

Implementación holística de tecnologías digitales emergentes en educación superior

Holistic implementation of emerging digital technologies in higher education

 Enrique Ayala Franco¹; enrique.ayala@correo.uady.mx

 Rocío Edith López Martínez²; rocio.edith.lopez@uaq.mx

 Víctor Hugo Menéndez Domínguez¹; mdoming@correo.uady.mx

¹Universidad Autónoma de Yucatán (México)

²Universidad Autónoma de Querétaro (México)

Resumen

Los retos para mejorar los procesos educativos y la necesidad de atender problemáticas, como el bajo desempeño académico, siguen presentes en las instituciones educativas de nivel superior. El uso de nuevas tecnologías digitales resulta esperanzador para abatir tales problemáticas, sin embargo, deben ser considerados aspectos que garanticen su implementación integral y ética. Esta investigación fue desarrollada con un enfoque mixto. La primera etapa consistió en obtener modelos predictivos de riesgo académico de alumnos de primer ingreso universitario, y luego implementar un sistema informático para identificar alumnos en riesgo y dar seguimiento a los cursos impartidos en el primer semestre. En la segunda etapa, se diseñó un curso e-learning enriquecido con tecnología digital para atender las necesidades específicas de un grupo en riesgo escolar. Los resultados muestran mejoras en los niveles de autodirección de los estudiantes, así como en el rendimiento y habilidades académicas; además de beneficios para profesores y directivos, quienes pueden identificar con oportunidad a alumnos con problemas académicos y diseñar o ajustar sus estrategias de enseñanza o de gestión académica. El diseño de esta propuesta de intervención ofrece pautas para establecer una metodología que favorezca la aplicación con enfoque holístico de las tecnologías digitales emergentes.

Palabras clave: tecnologías emergentes, intervención educativa, metodología mixta, perfil autodirigido, habilidades académicas.

Abstract

The challenges to improve educational processes and the need to address problems, such as poor academic performance, are still present in higher education institutions. The use of new digital technologies is encouraging to reduce such problems, however, aspects that guarantee their comprehensive and ethical implementation must be considered. This research was developed with a mixed approach. The first stage consisted of obtaining predictive models of academic risk of first-year university students, and then implementing a computer system to identify students at risk and follow up on the courses taught in the first semester. In the second stage, an e-learning course enriched with digital technology was designed to meet the specific needs of a group at school risk. The results show improvements in the levels of self-direction of the students, as well as in the performance and academic skills; in addition to benefits for teachers and administrators, who can identify students with academic problems with opportunity and design or adjust their teaching or academic management strategies. The design of this intervention proposal offers guidelines to establish a methodology that favors the application with a holistic approach of emerging digital technologies.

Keywords: emerging technologies, educational intervention, mixed methodology, self-directed profile, academic skills.

1. INTRODUCCIÓN

Las problemáticas del bajo rendimiento académico, como la reprobación, el rezago o la deserción, son comunes en las instituciones educativas de nivel superior. Particularmente, el primer año de estudios suele ser complejo para los estudiantes, ya que deben adaptarse rápidamente a un contexto exigente y consolidar una serie de habilidades académicas para avanzar de manera exitosa en sus estudios (Dorio, 2016).

Por otro lado, en años recientes se ha buscado incorporar nuevas tecnologías digitales, como las analíticas de aprendizaje y la minería de datos educativos, para analizar datos generados en entornos virtuales de aprendizaje y sistemas de gestión institucionales, con el propósito de extraer conocimiento útil para hacer más eficaces los procesos de enseñanza y gestión educativa, lo que ha permitido enriquecer los nuevos entornos de aprendizaje basados en TIC.

Ante estas tendencias y problemáticas surge la pregunta de investigación: ¿cómo incorporar tecnología de la información emergente de manera holística para mejorar los procesos educativos y atender las problemáticas del bajo rendimiento académico?

Gestionar el conocimiento y los procesos de enseñanza-aprendizaje con una perspectiva holística significa entenderlos de manera integral y cíclica. Integral, porque debe considerar a la persona, su experiencia, las tecnologías y los procesos educativos como un todo, lo que implica considerar las relaciones entre los elementos involucrados y sus interdependencias. Cíclica, ya que la mejora de los procesos es una actividad continua que se nutre en cada iteración que se realiza (Salim et ál., 2007).

Por tanto, el objetivo de este trabajo de investigación es identificar beneficios en el rendimiento académico, el desarrollo de habilidades académicas y la transición a la vida universitaria, derivados de la implementación de un entorno mediado con tecnologías digitales emergentes, con un enfoque holístico, de manera que dicha experiencia sirva como un modelo para el desarrollo de estrategias de innovación y de mejora de los procesos educativos.

1.1. Determinantes del rendimiento académico

El rendimiento académico es un constructo que resume las capacidades y las características psicológicas del alumno, desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza aprendizaje que le posibilita obtener un nivel de funcionamiento y logros académicos, normalmente sintetizados mediante un calificativo cuantitativo (Molina, 2015).

Los factores que intervienen en el rendimiento académico son múltiples y complejos. Incluyen determinantes personales, sociales y propios de las instituciones de educación superior, en variedad de contextos geográficos y temporales, que explican los resultados de los procesos de aprendizaje (Muñoz, 2015).

En años recientes, se ha visto la importancia de las habilidades académicas y no académicas como determinantes del desempeño académico y del logro de metas sociales. El modelo de habilidades socioemocionales (HSE) de Farrington et ál. (2012), propone una relación en la que a mayor desarrollo de las HSE se potencia el desempeño académico, así como una mayor perseverancia y continuidad de los estudios (CENEVAL, 2021).

Asimismo, Chaves et ál. (2015) señalan que las habilidades metacognitivas dotan a las personas de la capacidad de reflexionar sobre lo que necesitan para aprender y sus logros cognitivos, esto posibilita el articular experiencias y conocimientos previos con nuevos aprendizajes y la solución de nuevas problemáticas. Igualmente, como indica Schunk (2012), la autoregulación del aprendizaje es fundamental para regular la tarea por realizar, definir metas, planes de actuación, tácticas de estudio y adaptarse antes situaciones cambiantes o adversas.

1.1.1. Intervenciones educativas

El propósito de una intervención educativa es sistematizar las acciones, relaciones y significaciones de la práctica educativa, además de diagnosticar problemáticas y explicar sus causas, también propone alternativas de transformación en el entorno y las prácticas educativas. La investigación-acción consiste en el estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma; va más allá del enfoque de cuantificar y controlar, pues en el proceso se establece una relación con lo investigado, a través del acto comunicativo y ético (Álvarez y Álvarez, 2014).

Según Albarracín y Montoya (2016), las intervenciones que incluyen Tecnologías de la Información (TIC) logran la eliminación de barreras espacio-temporales, mejoran la retroalimentación, son más flexibles e incrementan la motivación. Por ejemplo, la investigación de Benítez et ál. (2014), realizada para mejorar la comprensión lectora, en un entorno virtual de aprendizaje.

En otros ámbitos, se han propuesto intervenciones dirigidas al primer año universitario pues se considera que estas son fundamentales para reducir problemáticas de reprobación, rezago, deserción y favorecer trayectorias escolares exitosas. Es el caso de los seminarios de primer año, una alternativa implementada en escuelas de Estados Unidos para brindar apoyo y facilitar la transición universitaria (Silva, 2011).

1.2. Tecnologías educativas emergentes

Se utiliza el concepto de tecnología emergente para definir a aquellas tecnologías poco conocidas y utilizadas, cuya aplicación aún es incipiente pero que genera grandes expectativas. En educación, las tecnologías emergentes pueden ser herramientas, conceptos, innovaciones y avances que se emplean en los diversos contextos educativos (Adell y Castañeda, 2012).

1.2.1. Minería de datos educativos y analítica del aprendizaje

La Minería de Datos Educativos (MDE) es una disciplina que desarrolla herramientas y algoritmos computacionales para identificar patrones y extraer información potencialmente útil en contextos educativos. La MDE, mediante la generación de diferentes tipos de modelos, responde a preguntas relacionadas con el rendimiento escolar y sus problemáticas asociadas, además de coadyuvar a una planificación educativa efectiva (Anoopkumar y Rahman, 2016).

La inclusión de distintos tipos de variables en la generación de modelos suele aportar un mayor nivel de precisión y confiabilidad. El indicador AUC ROC (*area under the curve, receiver operating characteristics*), se usa para determinar la calidad del modelo (Fawcett, 2003) y, de

acuerdo con este parámetro, los modelos pueden ser desde malos hasta excelentes (Minguillón et ál., 2017).

Por su parte, la Analítica del Aprendizaje (AA) realiza tareas de medición, recopilación, análisis y presentación de datos de los alumnos y sus contextos, a efectos de entender y optimizar el aprendizaje o los entornos en los que ocurren los sucesos de aprendizaje (Baker e Inventado, 2014).

De acuerdo con Aldowah et ál. (2019), la MDE ve con más énfasis el desarrollo y análisis de las técnicas de extracción de conocimiento, mientras que la AA prioriza la aplicación de estas en el entorno educativo en el día a día. Sin embargo, ambas propician por igual la metacognición en los procesos pedagógicos y dirigen la gestión de la enseñanza, en espacios mediados digitalmente (Ayala et ál., 2021b; Sabulsk, 2019).

1.2.2. Entornos de aprendizaje enriquecidos con TIC

La educación enriquecida con tecnología educativa se entiende como una forma de planificar y poner en práctica la educación, en función de intencionalidades bien definidas, configurando escenarios mediados con tecnología, recursos, espacios y tiempos, para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Sancho et ál., 2015).

De acuerdo con González (2022), la tecnología educativa es de gran utilidad para monitorizar y retroalimentar las actividades de los estudiantes; de igual forma, ayudan a la interacción social y reflexión en común entre los miembros de la comunidad educativa. En este contexto, el profesor planifica, monitoriza, regula y facilita los procesos de aprendizaje; mientras que los alumnos deben adoptar actitudes proactivas para tomar el control de su aprendizaje, cuidando sus niveles de competencia digital.

Los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), se han convertido en parte fundamental de la infraestructura tecnológica necesaria para impartir cursos en las instituciones educativas (Rhode et ál., 2017). Según Elcullada et ál. (2021), los estudiantes que participan en cursos e-learning muestran cambios positivos en sus estilos de aprendizaje, mejorando aspectos de resolución de problemas y de realización de tareas. En estos entornos los estudiantes valoran la variedad de recursos presentados de manera bien organizada, pues facilitan el estudiar a su propio ritmo y ser independientes.

De forma reciente, se ha visto un crecimiento gradual en el uso de otras herramientas de apoyo al estudiante, como: visualizadores de avance de créditos, servicios de planificación de necesidades de cursos, sistemas de alertas de riesgo académico y sistemas de recomendación (Gierdowski, 2019).

1.3. Educación holística

La educación holística busca integrar, unificar y conectar a los participantes del proceso pedagógico, teniendo como eje el diseño de entornos educativos que favorezcan el desarrollo integral de la persona (Chien y Liao, 2021). De acuerdo con Miller (2007), para diseñar programas educativos holísticos se deben seguir tres principios: balance, inclusión y conexión.

- El balance, se refiere al uso equilibrado de diferentes enfoques en contenidos y procesos del programa educativo. Por ejemplo, combinar el trabajo y desarrollo de habilidades individuales, con el trabajo y colaboración en grupo.
- La inclusión implica reconocer y atender los estilos de aprendizaje y preferencias del estudiante. A la vez que se desarrolla el aprendizaje en múltiples dimensiones: física, mental, emocional, estética, espiritual y moral.
- Por último, conexión significa vincular a las personas con el programa, conectar a los estudiantes, maestros, escuela y comunidad. Una pedagogía holística ayuda al estudiante a ver y apreciar las interrelaciones sociales y su propósito en el mundo.

El diseño holístico de cursos mediados con tecnología debe integrar las necesidades digitales de la organización con las necesidades de las estrategias pedagógicas del programa de estudios, de manera que se sustente el uso de las tecnologías de aprendizaje digitales, considerando las dimensiones pedagógica, tecnológica y organizativa. Algunos principios para tomar en cuenta son: planeación estratégica, evaluación de calidad, innovación en ambientes de aprendizaje con tecnología, capacitación en pedagogía y tecnología, creación de redes de colaboración, calidad de contenidos y procesos, creación de herramientas de apoyo para estudiantes y maestros, métodos de enseñanza-aprendizaje versátiles (Joshi, 2022).

1.4. Propuesta de intervención basada en curso e-learning

1.4.1. Condiciones institucionales previas

La institución donde se lleva a cabo esta investigación cuenta con una infraestructura tecnológica y de acceso a Internet suficiente para cubrir las necesidades de la comunidad educativa, incluyendo las plataformas Moodle y MS Teams para la gestión de cursos virtuales, que posibilitaron la impartición de clases en línea durante la pandemia por el COVID-19.

Mediante una encuesta diagnóstica, se identificaron factores que afectan el rendimiento académico de los estudiantes; además, se obtuvieron opiniones sobre estrategias docentes, uso de tecnología y programa de tutorías (Ayala et ál., 2020). Los resultados mostraron diferentes grados de maduración de las competencias digitales de profesores y alumnos, deficiencias en el programa de tutorías, y la necesidad de fortalecer habilidades académicas de los estudiantes para mejorar su desempeño y facilitar su transición a la vida universitaria. La identificación de fortalezas y debilidades sustentaron la propuesta de intervención.

1.4.2. Propuesta de curso con enfoque holístico

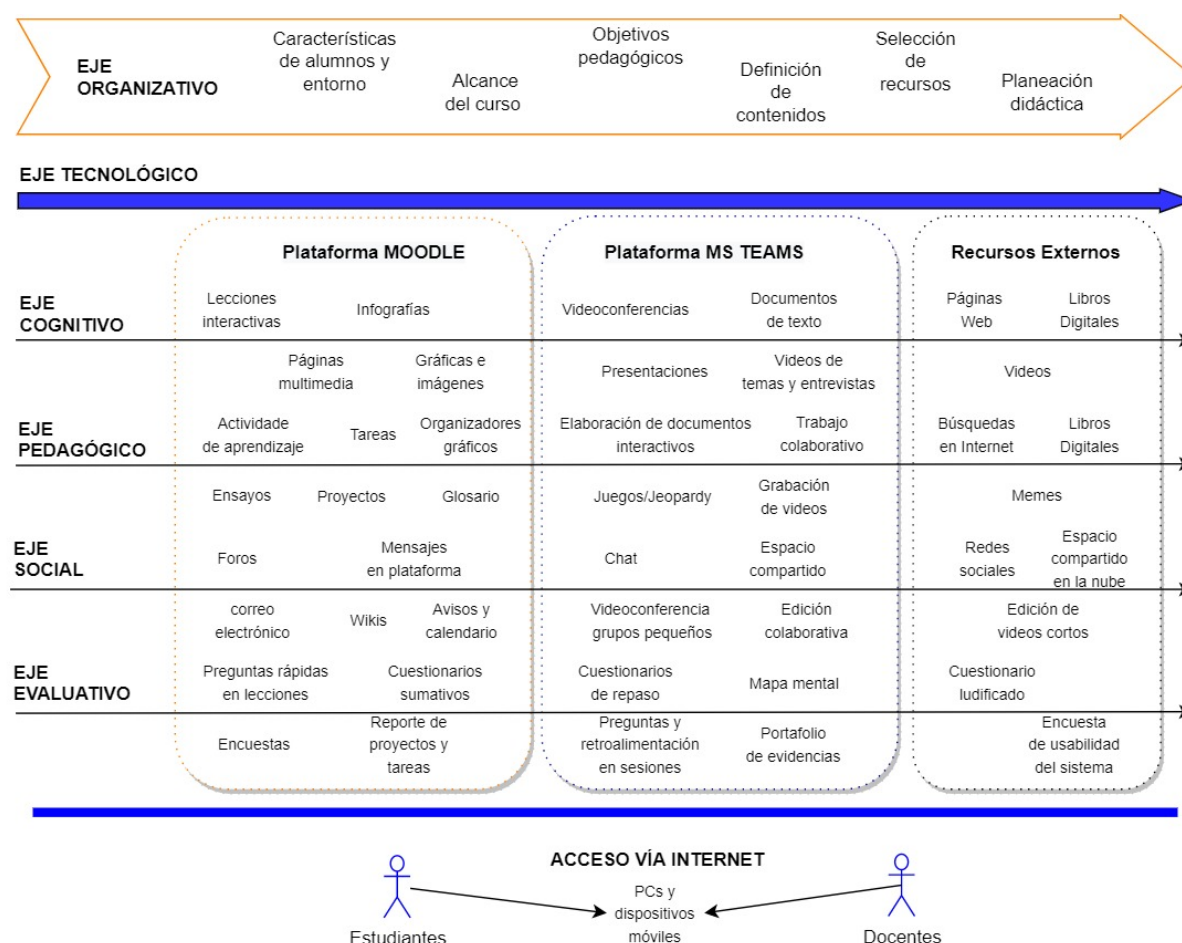
Con el propósito de implementar estrategias de atención a las necesidades de los estudiantes de nuevo ingreso, se propuso la impartición de un curso en modalidad e-learning. Se pretendía desarrollar habilidades académicas para favorecer la motivación, las competencias digitales, la autorregulación y la metacognición; habilidades requeridas para afrontar la resolución de problemas y coadyuvar a la adaptación de los estudiantes a su nuevo contexto educativo.

El diseño del curso e-learning se realizó acorde a los principios de educación holística y diseño de cursos holísticos en línea, sugeridos por Miller (2007) y Joshi (2022). En la construcción del ambiente de aprendizaje, enriquecido con herramientas TIC, se tomaron en cuenta los ejes mostrados en la Figura 1, en donde se observan las interrelaciones entre los distintos

elementos y se destaca el alcance transversal del eje tecnológico, a la vez que es implementado mediante diversas tecnologías educativas para lograr las metas de aprendizaje y formación. En la implementación del curso se procuró que los contenidos y las actividades de aprendizaje cumplieran con los principios de balance, inclusión y conexión.

Figura 1

Ejes contemplados en el diseño del curso e-learning y plataformas tecnológicas



Para la implementación del curso con recursos digitales fue necesario:

- Diseño y elaboración de recursos digitales con contenido multimedia: textos, páginas Web, videos, imágenes, infografías, presentaciones.
- Diseño de actividades de aprendizaje: páginas interactivas, guiones de actividades, cuestionarios, lecciones multimedia, foros de discusión, mapas mentales, elaboración de memes, actividades colaborativas.
- Implementación de contenidos en plataformas: se emplearon herramientas disponibles en Moodle (lecciones, cuestionarios, encuestas, foros), Teams (bloc de notas de Teams, videoconferencias, documentos compartidos de colaboración) y enlaces a recursos externos (calendarios, quizziz, genially).
- Sesiones de clase en línea: mediante videoconferencias en Teams, las cuales se grabaron y se compartieron para su visualización en modo asíncrono.

- Diseño de instrumentos de evaluación: con un enfoque centrado en el aprendizaje y el alumno. Se utilizaron cuestionarios de Moodle y Google Forms, coevaluaciones y portafolios de evidencias.

Adicionalmente, se utilizó el sistema predictivo de riesgo académico y de seguimiento, como herramienta de apoyo para estudiantes y académicos, en la toma de decisiones oportuna para la gestión académica y la planeación o ajuste de los cursos.

2. MÉTODO

2.1. Enfoque de la investigación

Se abordó la investigación con enfoque de trabajo mixto. La primera etapa, con enfoque cuantitativo, emplea un diseño no-experimental (ex post facto), ya que la selección de los sujetos de estudio, datos históricos de alumnos, es posterior a haber ocurrido el fenómeno y el análisis busca reconstruir las posibles causas que lo han ocasionado, sin manipular las variables (Ballester et ál., 2017).

En la segunda etapa, se aplican estrategias de intervención educativa a los alumnos con problemas de rendimiento académico, bajo la dirección de la investigación-acción (Álvarez y Álvarez, 2014). La investigación-acción se entiende como una forma de indagación reflexiva llevada a cabo por un grupo de personas con intereses y preocupaciones en común, que mediante acciones planificadas tratan de incidir en su entorno para resolver o mejorar situaciones problemáticas. Inicia con la identificación de un problema, del que se recogen evidencias y se analizan los datos obtenidos, se continua con la elaboración de un plan de acción flexible, al que le sigue la acción y reflexión, derivando en la planificación de un nuevo ciclo (Ruiz-Bernardo et ál., 2018).

Se coincide en la visión de Carr y Kemmis (1988:172) en la que se busca obtener “mejoras reales de las prácticas educativas concretas, de los entendimientos actuales de dichas prácticas por sus practicantes y de las situaciones concretas en que dichas prácticas se producen”. Desde esta postura, esta metodología aporta una evaluación y reflexión constante de lo que se hace y la rectificación oportuna cuando es necesaria, sin tener que esperar al final del proceso de investigación (Jerez, 2005). En contextos mediados tecnológicamente, se agiliza la retroalimentación e interacción, dando pie a la reflexión y ajuste (González, 2022).

2.2. Contexto y participantes

El estudio se realizó con alumnos de nuevo ingreso pertenecientes a programas educativos de nivel superior de la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, con sede en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. Participaron los programas del área de computación: Licenciatura en Ciencias de la Computación (LCC), Licenciatura en Ingeniería en Computación (LIC) y Licenciatura en Ingeniería de Software (LIS). En la primera etapa, se utilizan datos históricos de alumnos, entre 2016 y 2019, contando con 415 registro. Adicionalmente, se aplicó una encuesta diagnóstica a 116 estudiantes en enero de 2020. En la segunda etapa, se trabajó con un grupo de 28 alumnos del programa LCC en donde se ha concentrado la mayor cantidad

de estudiantes en riesgo escolar. Además, se contó con la participación de 7 profesores, la responsable de la Secretaría Académica, el responsable del programa de tutorías y el coordinador de la carrera.

2.3. Recopilación de datos

En este apartado se describen las fuentes de datos disponibles en la institución, así como los instrumentos y técnicas de recogida de datos requeridos en el estudio.

2.3.1. Fuentes de datos institucionales

Se recuperaron datos académicos, sociodemográficos y de resultados de exámenes de ingreso proveniente de las siguientes fuentes:

- Calificaciones de las asignaturas del primer semestre, de los programas del área de computación, registradas entre 2016 y 2019 en el departamento de Control Escolar. Además de las calificaciones obtenidas en las materias recién concluidas.
- Datos sociodemográficos disponibles en la Secretaría Académica, cuya información fue recopilada por medio de encuestas aplicadas en el proceso de inscripción a la facultad.
- Resultados del Exani-II de los alumnos considerados en el estudio, información proporcionada por la Secretaría Académica.

2.3.2. Cuestionario diagnóstico

El propósito del instrumento fue conocer las condiciones en las que se desenvuelven los estudiantes considerando aspectos institucionales, del programa de estudios y personales.

Los ítems del cuestionario se ubicaron en las siguientes categorías de variables:

- Expectativas: relacionadas a calificaciones esperadas y posibles materias a reprobar.
- Antecedentes personales: relativos al nivel de preparación al ingreso, hábitos de estudio, situaciones personales y apoyos institucionales requeridos.
- Estrategias docentes: que incluyeron la preparación de los profesores, recursos y materiales didácticos, métodos de enseñanza y métodos de evaluación.
- Estrategias docentes con apoyo de tecnología educativa: uso de entornos virtuales de aprendizaje, tipos de herramientas y recursos digitales utilizados.
- Entorno institucional: referente a recursos físicos e infraestructura, plan de estudios, acceso a becas, además de la necesidad de talleres o apoyos académicos adicionales.
- Tutorías y asesorías: para conocer la efectividad de las tutorías y las asesorías, y la cantidad de sesiones solicitadas por los estudiantes.

2.3.3. Instrumento CIPA+

Se empleó el Cuestionario de Indagación de Perfil Autodirigido Aumentado (CIPA+) ampliado por Aceves (2008), para medir el nivel de autodirección a través de 50 reactivos agrupados en cinco componentes: a) planeación y selección de estrategias; b) autorregulación y motivación; c) independencia y autonomía; d) uso de la experiencia y conciencia crítica; y e)

interdependencia y valor social. Los posibles niveles resultantes de la prueba son: bajo, insuficiente, moderado, muy bueno y óptimo.

2.3.4. Encuesta de antecedentes y termómetro académico

Para alimentar el sistema predictivo y de seguimiento, se diseñaron dos encuestas en la plataforma Moodle. Con la primera encuesta, aplicada al inicio del semestre, se recuperaron antecedentes de los estudiantes mediante las preguntas siguientes:

- Carrera que estudias (LIS / LIC / LCC).
- Resultado en Exani-II, resultado en la prueba de competencias básicas (ICNE).
- Resultado en Exani-II, puntos en la prueba de competencias disciplinares (DIAG).
- Calificación final del examen de ingreso Exani-II.
- Escuela dónde realizaste tus estudios de bachillerato (UADY / No UADY).
- Responsable del estudiante (Madre / Padre / Uno mismo / Hermano(a) / Tío(a) / Otro).
- Semestre que cursas.

El segundo instrumento, denominado Termómetro académico, se aplicó al finalizar cada mes de clases, para conocer la opinión de los alumnos respecto al desarrollo de cada una de sus materias en el semestre. La encuesta incluye los siguientes ítems:

1. La pertinencia del contenido, acorde a los objetivos de aprendizaje han sido.
2. El método y estrategias de enseñanza han sido.
3. Mi motivación en el desarrollo de actividades ha sido.
4. Mi desempeño como alumno ha sido.
5. La comunicación con el profesor(a) ha sido.

La escala utilizada fue: 1 = Muy deficiente, 2 = Deficiente, 3 = Regular, 4 = Bueno y 5 = Excelente.

Los datos de ambas encuestas se recuperaron mediante el sistema, para aplicar modelos predictivos e identificar el nivel de riesgo académico, y para generar estadísticos y gráficas útiles en el seguimiento de los cursos a lo largo del período escolar.

2.3.5. Entrevistas y correos de profesores

Se solicitó la opinión de los profesores, vía correo electrónico, respecto a la utilidad de la información generada por el sistema. Las preguntas planteadas fueron:

1. ¿Considera que la información recibida es de utilidad para la planificación de sus clases?
¿Por qué?
2. ¿Qué aspectos de la docencia se vieron favorecidos?

2.3.6. Portafolios de evidencias de los alumnos

Los portafolios de evidencias solicitados a los estudiantes contaban con una sección en la que se pedía su reflexión sobre los contenidos vistos y las actividades desarrolladas durante el curso. Las preguntas consideradas fueron las siguientes:

1. ¿Qué tipo de actividades fueron más significativas para el aprendizaje?

2. ¿Qué tipos de conocimientos, habilidades o actitudes fueron favorecidas?

Adicionalmente, se recuperó información proveniente de los sistemas de chats y foros de las plataformas Moodle y Teams, en los que se expresaban opiniones sobre el desarrollo de las clases, la resolución de dudas o la realización de las actividades.

2.4. Análisis de datos

Se utilizaron procedimientos de la Minería de Datos Educativos para analizar los datos históricos y de antecedentes de los alumnos, a partir de los cuales y mediante técnicas de clasificación, se generaron modelos predictivos de rendimiento escolar, empleando el software WEKA (Ayala et ál., 2021a). Estos modelos se implementaron en el sistema informático desarrollado mediante el lenguaje de programación Java (Figura 2).

En la etapa de utilización del sistema de seguimiento, se emplearon Analíticas del Aprendizaje, mediante visualización de datos, para determinar la satisfacción de los alumnos respecto al desarrollo de sus cursos. En la fase del proceso de intervención, los datos cuantitativos de la encuesta diagnóstica se analizaron de forma descriptiva y comparativa, al igual que los datos de los indicadores de calificaciones y materias reprobadas (Ayala et ál., 2020). En el caso de los datos de la encuesta CIPA+, estos se analizaron mediante el software SPSS, en el que se determinaron frecuencias y se realizó la prueba T de Student para comparar medias antes y después de la intervención.

Para el análisis cualitativo se revisaron los portafolios de evidencias generado en el curso, los comentarios recibidos mediante correos electrónicos, los chats de los entornos de aprendizaje virtuales y foros de debate. Se utilizó el software ATLAS.ti para el análisis cualitativo.

Figura 2

Sistema de predicción y seguimiento

Carrera	ICNE	DIAG	Exani	Edad	Prepa	Resp	RIESGO_A	RIESGO_P
LCC	1180	69	818.75	19	UADY	PADRE	NO	NO
LCC	1060	53	618.75	19	No UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1168	49	720.75	18	No UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1108	53	674.75	18	UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1138	50	698.5	18	No UADY	PADRE	SI	SI
LCC	1186	64	807	19	No UADY	MADRE	SI	NO
LCC	1144	58	735.5	18	UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1192	63	810.25	19	No UADY	UNO MISMO	SI	SI
LCC	1180	55	766.25	19	UADY	PADRE	SI	SI
LCC	1102	56	679	20	No UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1120	60	715	19	No UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1192	55	780.25	18	No UADY	PADRE	SI	SI
LCC	1156	54	734.5	22	No UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1138	63	747.25	19	UADY	PADRE	NO	NO
LCC	1162	68	794	18	No UADY	MADRE	NO	NO
LCC	1150	60	750	18	No UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1150	61	753.75	19	UADY	MADRE	SI	SI
LCC	1192	70	836.5	20	UADY	PADRE	NO	NO
LCC	1222	73	882.75	17	UADY	PADRE	NO	NO
LCC	1114	50	670.5	18	UADY	UNO MISMO	SI	SI
LCC	1246	67	888.25	20	UADY	PADRE	NO	NO
LCC	1216	52	797	19	No UADY	MADRE	SI	SI

3. RESULTADOS

3.1. Aspectos cuantitativos

Se presentan los resultados obtenidos a partir de los instrumentos y datos cuantitativos, según las etapas de la investigación.

3.1.1. Necesidades de apoyo y formación

Los aspectos derivados de la aplicación de la encuesta diagnóstica considerados en el plan de intervención son:

- El nivel de exigencia es más alto de lo esperado.
- Los hábitos de estudio no son adecuados o falta consolidarlos.
- Existen situaciones de índole extraescolar que afectan a los alumnos (problemas económicos o familiares).
- Se demanda más apoyo institucional en los primeros semestres.
- El uso de tecnología educativa emergente es incipiente.
- Los programas de asesorías y tutorías no están dando los resultados esperados.

3.1.2. Modelos predictivos

A partir del proceso de la minería de datos educativos se generaron modelos que sintetizan las relaciones entre las variables que influyen en el rendimiento académico, útiles para predecir situaciones de riesgo escolar. Las técnicas de clasificación utilizadas y los niveles de precisión logrados, se observan en la Tabla 1. Se empleó el método de validación cruzada a partir de 415 registros disponibles.

Tabla 1

Calidad de los modelos predictivos generados

Técnica	Precisión	AUC ROC
LMT	75.42 %	0.805
Logistic	74.93 %	0.807
MultilayerPerceptron	74.69 %	0.765
RandomForest	73.01 %	0.796
Árbol de decisión J48	71.56%	0.736

Los modelos predictivos fueron implementados en el sistema y, posteriormente, se aplicó la encuesta de antecedentes. En los informes se identificaron a 21 de 28 alumnos con posible riesgo académico. El sistema generó alertas y recomendaciones que fueron enviadas de manera personalizada mediante mensajes de la plataforma Moodle. También, se compartieron los resultados a las autoridades académicas para planificar acciones de apoyo, contando con la participación de los tutores de los alumnos y el coordinador de la carrera.

Algunas de las estrategias complementarias acordadas consistieron en el diseño de talleres de apoyo sobre temas de matemáticas y la invitación a los tutores para programar sesiones de seguimiento para los alumnos en riesgo. La asistencia fue baja, posiblemente debido a la carga de trabajo de los estudiantes y las restricciones de tiempo de los tutores.

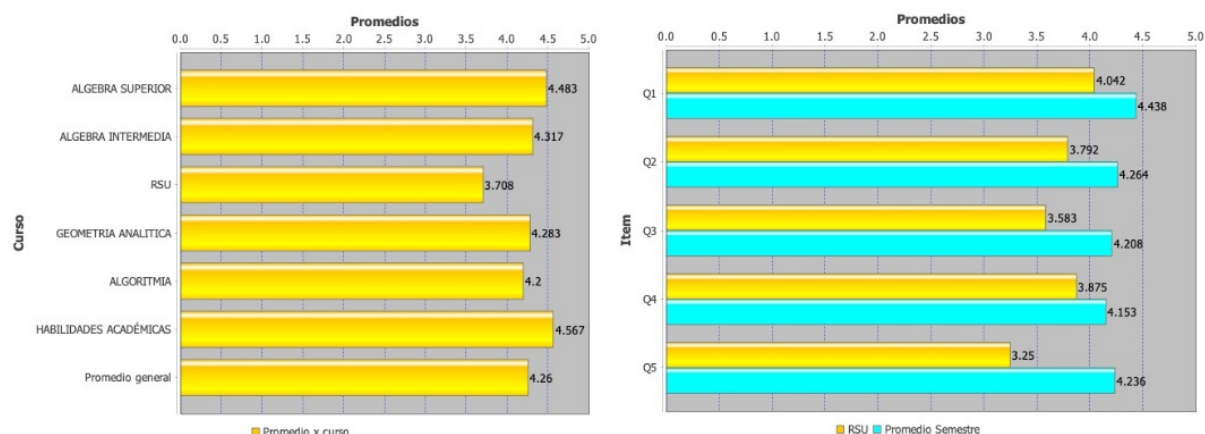
3.1.3. Seguimiento a cursos

El módulo de seguimiento del sistema permite recuperar los datos de la encuesta Termómetro académico y calcular estadísticos de satisfacción del desarrollo de las materias. Los resultados se muestran mediante gráficos para sintetizar aspectos particulares de cada asignatura y para comparar con otras materias del mismo semestre, como se ve en la Figura 3.

Se aplicó la encuesta en cuatro ocasiones, lo que permitió un análisis comparativo rápido entre materias, y conocer la percepción de los alumnos sobre aspectos del desarrollo de cada una de sus clases; así mismo, con los datos generados es posible hacer un análisis longitudinal para entender la evolución de las asignaturas en el período escolar.

Figura 3

Gráficas generadas por el sistema para el seguimiento, datos a nivel global y a nivel de asignatura



En general, el nivel de satisfacción de las asignaturas fue bueno, con excepción de la materia RSU. Al analizar a detalle, se identifica que el ítem Q5. *La comunicación con el profesor(a) ha sido*, influyó en la percepción de calidad del curso de manera negativa. Al revisar las características del profesor, se detectaron áreas de oportunidad en el manejo de herramientas digitales que afectaron la comunicación con el grupo en un entorno de clases en línea.

3.1.4. Niveles de autodirección

En la Tabla 2 se muestran los resultados de los niveles de los componentes de la autodirección y el resultado global del perfil autodirigido, derivados de la aplicación del instrumento CIPA+, antes y después de la intervención.

Tabla 2

Niveles de los componentes de la autodirección del grupo intervenido.

COMPONENTE	ANTES		DESPUÉS		t	p
	Media ±DS	Nivel	Media ±DS	Nivel		
1. Planeación y selección de estrategias	21.36	Insuficiente	18.29	Moderado	1.768	.083
	±7.1		±5.8			
2. Autorregulación y motivación	20.64	Insuficiente	18.14	Moderado	1.522	.134
	±6.7		±5.5			
3. Independencia y autonomía	27.32	Bajo	24.82	Insuficiente	1.142	.258
	±8.9		±7.3			
4. Uso de la experiencia y la conciencia crítica	15.71	Moderado	13.50	Muy bueno	2.073	.043
	±4.6		±3.2			
5. Interdependencia y valor social	10.86	Muy bueno	9.07	Muy bueno	2.029	.047
	±4.8		±2.0			
Resultado global	95.89	Bajo	83.82	Moderado	1.840	.071
	±27.7		±20.9			

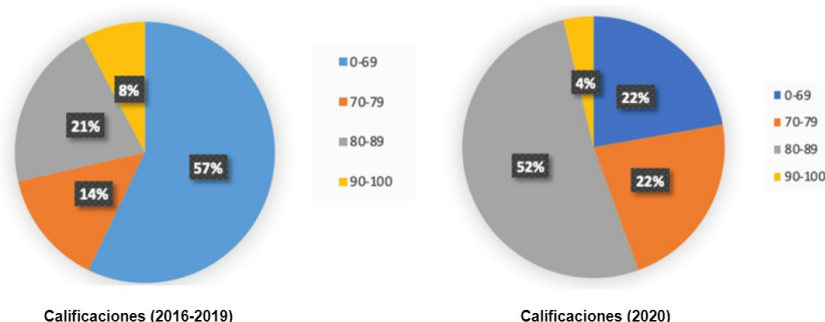
Se observan mejoras en los niveles de los componentes y del resultado global del grupo. Aunque, como indican los valores t de Student y p , sólo los componentes 4 y 5 tienen diferencias estadísticamente significativas ($t=2.073$, $p=0.043$) y ($t=2.029$, $p=0.047$) respectivamente, con un nivel de confianza de 95%. El grupo maduró sus habilidades de autodirección al pasar de un nivel Bajo a un nivel Moderado.

3.1.5. Comparativa de datos históricos de rendimiento académico

En la Figura 4 se observa la distribución de promedios de calificaciones, comparando datos históricos contra calificaciones obtenidas después de la impartición del curso.

Figura 4

Comparación de promedios de calificaciones

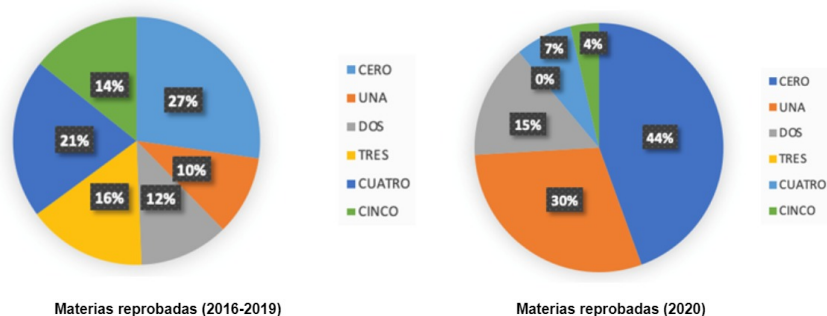


Considerando a los alumnos que obtuvieron un promedio entre 0 y 69, se evidencia una mejora al reducir de un 57%, en resultados históricos, a un 22%, en el grupo intervenido.

En cuestión de materias reprobadas, en la Figura 5 se observa que en el grupo intervenido sólo el 26% de los alumnos tuvo 2 o más materias reprobadas al finalizar el semestre, mientras que en los resultados históricos el 64% reprobó dos o más asignaturas.

Figura 5

Comparación de materias reprobadas



3.2. Aspectos cualitativos

3.2.1. Opinión de docentes y directivos

Según la opinión del personal encuestado, hay varios aspectos que fueron favorecidos por las diversas estrategias desplegadas en la intervención. Mencionan que la gestión y práctica

educativa se mejoró en cuanto al diseño de clases, la detección de situaciones de riesgo y la atención de aspectos específicos requeridos por los alumnos, como la comunicación y la motivación. También señalan que los instrumentos desarrollados contribuyeron a dar un mejor seguimiento de los cursos, al generar información útil para la toma de decisiones oportuna y el rediseño de las clases.

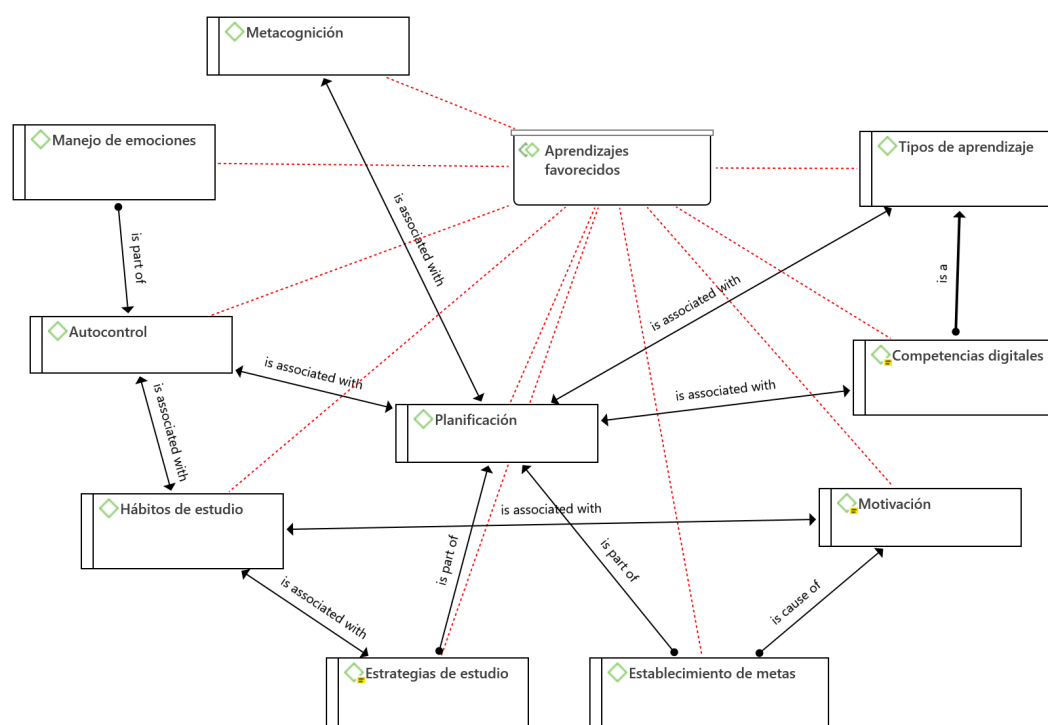
3.2.2. Opinión de los alumnos

Con base en el análisis de las opiniones de los alumnos, se sintetiza en el mapa semántico de Figura 6, los aprendizajes favorecidos en la intervención, en donde se muestran las categorías que emergieron y sus interrelaciones.

Algunas relaciones son: El manejo de emociones es un elemento requerido para lograr el autocontrol. El establecimiento de metas es una de las causas que proporcionan motivación, que su vez se relaciona con los hábitos de estudio. Las competencias digitales son un tipo de aprendizaje asociadas con el desarrollo de los contenidos y actividades definidas en la planeación del curso en línea. También, el establecimiento de metas y la definición de estrategias de estudio son parte de la planeación. El autocontrol está relacionado con el seguimiento de la planificación. Finalmente, la metacognición está asociada con la planificación, pues proporciona elementos para analizar su diseño, seguimiento y actualización.

Figura 6

Categorías de aprendizajes favorecidos en el curso



Algunas dificultades que enfrentaron los alumnos, evidenciadas al revisar comentarios en foros, correos y actividades de aprendizaje, fueron: bajo nivel inicial de competencias digitales de algunos alumnos, carencias en dispositivos y medios para acceder a Internet desde su hogar,

desconocimiento del modelo educativo de la institución, desconocimiento del plan de estudios de su carrera y deficiencias en algunas habilidades académicas.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En relación con el objetivo de la investigación, este se ha alcanzado al lograr identificar una serie de beneficios académicos derivados de la implementación de un curso enriquecido con tecnologías digitales, en consonancia con los referentes teóricos, entre los más relevantes se encuentran:

- Mejora de los niveles de autodirección de los alumnos, como la interdependencia y valor social, al realizar actividades basadas en herramientas de comunicación y colaboración; además de impactar positivamente en la retroalimentación y motivación (Benítez et ál., 2014; González, 2022).
- Desarrollo de habilidades relacionadas con el logro efectivo del aprendizaje como la metacognición (Chaves et ál., 2015) y la autoregulación (Schunk, 2012).
- Mejoras en el desempeño académico al reducir la reprobación y elevar el promedio de calificaciones de los estudiantes.
- Fomento de competencias digitales y cambios en estilos de aprendizaje (Elcullada et ál., 2021).
- Evaluación y reflexión permanente para dirigir la gestión de la enseñanza, en espacios mediados digitalmente (Sabulsk, 2019).

Respecto al proceso de diseño e implementación de la intervención con un enfoque holístico, se observan las siguientes características:

- Diseño basado en principios holísticos para lograr la formación integral de la persona (Chien y Liao, 2021; Miller, 2007).
- Diseño con múltiples etapas y estrategias de mejora (Dorio, 2016), siendo la tecnología educativa un elemento que enriqueció las estrategias de enseñanza y aprendizaje (Albarracín y Montoya, 2016).
- Implementación con variedad de contenidos y estrategias didácticas, para favorecer diferentes estilos de aprendizaje (Elcullada et ál., 2021; Joshi, 2022; Miller, 2007).
- Uso de la MDE con modelos predictivos validados para la detección oportuna de situaciones de riesgo (Minguillón et ál., 2017).
- Uso de AA que fomentó la reflexión, de estudiantes y maestros, y facilitó la mejora en el proceso de investigación-acción (Carr y Kemmis, 1988; González, 2022; Jerez, 2005).

Si bien la investigación logró una serie de beneficios que impactaron en las habilidades académicas de los estudiantes, así como en sus expectativas de éxito académico, es necesario recalcar que en el estudio se realizó solo un ciclo y estuvo limitado a un grupo.

Por lo que, como trabajo futuro, se pretende dar continuidad al proceso de mejora, incluyendo en la planeación la atención a las problemáticas detectadas, por ejemplo, los bajos niveles de competencias digitales de algunos profesores y alumnos, además de ampliar el alcance de la intervención a otras carreras.

5. REFERENCIAS

- Aceves, N. (2008). *Adaptación, confiabilidad y validez del cuestionario de indagación del perfil autodirigido (CIPA) y su evaluación en adultos jóvenes que pertenecen a la sociedad del conocimiento* [tesis de doctorado, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey]. Repositorio. <http://hdl.handle.net/11285/572483>
- Adell, J. y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino y A. Vázquez (coord.). *Tendencias emergentes en educación con TIC* (pp. 13-32). Asociación Espiral, Educación y Tecnología. Repositorio. <http://hdl.handle.net/10201/29916>
- Albarracín, Á. P. y Montoya, D. A. (2016). Programas de intervención para Estudiantes Universitarios con bajo rendimiento académico. *Informes Psicológicos*, 16(1), 13–34. <https://doi.org/10.18566/infpsicv16n1a01>
- Aldowah, H., Al-Samarraie, H. y Fauzy, W. M. (2019). Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis. *Telematics and Informatics*, 37, 13–49. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.01.007>
- Álvarez, A. C. y Álvarez, V. (2014). *Métodos en la Investigación Educativa* (2ª ed.). UPN.
- Anoopkumar, M. y Rahman, A. M. J. (2016). A Review on Data Mining techniques and factors used in Educational Data Mining to predict student amelioration. Proceedings of 2016 International Conference on Data Mining and Advanced Computing, SAPIENCE 2016, 122–133. <https://doi.org/10.1109/SAPIENCE.2016.7684113>
- Ayala, E., López, R. E. y Menéndez, V. H. (mayo, 2020). Factores asociados al bajo rendimiento académico de estudiantes de primer semestre en carreras de computación [Presentación de paper]. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Chetumal 2020*, Chetumal, México. <https://www.academiajournals.com/pubchetumal2020>
- Ayala, E., López, R. E. y Menéndez, V. H. (2021). Modelos predictivos de riesgo académico en carreras de computación con minería de datos educativos. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(66), 1–36. <https://doi.org/10.6018/red.463561>
- Ayala, E., Menéndez, V. H. y López, R. E. (2021). Predicción del rendimiento académico y estrategias de intervención educativa mediadas por TIC. En A. Zapata, P. J. Canto y E. J. Cisneros (Eds), *Memoria del Congreso de Docencia, Investigación e Innovación Educativa 2020* (pp. 397-406). Universidad Autónoma de Yucatán.
- Baker, R. S. e Inventado, P. S. (2014). Chapter 4 Educational Data Mining and Learning Analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics: From Research to Practice* (Issue December, pp. 61–75). Springer.
- Ballester, L., Nadal, A. y Amer, J. (2017). *Métodos y técnicas de investigación educativa* (2ª ed.). Ediciones UIB.

- Benítez, M. G., Barajas, J. I. y Hernández, I. N. (2014). Efecto de la aplicación de una estrategia de comprensión de lectura en un entorno virtual. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(3), 71–87. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15532554005>
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- CENEVAL. (2021). *El EGEL Plus y el Proyecto Egresado de Licenciatura. Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior*. https://ceneval.edu.mx/wp-content/uploads/2021/09/EGEL-PLUS_DIGITAL-1.pdf
- Chaves, E., Trujillo, J. M. y López, J. A. (2015). Autorregulación del aprendizaje en entornos personales de aprendizaje en el grado de educación primaria de la universidad de granada, España. *Formación Universitaria*, 8(4), 63–76. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000400008>
- Chien, C. y Liao, C. (2021). From Learning Literature to Online Holistic Education: An Investigation of an Online Holistic Environment for College Students. *International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT)*, 16(6), 1-17. <http://doi.org/10.4018/IJWLTT.20211101.oa4>
- Dorio, I. (2016). *La transición a la Universidad. El grado de maestro de Educación Infantil [tesis de doctorado, Universitat de Barcelona]*. Repositorio. <http://hdl.handle.net/10803/401928>
- Elcullada, R., Galang, A. A. y Hallar, B. J. (2021). The Impact and Effectiveness of E-Learning on Teaching and Learning. *International Journal of Computing Sciences Research*, 5(1), 383–397. <https://doi.org/10.25147/ijcsr.2017.001.1.47>
- Farrington, C. A., Roderick, M., Allensworth, E., Nagaoka, J., Seneca Keyes, T., Johnson, D. W. y Beechum, N. O. (2012). *Teaching adolescents to become learners. The role of noncognitive factors in shaping school performance: A critical literature review*. Chicago: University of Chicago Consortium on Chicago School Research.
- Fawcett, T. (2003). ROC Graphs: Notes and Practical Considerations for Data Mining Researchers. Hewlett-Packard. <https://www.hpl.hp.com/techreports/2003/HPL-2003-4.pdf>
- Gierdowski, D. C. (2019). ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology, 2019. Research report. Louisville, CO: ECAR.
- González, C. (2022). Modelos didácticos postpandemia en educación preuniversitaria para la autorregulación del aprendizaje en entornos tecnológicos. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (80), 14-35. <https://doi.org/10.21556/edutec.2022.80.2515>
- Jerez, J. M. (2005). *La incorporación de la realidad profesional a la formación de intérpretes de conferencias mediante las nuevas tecnologías y la investigación-acción [tesis de doctorado, Universidad de Granada]*. Repositorio. <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/871/15891574.pdf>

- Joshi, M. S. (2022). Holistic design of online degree programmes in higher education – a case study from Finland. *International Journal of Educational Management*, 36(1), 32-48. <https://doi.org/10.1108/IJEM-12-2020-0588>
- Kumar, M., Singh, A. J. y Handa, D. (2017). Literature Survey on Student's Performance Prediction in Education using Data Mining Techniques. *International Journal of Education and Management Engineering*, 7(6), 40–49. <https://doi.org/10.5815/ijeme.2017.06.05>
- Miller, J. (2007). *The Holistic Curriculum* (2ª ed.). OISE Press.
- Minguillón, J., Casas, J. y Minguillón, J. (2017). *Minería de datos: modelos y algoritmos*. Editorial UOC.
- Molina, M. (2015). Valoración de los criterios referentes al rendimiento académico y variables que lo puedan afectar. *Revista Médica Electrónica*, 37(6), 617–626. <https://revmedicaelectronica.sld.cu/index.php/rme/article/view/1437>
- Muñoz, A. (2015). *Modelos para la Mejora del Rendimiento Académico de Alumnos de la E.S.O. mediante Técnicas de Minería de Datos* [tesis de doctorado, Universidad de Murcia, España]. Repositorio. <http://hdl.handle.net/10201/47586>
- Rhode, J., Richter, S., Gowen, P., Miller, T. y Wills, C. (2017). Understanding faculty use of the learning management system. *Online Learning Journal*, 21(3), 68–86. <https://olj.onlinelearningconsortium.org/index.php/olj/article/view/1217>
- Ruiz-Bernardo, P., Sánchez-Tarazaga, L. y Mateu-Pérez, R. (2018). La innovación pedagógica de la mano de la investigación-acción para mejorar la calidad de las prácticas externas de los Grados de Maestro/a en Educación Primaria y Educación Infantil. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(1), 33–49. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.21.1.277681>
- Sabulsk. G. (2019). Analíticas de aprendizaje para mejorar la enseñanza y el seguimiento a través de entornos virtuales. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación*, 80(1), 13-30. <https://doi.org/10.35362/rie8013340>
- Salim, J., Yahya, Y., Othman, M.S. y Rashid, N.R. (2007). The Use of Holistic Approach to Knowledge Management Initiative in Managing Information in Higher Learning Institution: A Perspective. In *6th WSEAS International Conference on E-ACTIVITIES*, (pp 347-352). Tenerife. Spain.
- Sancho, J. M., Bosco, A., Alonso, C. y Sánchez, J. A. (2015). La política educativa TIC de la Comunidad de Madrid (España): la perspectiva del profesorado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 13(2), 1–16. <https://doi.org/10.17398/1695>
- Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa* (6ª ed.). Pearson Educación.

Silva, M. (2011). El primer año universitario. Un tramo crítico para el éxito académico. *Perfiles Educativos*, 33(esp), 102–114.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000500010&lng=es&tlng=es

Para citar este artículo:

Ayala Franco, E., López Martínez, R. E., y Menéndez Domínguez, V. H. (2023). Implementación holística de tecnologías digitales emergentes en educación superior. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (83), 153-172.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2023.83.2707>