde 2017, para mejorar el aprovechamiento escolar de los estudiantes de etapa básica, así como los avances que se han tenido a la fecha.

METODOLOGÍA

La metodología del estudio se dividió en tres etapas: la primera consistió en un diagnóstico de la situación académica de las unidades de aprendizaje del tronco común, con la intención de identificar aquellas con mayor índice de reprobación de 2004 a 2016; en la segunda etapa se implementaron cuatro estrategias de apoyo basadas en EVA, a partir de 2019 a la fecha, con el objetivo de ofrecer a los estudiantes de estas asignaturas con una tasa alta reprobación mecanismos adicionales para fortalecer la apropiación del conocimiento que estas materias requieren. Las estrategias fueron las siguientes:

- El desarrollo de dos cursos de nivelación matemática: 1) Fundamentos matemáticos y 2) Funciones y derivadas.

- La homologación de la conducción de cursos con apoyo de la plataforma institucional educativa Blackboard Ultra.
- La implementación de repositorios de recursos educativos digitales para la entrega de materiales de las unidades de aprendizaje.
- El desarrollo de videos educativos. Para esto se grabó a los docentes impartiendo sus clases, y los videos fueron publicados en el canal de YouTube Recursos Didácticos Digitales de la FIM.

Finalmente, en la tercera etapa de la metodología se valoró el impacto de las estrategias implementadas, mediante el análisis estadístico de los índices de aprobación de las unidades de aprendizaje identificadas en la primera etapa del estudio, desde 2017 a 2020.

DIAGNÓSTICO ACADÉMICO DEL TRONCO COMÚN

Cada año se generan datos estadísticos sobre los resultados académicos logrados en cada una de las unidades de aprendizaje de la FI. Estos se revisan en reuniones con los académicos para definir estrategias que permitan mejorarlos e incrementar la calidad educativa. Gracias a estas estadísticas se identificaron las unidades de aprendizaje de Cálculo diferencial, Cálculo integral, Álgebra lineal, Estática, Electricidad y magnetismo, y Programación como aquellas con mayor índice de reprobación en el tronco común y, por tanto, en las que es necesario redoblar esfuerzos para incrementar los índices de aprobación.

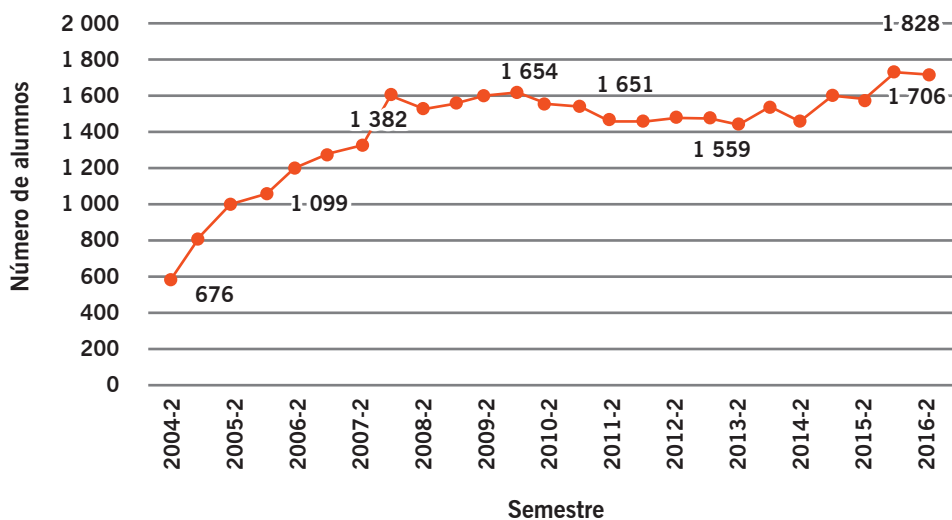
En 2017 se realizó un análisis sobre los porcentajes de aprobación, reprobación y deserción del tronco común que se obtuvieron en años anteriores (Turrubiartes, Herrera y Martínez, 2017). Este mostró que en 2016-2 hubo un incremento de la población estudiantil que, entre otros factores, obedece al rezago estudiantil en las unidades de aprendizaje mencionadas.

En la gráfica 1 se observa que del semestre 2004-2 al 2008-1 existe una etapa de crecimiento en el número de estudiantes matriculados en el tronco común, y que se requirió de un lapso de aproximadamente cuatro años para que la población se estabilizara. A partir del semestre 2014-2 se dio un incremento en la población total del tronco común hasta llegar a 1 828 alumnos en el semestre 2016-2 (Turrubiarres, Herrera y Martínez, 2017).

Es importante mencionar que el ciclo educativo en la Universidad de Baja California se divide en dos periodos: el primero, denominado *impar*, inicia en febrero y termina en junio, y el segundo, denominado *par*, inicia en agosto y finaliza en diciembre. En el periodo par ingresan los estudiantes que obtuvieron los resultados más altos en el examen de admisión a la universidad, y el resto ingresa en el periodo impar. Las unidades de aprendizaje de Cálculo diferencial y Álgebra lineal se imparten en el primer semestre y, como se puede observar en la tabla 1, en los periodos impares el índice de reprobación está por arriba de 50%, mientras que en el periodo par está por de-

bajo. Caso contrario se presenta en las unidades de aprendizaje de Programación, Estática y Electricidad y magnetismo, impartidas en el segundo semestre, cuyo mayor porcentaje de reprobación se encuentra en el periodo par (ver tabla 1).

Además de revisar los resultados por unidad de aprendizaje, se consideró relevante para el estudio analizar los resultados obtenidos por los docentes que imparten estas unidades. Debido al tamaño de la población estudiantil del tronco común, por cada asignatura existen 20 grupos repartidos entre diferentes docentes. En la observación se encontró que hay docentes que a lo largo de los años mantienen índices de reprobación de alumnos superiores a 60%, mientras que otros profesores cuentan con índices por debajo de 20%, y el resto se mantiene en la media de 40% de alumnos reprobados. Esta variación en los resultados condujo a investigar con los docentes las causas, y se identificaron como principales los diferentes niveles de complejidad en exámenes parciales, el exceso o falta de actividades realizadas en el curso y los criterios dispares de evaluación.



Gráfica 1. Población del tronco común desde su inicio hasta el semestre 2016-2.

Fuente: Turrubiarres, Herrera y Martínez (2017).

Tabla 1. Porcentajes de reprobación en unidades de aprendizaje de estudio

PERÍODO ESCOLAR	CÁLCULO DIFERENCIAL	CÁLCULO INTEGRAL	ÁLGEBRA LINEAL	PROGRAMACIÓN	ESTÁTICA	ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
2013-1	65.5	39.05	50.31	33.53	31.64	29.18
2013-2	40.33	50.55	23.60	48.7	43.34	40.61
2014-1	68.53	42.56	54.85	32.22	36.5	25.26
2014-2	39.77	47.99	23.05	46.67	40.38	37.61
2015-1	61.57	42.7	54.00	33.66	28.8	21.73
2015-2	33.48	46.55	23.86	41.28	39.66	38.7
2016-1	61.60	42.29	47.32	32.94	31.18	20.29
2016-2	30.82	46.74	20.84	38.42	30.08	33.48

Fuente: Balbuena (2020).

IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

Cursos de nivelación matemática: Fundamentos matemáticos/Funciones y derivadas

Los alumnos de nuevo ingreso de la FI asisten durante una semana a un curso propedéutico que busca nivelar los conocimientos que los estudiantes adquirieron en su formación de bachillerato con los requeridos al ingresar a la universidad –principalmente se abordan temas de matemáticas–. Al término del curso, los estudiantes realizan un examen y, en función de su calificación, se les asigna su horario de clases. Este examen es aprobado solo por 20% de la población, lo que significa que los alumnos ingresan a primer semestre sin las bases necesarias para un buen desempeño en los cursos de Cálculo diferencial y Álgebra lineal.

Con el propósito de mitigar esta problemática, y como un esfuerzo por asegurar que los estudiantes cuenten con los conocimientos mínimos indispensable en matemáticas, se creó Fundamentos matemáticos, un curso adicional para los alumnos de primer semestre que no acreditaron el curso propedéutico, a quienes se les solicita que lo tomen durante las primeras seis semanas de clases, a la par que cursan el resto de sus materias. Asimismo, este curso es aprovechado por los estudiantes que se encuentren repitiendo la materia de Cálculo diferencial, pues se les pide que lo cursen y mejoren sus bases.

En Solís, Justo, Herrera, Martínez y Turru-biartes (2019) se describe Fundamentos matemáticos como un curso autoadministrado, impartido en línea de manera gratuita, diseñado siguiendo una estrategia gamificada –que incorpora elementos de juego, como una serie de reglas, el uso de puntos, la obtención de insignias mediante logros, los tableros de líderes, los retos y desafíos matemáticos, un número ilimitado de intentos y las recompensas– en la que se tiene retroalimentación. Este curso está disponible en la plataforma institucional de la Universidad Blackboard Ultra, y con el objetivo de incentivar al estudiante para que lo culmine, al curso se le otorga un valor de 10% en la calificación del primer parcial de la materia de Cálculo diferencial.

En la FI, la evaluación de las unidades de aprendizaje referidas en este estudio se maneja de la siguiente forma: 30% de la calificación final del curso corresponde a un examen departamental y 70% de la calificación restante se obtiene con exámenes parciales, tareas y participaciones presentadas durante el período, que son evaluadas al cierre del ciclo escolar. En el caso de la materia de Cálculo diferencial, en promedio solo 23% de los estudiantes acreditan el examen departamental, mientras que 50% logra acreditar la materia con el mínimo aprobatorio, que es 60. Debido a que la materia está seriada con Cálculo integral, que se imparte en el segundo semestre, ha sido fuente de preocupación que los

estudiantes cursen esta asignatura sin haber demostrado la competencia suficiente en el examen departamental de la materia que la antecede.

Por esta razón, en 2018-1 se implementó el curso Funciones y derivadas, dirigido a los alumnos que cursan Cálculo integral en el segundo semestre y que no aprobaron el examen departamental de Cálculo diferencial del primer semestre, pero que pasaron a segundo. Al igual que el curso Fundamentos matemáticos, los alumnos deben cursarlo durante las primeras seis semanas de clases, a la par que el resto de las asignaturas, es impartido en línea y está disponible en Blackboard Ultra; además, es autoadministrado, gratuito y cuenta con diversos recursos didácticos y evaluaciones que los estudiantes deben acreditar para obtener 10% en su calificación del primer parcial de Cálculo integral. Cabe señalar que, a diferencia del curso Fundamentos matemáticos, Funciones y derivadas no fue diseñado con la estrategia de gamificación.

Homologación de la conducción de cursos: la plataforma institucional Blackboard Ultra

Como se mencionó en el apartado anterior, Blackboard Ultra es la plataforma institucional que la Universidad de Baja California utiliza para albergar los cursos que son impartidos en las modalidades a distancia o semipresenciales. Bajo trabajo colegiado, los docentes de las diferentes unidades de aprendizaje se dieron a la tarea de desarrollar diseños instruccionales para las unidades de aprendizaje estudiadas en esta investigación, que sirvieran de guía para la conducción de los cursos en modalidad presencial, donde la plataforma fuera de apoyo para la distribución del material didáctico

digital, la realización de evaluaciones y la entrega de actividades semanales.

La estrategia buscaba que la plataforma fungiera como mecanismo para homologar la forma en que los docentes imparten sus cursos, de manera que se respete la libre cátedra y se asegure que todos los estudiantes tengan acceso a la misma información y fuentes de consulta. Además, como parte del trabajo colegiado, se realizaron bancos de reactivos para los exámenes parciales, con lo cual se aseguró que la complejidad de estos estuviese de acuerdo con las competencias que el estudiante debe lograr según cada unidad de aprendizaje.

Repositorio de recursos educativos digitales

La universidad ofrece a estudiantes y maestros acceso a las aplicaciones de Google mediante cuentas de correo institucionales. A fin de aprovechar que esto permite el uso de la plataforma Google Sites, se crearon espacios para cada unidad de aprendizaje, para la publicación de recursos educativos organizados por unidades temáticas, temas y subtemas. De esta manera, el estudiante cuenta con un espacio que alberga de manera permanente material educativo revisado y seleccionado por los docentes, apropiado para el aprendizaje de las matemáticas, la física y la programación. Entre los materiales se pueden encontrar recursos desarrollados por los docentes de la universidad y otros seleccionados de fuentes externas, con el debido reconocimiento de los derechos de autor.

Videos educativos

Al considerar el gusto y el interés que los estudiantes tienen por ver videos de diferentes índoles, se tomó la decisión de

generar videos educativos encaminados a apoyar las estrategias de enseñanza-aprendizaje del docente. En 2019, siete docentes grabaron sus clases (generaron un total de once videos), y tres alumnos asesores de Cálculo integral, Programación y Química grabaron un video cada uno; estos se encuentran disponibles en el canal de YouTube Recursos Didácticos Digitales de la FIM, que forma parte de un proyecto de investigación que busca crear un acervo digital de material didáctico para ingeniería (en español e inglés), que ayude a enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje en diferentes modalidades de estudio, a la par que permita conservar y transmitir la experiencia y el conocimiento, tanto de los académicos que en ella laboran como de los alumnos asesores. A esta transmisión del conocimiento, la Norma ISO 9001:2015 la denomina, en su cláusula 7, como “conocimiento de la organización”, y permite preservar la experiencia docente y mantenerla disponible para fortalecer la generación de nuevo conocimiento y asegurar la calidad del proceso educativo (ISO, 2015).

Al mismo tiempo, se diseñó una rúbrica donde se establecen los elementos a considerar en el desarrollo de los videos educativos para asegurar su calidad en cuanto a formato y contenido. Esta rúbrica contiene datos de identificación, un apartado de evaluación y uno sobre el diseño pedagógico (Robles, Justo, Mariscal y Cárdenas, 2020). En el apartado de evaluación se considera el diseño y la producción audiovisual, como la calidad de la imagen y el sonido, que lo escrito se apegue a las reglas ortográficas y gramaticales, así como la relación entre imágenes, texto y narración; además de aspectos relativos a la presentación de datos dentro del video, que contenga el nombre de la universidad

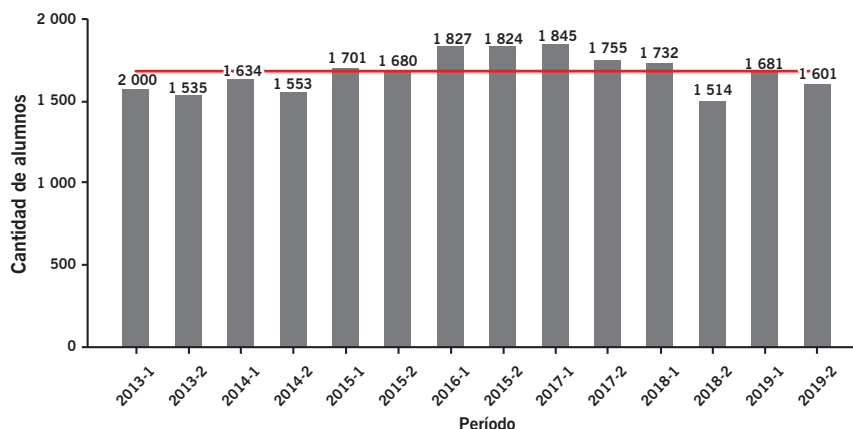
En el apartado de evaluación se considera el diseño y la producción audiovisual, como la calidad de la imagen y el sonido, que lo escrito se apegue a las reglas ortográficas y gramaticales

y de la facultad, los logos institucionales, los créditos y la temática.

Por otro lado, en el apartado referente al diseño pedagógico se revisa la precisión y actualización de la información presentada, como la secuencia lógica del contenido abordado, la identificación de conceptos clave, el uso de recursos de soporte (gráficas, ilustraciones o ejemplos), la claridad y adecuación del lenguaje y el uso de los colores y los recursos tipográficos. Cabe destacar que todos los videos desarrollados por el momento atienden las recomendaciones de la rúbrica.

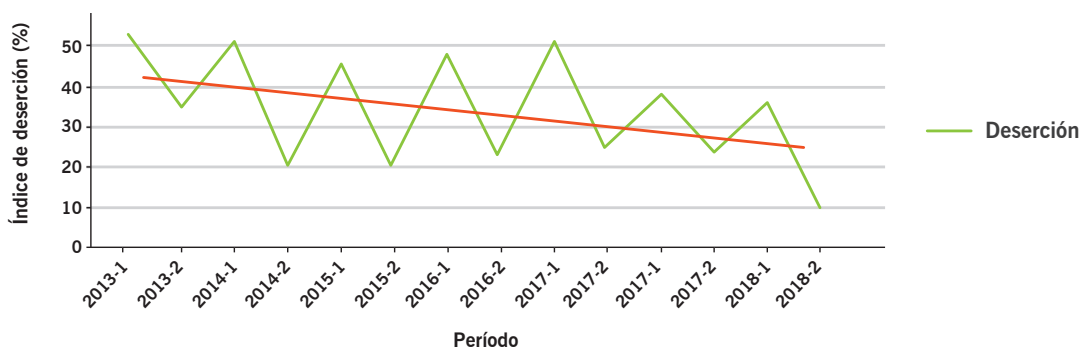
RESULTADOS

En la presentación de los resultados del análisis del comportamiento de los índices de aprobación de las unidades de aprendizaje estudiadas para el período 2013-2019, se resalta la variación de los números antes y después de la implementación de las estrategias. Además, se describen puntualmente los resultados de la implementación de los cursos Fundamentos matemáticos y Funciones y derivadas, y los resultados en los índices de aprobación observados en las



Gráfica 2. Comportamiento de la población estudiantil del tronco común.

Fuente: extraída de Balbuena (2020).



Gráfica 3. Índice de deserción en tronco común.

Fuente: extraída de Balbuena (2020).

asignaturas en las que se implementaron las estrategias.

En la gráfica 2 se observa que la población en el tronco común tuvo el número más alto de estudiantes en el período 2017-1 (1 824 alumnos), y a partir de ahí decreció de manera gradual hasta llegar a 1 601 alumnos en 2019-2. El índice de deserción en el tronco común en el período 2013-1 a 2019-2 se presenta en la gráfica 3, donde tanto los porcentajes por semestre como la tendencia (línea roja) indican que el índice ha disminuido significativamente, y se mantiene a la baja a partir del período 2017-1, que está entre los que han repor-

tado más altos índices de deserción (por arriba de 50%). No obstante, ya que a partir de este período se inició con la implementación de estrategias, la deserción ha ido a la baja: se llegó en 2019-1 a un nivel por debajo de 30%.

Curso Fundamentos matemáticos

Como parte de las estrategias implementadas, Fundamentos matemáticos se ofreció por primera vez en los períodos 2017-2 y 2018-1 como curso opcional para los estudiantes, bajo la recomendación del docente de tomarlo para reforzar

bases matemáticas importantes para la materia de Cálculo diferencial. En la tabla 2 se puede observar que en estos períodos el porcentaje de alumnos que acreditaron el curso es menor que los porcentajes obtenidos a partir de 2018-2, esto debido a que desde este período a la asistencia al curso se le dio un valor de 10% de la calificación del primer examen parcial de Cálculo diferencial, lo que se refleja en el aumento del número de estudiantes que acreditaron el curso.

El impacto que tuvo el curso Fundamentos matemáticos se evalúa en función de la cantidad de estudiantes que lo acreditaron y que, a su vez, acreditaron la unidad de aprendizaje de Cálculo diferencial. La tabla 2 lista los porcentajes de impacto del curso desde 2017-2 hasta 2019-2.

Curso Funciones y derivadas

En la tabla 3 se presenta el porcentaje de impacto del curso Funciones y derivadas desde 2018-1

hasta 2019-2, en este se considera la cantidad de alumnos que acreditaron el curso virtual y que a la par acreditaron Cálculo integral. En los resultados se observa que en los períodos 2018-1 y 2018-2 el número de alumnos inscritos es menor que en 2019, esto se debe a que en 2018 el curso se ofreció como opcional, mientras que en 2019 la asistencia a este se consideró como 10% de la calificación del primer examen parcial de Cálculo integral.

Resultados por unidad de aprendizaje

Los valores de la gráfica 4 indican que, de manera general, la unidad de aprendizaje de Cálculo diferencial presenta una disminución en el índice de reprobación tanto en el período impar (línea azul) como en el período par (línea naranja). En 2016-1 este porcentaje era 60% y en 2019-1 disminuyó a 56%. En cuanto al período par, en 2016-2 el índice de reprobación era 30%, y alcanzó un valor mínimo de 14% en 2019-2. Cabe aclarar

Tabla 2. Resultados del curso Fundamentos matemáticos

PERÍODO	ALUMNOS INSCRITOS AL CURSO VIRTUAL	ALUMNOS QUE ACREDITARON EL CURSO VIRTUAL	ALUMNOS QUE ACREDITARON LA MATERIA CÁLCULO DIFERENCIAL
2017-2	430	307 (71.39%)	223 (72.64%)
2018-1	610	223 (36.56%)	174 (78.02%)
2018-2	626	554 (88.46%)	309 (55.78%)
2019-1	642	436 (67.91%)	104 (23.85%)
2019-2	582	513 (88.14%)	344 (67.06%)

Fuente: elaborada con información a partir de Solís *et al.* (2019).

Tabla 3. Resultados del curso Funciones y derivadas

PERÍODO	ALUMNOS INSCRITOS AL CURSO VIRTUAL	ALUMNOS QUE ACREDITARON EL CURSO VIRTUAL	ALUMNOS QUE ACREDITARON LA MATERIA CÁLCULO INTEGRAL
2018-1	81	16 (19.75%)	10 (62.5%)
2018-2	96	22 (22.92%)	12 (54.55%)
2019-1	193	10 (51.81%)	26 (26%)
2019-2	223	98 (43.95%)	37 (37.76%)

Fuente: elaboración propia.

que en 2019-2 la FI inició un nuevo plan de estudios, que trajo consigo la reestructuración de esta materia. Lo anterior disminuyó el índice de reprobación a partir de este período, ya que no existían estudiantes rezagados cursando la materia, solamente alumnos de nuevo ingreso.

El índice de reprobación para la unidad de aprendizaje de Cálculo integral también presenta una disminución en ambos períodos (ver gráfica 5). En 2016-1, antes de iniciar con la implementación de las estrategias, el índice era de 42% y, posterior a ello, en 2019-1 se ubicó en 35%. En el caso de los períodos par (línea naranja), en 2016 el índice de reprobación era de 47%, y al paso de la aplicación de estrategias se muestra una clara disminución, lo que se expresa para 2019 en 27%.

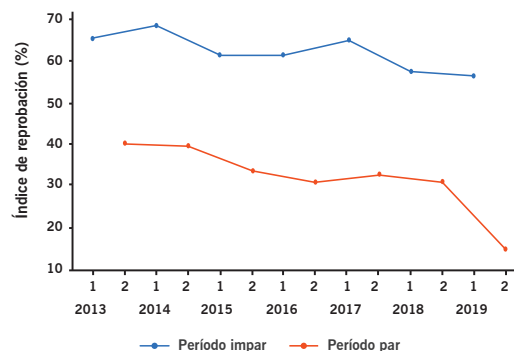
A diferencia de las dos unidades de aprendizaje anteriores, el índice de reprobación de Álgebra lineal solo tuvo una ligera disminución en el período impar (ver gráfica 6, línea azul); sin embargo, el índice aún ronda entre 45%. Aunado a lo anterior, el índice de reprobación tiene un leve incremento en el período par, cuyo valor más alto (26%) se presenta en el período 2018-2. Esta es la única unidad de aprendizaje que presentó un aumento en el índice reprobación. No obstante, se debe señalar que el nuevo plan de estudios trajo la reestructuración de la materia, que en el período 2019-2 se ofertó como Álgebra superior, y que al ser una materia nueva, no inició con alumnos rezagados y su índice de reprobación fue de 15%.

Por su parte, la unidad de aprendizaje de Programación presenta una mayor disminución en el índice de reprobación en el período par (ver gráfica 7). En contraste, en el período impar se dio una disminución significativa en los períodos 2017-1 y 2018-1, pero se volvió a incrementar en 2019-1. En 2016-1 el índice rondaba en 33%, y para 2019-1 fue de 31.85 %; mientras que en 2016-2 el índice de reprobación fue de 38.42% y para 2019-2 fue de 35.7%.

La unidad de aprendizaje de Estática presenta una disminución en el índice de reprobación tanto en el período par como en el período impar (ver

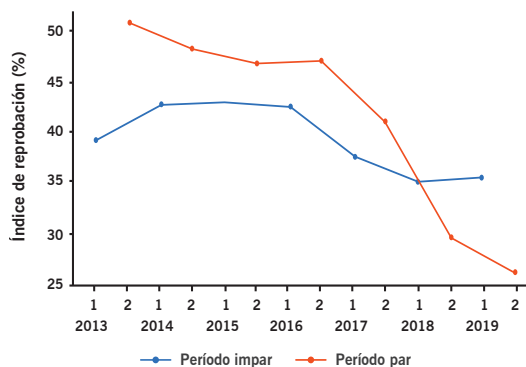
gráfica 8). En 2016-1 el índice de reprobación era de 31% y para 2019-1 bajó a 25%. El caso de los períodos par (línea naranja), en 2016-2 el índice de reprobación era de 30% mientras que para 2019-2 el índice disminuyó a 26%.

Electricidad y magnetismo presenta una mayor disminución en el índice de reprobación en el período par (ver gráfica 9, línea naranja); en 2016-2 el índice de reprobación fue de 33.48% mientras que para 2019-2 el índice se encontró en 22.97%. Esta reducción, aunque menor, también se presentó en los períodos impares; de un porcentaje de reprobación de 20.29 % en 2016-1, para 2019-1 este fue de 19.81%.



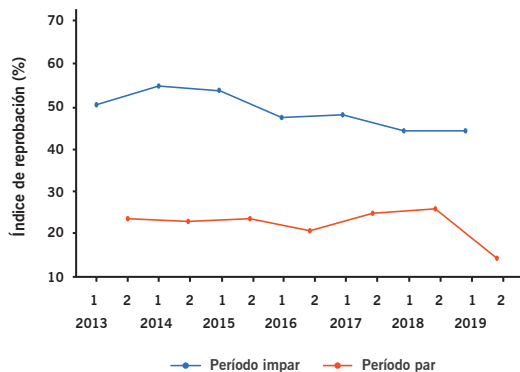
Gráfica 4. Índice de reprobación en Cálculo diferencial.

Fuente: adaptada a partir de Balbuena (2020).



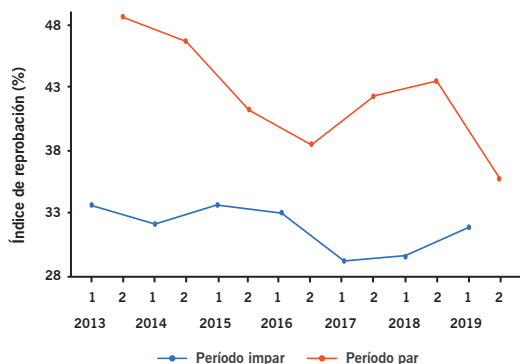
Gráfica 5. Índice de reprobación en Cálculo integral.

Fuente: adaptada a partir de Balbuena (2020).



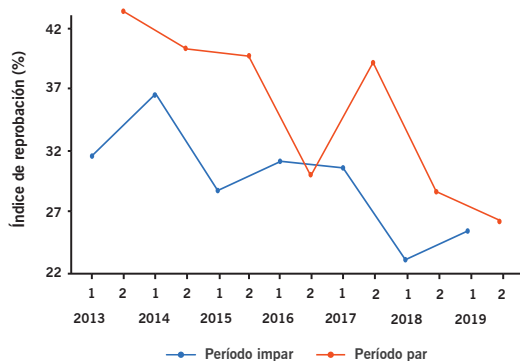
Gráfica 6. Índice de reprobación en Álgebra lineal.

Fuente: adaptada a partir de Balbuena (2020).



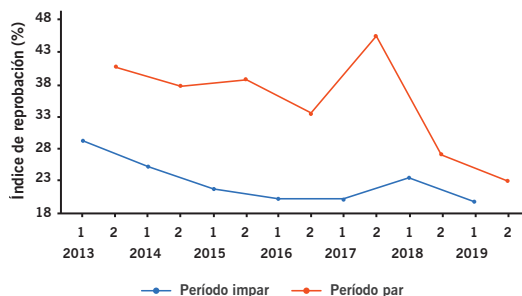
Gráfica 7. Índice de reprobación de Programación.

Fuente: adaptada a partir de Balbuena (2020).



Gráfica 8. Índice de reprobación de Estática.

Fuente: adaptada a partir de Balbuena (2020).



Gráfica 9. Índice de reprobación de Electricidad y magnetismo.

Fuente: adaptada a partir de Balbuena (2020).

DISCUSIONES

Diversos factores que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje limitan los beneficios que el uso de las tecnologías puede ofrecer, como las experiencias previas que tiene el alumno en el manejo de la tecnología, con o sin fines educativos (Ramírez, Urith y Barragán, 2018), y los múltiples factores involucrados en el desempeño académico de los estudiantes, como son los factores psicoemocionales, no considerados en este estudio (Vera, Ramos, Sotelo, Echeverría, Serrano y Vales, 2012). En este caso de estudio de la FI, se considera que a partir de 2017 las estadísticas de aprobación han reflejado mejoras significativas, lo que permite concluir que las estrategias educativas implementadas basadas en EVA han influido positivamente en los estudiantes y su desempeño.

En el período comprendido entre 2016-1 y 2017-1, la población estudiantil del tronco común había alcanzado su número máximo, pero a partir de 2017-2 comenzó una disminución de la cantidad de alumnos registrados (Balbuena, 2020). Esto se debe a la mejora en los porcentajes de aprobación en las unidades de aprendizaje, ya que el número de alumnos que ingresa cada semestre se mantiene estable. Además, la deserción ha disminuido considerablemente, lo cual demuestra que la reducción de la población no se debe a que los estudiantes estén abandonando sus estudios.

De acuerdo con los resultados, el impacto del curso Fundamentos matemáticos es más positivo que el del curso Funciones y derivadas; se considera que esto se debe, por un lado, a la estrategia de gamificación seguida en su diseño (Pascuas, Vargas y Muñoz, 2017), y por otro, a que los estudiantes que lo cursan son de nuevo ingreso, y tendrían una motivación más intensa por su reciente ingreso a la universidad (Fernández, Mijares y Álvarez, 2013).

La integración de las TIC en el diseño de cursos del área de matemáticas para ingenieros mejora la formación de los estudiantes, y es mayormente significativa cuando estas tienen presencia en la evaluación (Cabrera y Vitale, 2019). Algunos trabajos demuestran que la implementación formal de EVA, y en especial de repositorios digitales, propician en el alumno la confianza de que está consultando recursos validados y aprobados por su institución, que pueden ayudar en su formación y que, además, favorecen su motivación, con lo que se logra un mejor desempeño académico en las unidades de aprendizaje, donde se tendrá acceso a estos recursos (Pacheco, López y Andrade, 2015; Cabrera y Vitale, 2019).

La homologación de la conducción de cursos mediante la plataforma Blackboard Ultra implicó, así como lo proponen Sampson, Zervas y Sotiriou (2011a), que los docentes compartieran con sus colegas las experiencias de enseñanza que los han formado como profesores reconocidos en la institución; esta interacción consintió, posteriormente, en la elaboración de un diseño instruccional que permitiera llegar a acuerdos en la evaluación de las diversas actividades que los estudiantes realizan a través de esta plataforma (Sampson, Zervas y Sotiriou, 2011b). Sin embargo, no fue sencillo que los docentes adoptaran esta forma de trabajo, pues cuando las universidades implementan nuevas tecnologías de aprendizaje, los académicos no las adoptan tan fácilmente como se espera (Liu, 2020). El objetivo de esta estrategia de homologación fue disipar las diferencias entre los índices de aprobación que cada docente mantiene en sus grupos, pero aun cuando se ob-

servaron mejoras, se requiere un estudio posterior para analizar la influencia de esta estrategia en los resultados.

En cuanto a utilizar videos educativos, se concluye que estos apoyan tanto a las temáticas prácticas como teóricas, ya que además de conceptualizar, también explican la realización de prácticas de laboratorio mediante demostraciones de experimentos de las áreas de física, química y programación. Existen estudios que demuestran que utilizar videos educativos como material didáctico mejora las calificaciones de los alumnos (Rodríguez y Fernández, 2017; Pérez y Cuecuecha, 2019), pues cuando los videos se combinan con el aprendizaje colaborativo son un medio eficaz para el aprendizaje (Liao, Chen y Shih, 2019). Los videos son una fuente de transmisión de experiencia y gestión de conocimiento entre los docentes que se encuentran en proceso de jubilación de la FI y los docentes de reciente contratación (Flores, 2010). Actualmente, el canal de YouTube cuenta con 268 subscriptores y 6 544 vistas, y los videos tienen de 24 hasta 1 800 vistas.

Con la implementación de EVA en la FI, como mencionan Díaz, De Luna y Salinas (2019), ahora se cuenta con herramientas de apoyo para la nivelación académica, que permiten realizar cursos a distancia a la par que se desarrollan las clases presenciales –incluso en semanas previas al inicio de clases–, con la intención de fortalecer las debilidades académicas que los estudiantes traen del bachillerato cuando ingresan a primer semestre, o bien, reforzar los temas necesarios para las materias con seriación. Ante la contingencia por Covid-19, las clases presenciales se suspendieron y tuvieron que migrar a plataformas virtuales para dar continuidad a los procesos educativos. El uso previo en la FI de los EVA favoreció, de algún modo, el tránsito hacia la modalidad a distancia tanto a alumnos como docentes del tronco común. A pesar de esto, frente a la situación de emergencia, lo hecho no es suficiente (Borges, 2020), ya que se requieren fortalecer aspectos de la formación docente, la

infraestructura, así como las estrategias pedagógicas y de evaluación, para replantear la educación y respetar la importancia de la interacción entre los profesores y los alumnos.

La implementación de estas estrategias sienta las bases para, posteriormente, adoptar procesos estandarizados en el desarrollo de este tipo de entornos, que permitan elevar la robustez de las plataformas utilizadas, mediante mecanismos para la interoperabilidad que faciliten el intercambio de contenidos entre diferentes EVA, con lo que se enriquezcan los recursos digitales ahí dispuestos y el alcance hacia la comunidad estudiantil y docente de la universidad. En este sentido, existen trabajos previos dentro de la institución (Castro *et al.*, 2014; Justo, 2018) donde se presentan de manera formal modelos, guías y recomendaciones para el desarrollo de EVA interoperables.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio reflejan que las estrategias implementadas fueron positivas, en tanto que los índices de reprobación de las unidades de aprendizaje estudiadas muestran una disminución a partir de 2017. Por tanto, esta investigación aporta una validación de estrategias educativas que pueden ser replicables en otros contextos educativos, con la confianza de que al seguir la metodología propuesta se pueden alcanzar resultados similares. Se considera que, además de los beneficios aportados por los EVA, los resultados fueron reforzados por programas de apoyo implementados en la FI –adicionales al trabajo que realizan los docentes en las aulas–, como los programas de asesorías académicas impartidas por estudiantes con alto rendimiento, las tutorías y el seguimiento por parte de los docentes de tiempo completo a grupos de estudiantes en situaciones de riesgo.

Lo anterior ha hecho que la situación de los estudiantes del tronco común mejore y que el rezago estudiantil sea mitigado, tanto así que en 2020-2 el número de estudiantes que termi-

naron el tronco común y subastaron la carrera superó el número de espacios reservados para ellos en los distintos programas educativos de ingeniería. No cabe duda que aún hay trabajo pendiente, por ejemplo, evaluar el impacto que los videos educativos desarrollados han tenido en la motivación y en el aprovechamiento académico de los estudiantes. Para subsanar esto, se diseñarán escenarios de aprendizaje donde los estudiantes consultarán los recursos, y los resultados se compararán entre grupos que siguieron esta metodología y grupos que hayan utilizado otros medios de apoyo. Asimismo, es necesaria una evaluación con los docentes sobre su percepción sobre el uso del entorno de Blackboard Ultra como herramienta de apoyo a la conducción de cursos presenciales y a distancia. *a*

REFERENCIAS

- Balbuena, D. (2020). *Tercer Informe de Actividades 2019*. Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería Mexicali. Recuperado de: <https://ingenieria.mx/uabc.mx/index.php/descargas/finish/79-informe-del-director/2055-informe-anual-2019>
- Borges, J. L. (2020). La universidad en el CORONACENO (post COVID-19). *Educación Médica*, 21, 221-222. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2020.06.003>
- Boté, J. & Minguillón, J. (2012). Preservation of Learning Objects in Digital Repositories. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 9(1), 217-230. <https://doi.org/10.7238/rusc.v9i1.1036>
- Cabrera, R. y Vitale, A. M. (2019). Modelo didáctico con el uso de las TIC para la formación matemática de ingenieros. *Publicaciones e Investigación*, 13(1), 95-101. <https://doi.org/10.22490/25394088.3265>
- Canto, C. y Salazar U. (2019). Implementación de un curso propedéutico virtual mediante el uso de plataformas de aprendizaje en línea. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 6(11). Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/601>
- Castro, L.; López, G.; Morales, R.; Muñoz, J.; Contreras, J.; Curlango, C. y Villa, R. (2014). *Norma mexicana para la interoperabilidad entre entornos de objetos de aprendizaje. Volumen 1. Marco*

- Teórico. México: Universidad Autónoma de Baja California. Recuperado de: http://normex-iop.edumat.org/Vol.1_Marco_Teorico_de_la_Interoperabilidad.pdf
- Cedeño, E. y Murillo, J. (2019). Entornos virtuales de aprendizaje y su rol innovador en el proceso de enseñanza. *Revista de ciencias humanísticas y sociales*, 4(1). Recuperado de: <https://revistas.utmm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/2156>
- Chang, H.-J. (2015). Beyond the Representation: Cognition in Manipulative Learning Objects within Learning Simple Equations. *International Journal of Information and Education Technology*, 5(11), 855-859. <https://doi.org/10.7763/IJNET.2015.V5.626>
- Colomé, D. (2019). Objetos de aprendizaje y recursos educativos abiertos en educación superior. *Edu-tec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (69), 89-101. <https://doi.org/10.21556/edutech.2019.69.1221>
- Díaz, J. J.; De Luna Flores, M. del C. y Salinas-Padilla, H. A. (2019). Curso de nivelación algebraica para incrementar el rendimiento académico en estudiantes de ingeniería en un ambiente virtual de aprendizaje. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 9(18), 456-489. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i18.432>
- Fernández, M.; Mijares, B. y Álvarez, J. (2013). Motivación hacia el estudio en estudiantes universitarios de nuevo ingreso. *Negotium*, 8(24), 181-195. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/782/78226638008.pdf>
- Flores, J. (2010). La gestión del conocimiento y las herramientas colaborativas: una alternativa de aplicación en instituciones de educación superior. *Revista de Investigación*, (71), 11-31. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140386001.pdf>
- International Organization for Standardization (ISO). (2015). *ISO 9001:2015 Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos*. Ginebra, Suiza. Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Justo, A. (2018). *Modelo de referencia de procesos para la interoperabilidad entre entornos de objetos de aprendizaje* (tesis doctoral). México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Liao, C. W.; Chen, C. H. & Shih, S. J. (2019). The interactivity of video and collaboration for learning achievement, intrinsic motivation, cognitive load, and behavior patterns in a digital game-based learning environment. *Computers & Education*, 133(1), 43-55. Recuperado de: <https://www.learntechlib.org/p/207138/>
- Liu, Q. (2020). Understanding academics' adoption of learning technologies: A systematic review. *Computers & Education*, 151. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103857>
- Lozano, A.; Zárate, J. y Llaven, M. (2018). Uso de recursos educativos en línea en el nivel medio superior: desarrollo de competencias didácticas del docente. *CPU-e. Revista de Investigación Educativa*, (26), 114-135. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-53082018000100114&lng=es&tng=es
- Morales, M.; Trujillo, J. M. y Raso, F. (2015). Percepciones acerca de la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la universidad. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (46), 103-117.
- Pacheco-Venegas, N. D.; López, G. & Andrade-Aréchiga, M. (2015). Conceptualization, development and implementation of a web-based system for automatic evaluation of mathematical expressions. *Computers & Education*, 88(1), 15-28. Recuperado de: <https://www.learntechlib.org/p/200998/>
- Pascuas, Y.; Vargas, E. y Muñoz, J. (2017). Experiencias motivacionales gamificadas: una revisión sistemática de literatura. *Innovación educativa*, 17(75), 63-80. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000300063&lng=es&tng=es
- Pastran, M.; Olivera, N. A. y Cervantes, D. (2020). En tiempos de coronavirus: las TIC's son una buena alternativa para la educación remota. *Revista Redipe*, 9(8), 158-65. Recuperado de: <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1048>
- Pérez, J. y Cuecuecha, A. (2019). El efecto de usar YouTube como apoyo didáctico en calificaciones de microeconomía. *Apertura*, 11(2), 22-39. <https://doi.org/10.32870/ap.v11n2.1650>
- Ramírez, M.; Uribe, N. y Barragán, F. (2018). Autopercepción de estudiantes universitarios sobre el uso de tecnologías digitales para el aprendizaje. *Apertura*, 10(2), 94-109. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v10n2.1401>
- Robles, D.; Justo, A.; Mariscal, J. y Cárdenas, A. (2020). Instrumento para la evaluación de videos educativos. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals*. Morelia, Michoacán.
- Rodríguez, M. y Fernández, J. (2017). Uso del recurso de contenido en el aprendizaje en línea: YouTube. *Apertura*, 9(1), 22-31. <https://doi.org/10.32870/ap.v9n1.1018>
- Romero, A.; Vázquez, M.; Baltazar, N.; García, M.; Sandoval, R. y López, F. (2014). Modelo pedagógico para el asesoramiento académico en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Autónoma del Estado de México. *Apertura*, 6(2),

-