



Diseño de un libro de texto interactivo para aprender con *engagement*

Design of an interactive textbook to learning with engagement

 **Teresa González-Ramírez** | Universidad de Sevilla, España
 **Alién García-Hernández** | Universidad de Ciencias Informáticas, Cuba

Cómo citar: González-Ramírez, T. y García-Hernández, A. (2024). Diseño de un libro interactivo para aprender con *engagement*. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, *OnlineFirst*, 1-21.
<https://doi.org/10.24320/redie.2024.26.of.5530>

Resumen

Uno de los retos del profesorado es el diseño de materiales educativos para generar «engagement» en la enseñanza digital; aspecto relevante en diversas materias universitarias en las que el rendimiento está influenciado por su complejidad y por factores motivacionales. El objetivo de este trabajo es evaluar los efectos del diseño de un «e-textbook» en el «engagement» hacia el aprendizaje digital. La metodología de investigación responde a un diseño cuasi-experimental; una primera fase incluye el diseño del «e-textbook» y su validación por un grupo de siete expertos. En la segunda fase, donde se realizó el cuasi-experimento, participaron 178 estudiantes (88 en el grupo experimental y 90 en el de control) de una universidad cubana. Los estudiantes que utilizaron el «e-textbook» consiguieron una mejora significativa del «engagement» y el rendimiento académico. Estos resultados refuerzan la necesidad de que los profesores diseñen recursos interactivos para la enseñanza digital.

Palabras clave: Aprendizaje digital, interacción, engagement, rendimiento académico.

Abstract

One of the challenges for teachers is the design of educational materials to generate engagement in digital teaching; a relevant aspect in several university subjects in which performance is influenced by their complexity and motivational factors. The objective of



this work is to evaluate the effects of the design of an e-textbook on engagement in digital learning. The research methodology responds to a quasi-experimental design; a preliminary phase includes the design of the e-textbook and its validation by a group of seven experts. A total of 178 students (88 in the experimental group and 90 in the control group) from a Cuban university participated in the in the second phase, the quasi-experiment. The students who used the e-textbook achieved a significant improvement in engagement and academic performance. These results reinforce the need for teachers to design interactive resources for digital teaching.

Key word: Digital learning, interaction, engagement, academic performance.

I. Introducción

La sociedad actual exige a las instituciones universitarias la formación de profesionales altamente cualificados para propiciar un crecimiento socioeconómico en las distintas regiones. Sin duda, el reto es alto, diversos factores inciden hoy en el fracaso escolar de los estudiantes, entre ellos la existencia de materias de alta complejidad, y pocas habilidades para el aprendizaje digital. Se considera que las habilidades digitales de los profesionales son indispensables para el progreso y el futuro (Rylands y Shearman, 2018); no obstante, su desarrollo es insuficiente (Cohen y Kelly, 2019).

En muchas ocasiones, los estudiantes universitarios se enfrentan a situaciones de estrés que les hacen caer en el agotamiento y los desconectan de sus estudios (Ezeudu et al., 2019). Esto desencadena una actitud negativa, que se caracteriza por falta de interés en las actividades de aprendizaje, poca eficacia estudiantil y un sentimiento de incompetencia académica (Bikar et al., 2018). Precisamente la indiferencia ante el estudio es vista como una característica de la generación de estudiantes que existen hoy en las aulas universitarias. Esto se debe, en gran medida, a que son alumnos con un nivel superior de alfabetización mediática; han nacido y se desarrollan en ambientes tecnológicos, por lo que son propensos a aburrirse con facilidad. Necesitan que sus profesores diseñen materiales en los que se estimulen retos intelectuales significativos, situaciones de exploración e interacción constante (Smith et al., 2020).

En este contexto, el «engagement» educativo es considerado una de las variables más importantes para predecir el éxito académico de los estudiantes. Asumimos el engagement educativo, de acuerdo con Colás-Bravo et al. (2021, p.287) como una “participación actitudinal activa mantenida en el tiempo a la hora de realizar sus tareas, acompañadas de un sentimiento emocional positivo frente a ella”. Estos autores realizan una propuesta operativa que sirve de base para medir el engagement en estudiantes universitarios.

La investigación actual en educación superior (Adams- Becker et al., 2017) pone de relieve la influencia positiva que tiene el «engagement» en el rendimiento académico de los estudiantes (Gbolliie y Keamu, 2017; Leis et al., 2015) y el papel de mediación que realizan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para generar un sentimiento y un compromiso en los estudiantes para aprender.

Principalmente, el «engagement» con las TIC se refleja en el comportamiento manifiesto de los estudiantes con el uso de las tecnologías, así como por factores cognitivos y motivacionales que propician las actividades mediadas por las TIC (Senkbeil, 2018). De especial interés resulta el estudio realizado por Alrajeh y Shindel (2020), quienes concluyen que la interacción entre profesor-alumno es esencial para estimular esa vinculación hacia el aprendizaje.

La mediación de las tecnologías en la educación durante los últimos años ha modificado la naturaleza del entorno de enseñanza-aprendizaje, afectando a las formas en que los estudiantes se relacionan con el sistema educativo. La pandemia de la COVID-19 que ha golpeado al mundo durante los años 2020 y 2021 ha puesto de manifiesto la necesidad de desarrollar entornos virtuales de aprendizaje y recursos didácticos en línea que garanticen que los estudiantes no tengan que asistir a clases presenciales (Connor et al., 2020; Zhang et al., 2020); **en este contexto de pandemia, los estudios** sobre el «engagement» en la educación virtual (Estrada et al., 2021) resultan de especial relevancia científica. Se demostró que el «engagement» es capaz de propiciar una mayor resiliencia de los estudiantes (Medina et al., 2020).

El diseño por parte del profesorado de materiales de estudio pertinentes puede generar nuevas formas de «engagement» a partir de prácticas educativas efectivas que propicien un aprendizaje activo y colaborativo además de interacciones entre estudiantes y profesores (Sýkora et al., 2020). La existencia de disímiles recursos tecnológicos requiere una nueva forma de enseñar el contenido. Comprender el papel de la tecnología en el aula es un componente esencial para el aprendizaje de los estudiantes. Su uso contribuye al desarrollo de altos niveles de «engagement» y a un aprendizaje individualizado (Attard y Holmes, 2020).

El Informe ECAR (Study of Undergraduate Students and Information Technology) del año 2019 muestra que la mayoría de los estudiantes coincidieron en que sus profesores suelen utilizar la tecnología para involucrarlos en el proceso de aprendizaje (66%); sin embargo, un número significativamente menor de estudiantes (40%) declaró que sus instructores les animan a utilizar sus propios dispositivos para profundizar en el aprendizaje (Gierdowski, 2019). En el contexto latinoamericano un 41% de los alumnos maneja la tecnología para actividades docentes y un 85% no utiliza plataformas virtuales (Arancibia et al., 2019). De esta manera una gran parte de los estudiantes de esta región no reciben una docencia

donde se haga uso de las potencialidades de la enseñanza digital.

1.1 El diseño de materiales interactivos para generar «engagement»

De ahí que uno de los retos fundamentales que enfrenta el profesorado actualmente en la enseñanza digital es cómo diseñar materiales educativos que generen «engagement» en el aprendizaje a partir de una adecuada mediación tecnológica (De-Pablos, 2018). De acuerdo con los referentes teóricos, se propone que el diseño realizado debe propiciar una alta interacción para favorecer el desarrollo de itinerarios de aprendizaje individualizados (Waiyakoon et al., 2015); acompañado de retroalimentación para el estudiante sobre el resultado de sus actividades (Rylands y Shearman, 2018), así como el uso de la gamificación como método de aprendizaje activo (Hulse et al., 2019).

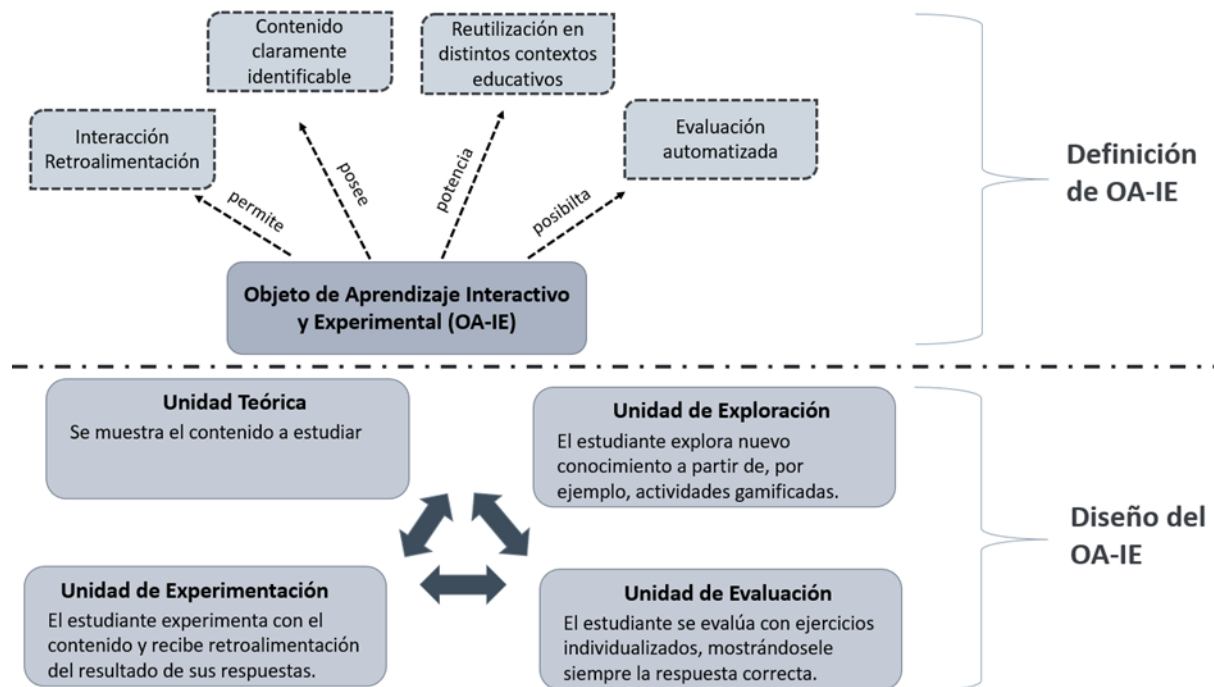
Resulta necesario que el recurso educativo posibilite una exploración del contenido, para ello debe plantear retos intelectuales al estudiante, guiándolo en la búsqueda de soluciones (Legaki et al., 2020), así como generar actividades que propicien que el estudiante sea capaz de aprender a aprender (Sun-Lin y Chiou, 2019). Se debe tener en cuenta la relevancia del material de estudio para desarrollar una instrucción que genere «engagement», por lo que es aconsejable emplear un diseño didáctico que facilite el estudio y el aprendizaje independiente y permanente (Sombra et al., 2019), además de potenciar la contribución del contenido a la resolución de problemas de la profesión (Mavridis et al., 2017).

En este sentido, son diversas las investigaciones que abogan por el diseño de libros de texto interactivos como material de estudio que propicia una mayor interactividad en el aprendizaje (Choi y Lam, 2018; Weng et al., 2018). No obstante, se requiere un mayor número de estudios que investiguen el diseño pedagógico de los libros de texto interactivos y una mayor evaluación de las características y funcionalidades de estos recursos para contribuir al «engagement» hacia el aprendizaje digital (Gueudet et al., 2016; Ragan et al., 2019). Varios autores establecen que con materiales interactivos que propicien la exploración del conocimiento y los retos intelectuales se contribuye al bienestar y la motivación de los estudiantes, propiciando una mayor implicación en el aprendizaje (Buedo-Guirado et al., 2020; Colás-Bravo et al., 2021, Lee et al., 2019)

En este sentido, con el objetivo de diseñar un libro de texto interactivo que genere «engagement», asumimos (ver Figura 1) el concepto de un objeto de aprendizaje interactivo y experimental (OA-IE) y las características que se deben tener en cuenta para su diseño (García-Hernández y González-Ramírez, 2019). Se precisa de la concepción de una unidad o parte teórica bien establecida, una unidad dirigida a la experimentación y otra que contribuya a la evaluación automatizada. En nuestro caso sumamos además una unidad que promueve la exploración de nuevos conocimientos. Es válido señalar que para elaborar un libro de texto interactivo se deben seguir los criterios de calidad expuestos por Toll y Ril

(2013), quiénes establecen los aspectos formativos, tecnológicos y de diseño y presentación del recurso educativo.

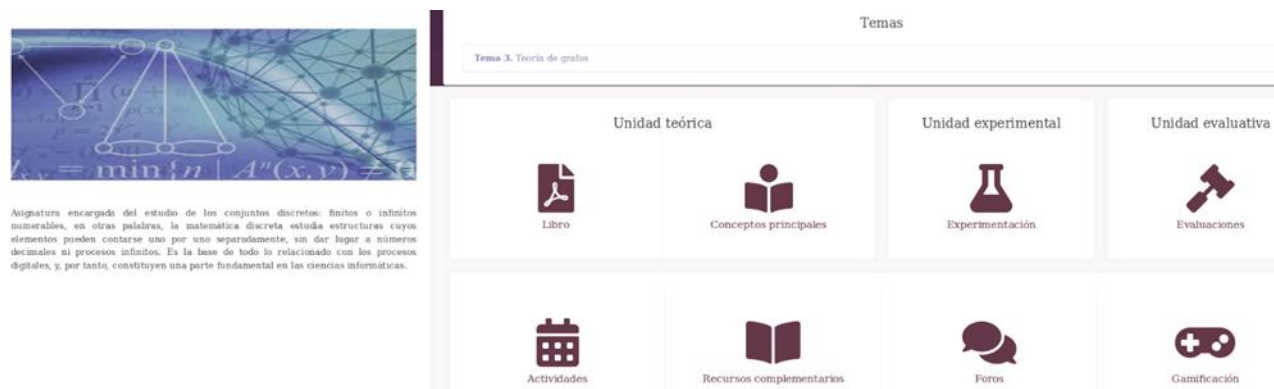
Figura 1. Diseño de un libro de texto como objeto de aprendizaje interactivo y experimental (OA-IE) para generar «engagement» (García-Hernández y González-Ramírez, 2019).



II. Método

Teniendo en cuenta el marco teórico planteado, en este estudio se diseñó un libro de texto interactivo con el objetivo de evaluar sus efectos en el «engagement» hacia el aprendizaje digital, en este caso se puso en práctica en la materia de Matemática Discreta, de alta complejidad en las carreras computacionales (ver Figura 2). El diseño se realizó siguiendo las características de un objeto de aprendizaje interactivo y experimental (OA-IE) entre las que destacan: propiciar las dimensiones de la interactividad (objeto de aprendizaje - estudiante, estudiante-profesor, estudiante-estudiante) y permitir la evaluación y autoevaluación automatizada (García-Hernández y González-Ramírez, 2019). Se definieron cuatro unidades: la unidad teórica, la unidad de experimentación, la unidad evaluativa y la unidad de exploración.

Figura 2. Pantalla principal del Libro de Texto interactivo



La *unidad teórica* está integrada por los núcleos teóricos (ejemplos resueltos, definiciones, resúmenes de contenido, etc.) y es el espacio desde donde el usuario del material interactivo puede instruirse sobre el contenido tratado. En ella accede al conocimiento desde dos variantes: a) libro de texto con los contenidos en .pdf o, b) los conceptos relacionados con el contenido mediante un mapa conceptual, facilitando una búsqueda más certera y abreviada.

La *unidad de experimentación* (ver Figura 3) está dirigida a experimentar y reflexionar acerca de los contenidos que los estudiantes adquirieron en la teoría y, por tal motivo, estará dirigida a un estilo de aprendizaje específico. Incluye cada uno de los elementos que posibilitan la interacción y experimentación del alumno con el contenido y se encuentra en constante relación con las otras unidades. Aquí el alumno puede crear sus propios ejemplos (más allá de los predefinidos en la unidad teórica), otorgar la respuesta deseada y observar si es correcta o no, siempre obteniendo una retroalimentación de su actividad.

Figura 3. Ejemplo de pantalla de la Unidad de Experimentación del libro de texto interactivo

La *unidad evaluativa* posibilita la utilización de varias estrategias para comprobar los contenidos y habilidades aprendidas. En esta unidad se usan varios criterios para realizar la evaluación y posee actividades de enseñanza-aprendizaje, posibilitando que los ejercicios que resuelva un estudiante X puedan ser distintos a los que resuelva un estudiante Y, propiciando una variabilidad en los ejercicios evaluativos. Se puede utilizar tanto la evaluación como la co-evaluación.

La *unidad de exploración* no está específicamente definida en un área del libro de texto interactivo. Viene a ser una unidad “virtual” conformada por un grupo de funcionalidades para que el estudiante explore la búsqueda de nuevos conocimientos y habilidades para aprender con adecuados niveles de «engagement». Es destacable el uso de actividades gamificadas, el acceso a recursos multimedia, tutorías online y foros, entre otros elementos.

2.1. Diseño de investigación

Esta investigación responde a un diseño cuantitativo cuasi-experimental; de tipo explicativo con un desarrollo transversal. El objetivo fundamental es evaluar los efectos del diseño de un libro de texto interactivo en el «engagement» hacia el aprendizaje digital. Como hipótesis inicial se plantea que el uso de materiales interactivos en el aprendizaje

mejora de manera significativa el «engagement» y el rendimiento académico.

A partir de esta formulación se concretaron las siguientes hipótesis:

H1: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora el nivel de autonomía de los estudiantes.

H2: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora la satisfacción de los estudiantes con sus materiales de estudio.

H3: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora la autoeficacia estudiantil.

H4: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora la actividad en el aula.

H5: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora el nivel de retroalimentación con los estudiantes.

H6: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora el ambiente de aprendizaje de los estudiantes.

H7: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora el nivel de bienestar estudiantil.

H8: El uso del libro de texto interactivo diseñado mejora el rendimiento académico de los estudiantes.

La intervención se ejecutó a partir de un diseño de tipo cuasi-experimental, con evaluación pretest y posttest. Los estudiantes se dividieron en dos grupos: 1) experimental, cuyos integrantes utilizarán el libro de texto interactivo diseñado, y 2) grupo de control, formado por los participantes que no utilizarán el material interactivo y seguirán su formación en Matemática Discreta con los materiales de estudio tradicionales (manuales de la asignatura, presentaciones del profesorado, etc.). La asignación de los participantes a los grupos no se pudo realizar de forma aleatoria, debido a que el régimen docente de la universidad exige trabajar con los grupos docentes intactos constituidos según criterios propios del centro e independientes del estudio. A partir de la metodología utilizada en este tipo de diseño de investigación, se recogió información de cada sujeto (grupos control y experimental), antes y después de la intervención diseñada.

2.2. Participantes

La muestra quedó conformada a partir del total de 695 estudiantes matriculados en la cohorte de primer año del curso académico 2018-2019. En la realización del cuasi-experimento participaron 178 estudiantes (88 en el grupo experimental y 90 en el grupo de control) de ocho grupos de clases (cuatro en el grupo experimental y cuatro en el grupo

de control). La media de edad de los alumnos es de 19.3 con una desviación estándar de 0.897. La muestra del cuasi-experimento se divide en 68 mujeres y 110 hombres. El 17.98% de los estudiantes son de la capital del país, pero hay participación de todas las provincias.

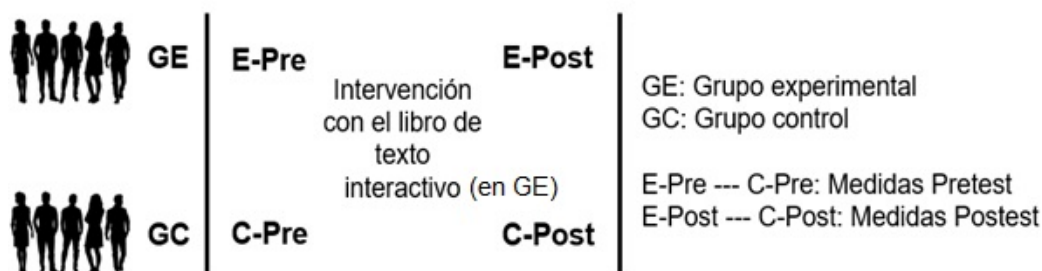
La selección se realizó a partir de las matrículas de los estudiantes, y a quienes fueron seleccionados se les invitó a participar voluntariamente y con consentimiento informado. La matrícula fue el único elemento de identificación y los alumnos fueron informados sobre los objetivos de la intervención y de los aspectos éticos. Todos los estudiantes poseen el mismo profesor, se rigen por un currículo idéntico y realizan los mismos exámenes, elaborados por la universidad y aplicados simultáneamente.

2.3 Procedimiento

Esta investigación se realizó en dos etapas. La primera (etapa preliminar) se dedicó al diseño del libro de texto interactivo, prueba del software y validación como objeto de aprendizaje. Para la validación inicial de diseño curricular los estudiantes utilizaron el libro en formato .pdf como material de estudio a partir de los elementos teóricos expuestos en esta investigación, con buena aceptación por parte de alumnos y profesores. Seguidamente, se procedió a la validación del diseño del libro de texto como objeto de aprendizaje interactivo y experimental a partir del criterio de siete académicos con más de 10 años de experiencia en la impartición de las matemáticas, experiencia en la investigación y utilización de la Tecnología Educativa. Para esta validación se utilizó el cuestionario de Toll y Ril (2013) para la evaluación de la calidad del diseño de objetos de aprendizaje, en el que se evalúan aspectos formativos, de diseño, presentación y tecnológicos del software que permiten considerar la calidad del recurso diseñado para contribuir al «engagement» hacia el aprendizaje. El procedimiento descrito permitió finalizar el diseño del libro de texto interactivo para llevar a cabo la intervención final.

La intervención (desarrollo del cuasi-experimento) se dividió en dos momentos (ver Figura 4). En el primero (febrero 2019) se les pidió a los alumnos que contestaran el Cuestionario para Evaluar el «Engagement» hacia el Aprendizaje de la Matemática Discreta (CEMD) (González-Ramírez y García-Hernández, 2020) y se les aplicó un examen institucional de Matemática Discreta, para conocer el nivel inicial de los estudiantes (pretest). En un segundo momento (marzo 2019) el grupo experimental (GE) comenzó a utilizar el libro de texto interactivo para el aprendizaje de la Matemática Discreta, el grupo de control (GC) continuó con los materiales utilizados hasta el momento (intervención). Posteriormente (julio 2019), se requirió de nuevo la respuesta a las preguntas del cuestionario y se realizó una prueba de rendimiento académico (postest). Los participantes tenían garantizados en todo momento adecuados niveles de conectividad para acceder al material interactivo, en un ambiente tecnológico de total acceso a redes sociales y comunicación móvil. La Figura 3 muestra un resumen del procedimiento de investigación expuesto.

Figura 4. Diagrama sobre el diseño de investigación del cuasi-experimento



2.4 Instrumentos

Además del cuestionario de Toll y Ril (2013) previamente mencionado, se utilizó el Cuestionario para Evaluar el «Engagement» hacia el Aprendizaje de la Matemática Discreta (CEMD) ya validado (González-Ramírez y García-Hernández, 2020). Este instrumento, basado en los fundamentos teóricos de Colás-Bravo et al. (2021), se centra en explorar las variables que más influyen en el «engagement» de los estudiantes, con el objetivo de propiciar la toma de decisiones de cara a una mejora del rendimiento académico. La operacionalización de la variable independiente «engagement» hacia el aprendizaje se realizó a partir de siete escalas:

- Autonomía en el aprendizaje: Evalúa las habilidades que tiene el estudiante para, de forma autónoma, enfrentar sus estudios con la ayuda del profesor, pero sin una dependencia excesiva.
- Satisfacción con los materiales de estudio: Indaga en qué medida el estudiante se siente satisfecho o no con sus materiales de estudio (p. ej., libros de texto) para vencer sus objetivos académicos.
- Autoeficacia estudiantil: Determina la confianza que tiene el estudiante para enfrentar con éxito sus estudios.
- Actividad en el aula: Evalúa la percepción del estudiante sobre las actividades que realiza el profesor en el aula para que, con un diseño motivador y dinámico, contribuya al aprendizaje.
- Retroalimentación: Mide la satisfacción con el tipo de acciones que se ejecutan en el aula para retroalimentar de forma dinámica al estudiante sobre su rendimiento académico parcial.
- Ambiente de aprendizaje: Indaga sobre el grupo de acciones que el profesor realiza en el aula para lograr un entorno de aprendizaje motivador y desarrollador de las principales habilidades de la materia en cuestión.

- Bienestar estudiantil: Mide el nivel de satisfacción y motivación que poseen los estudiantes con sus estudios.

Todas las escalas son de tipo Likert, excepto la última, que es un diferencial semántico. Las escalas tipo Likert utilizan el baremo 1: Nada, 2: Poco, 3: Algo, 4: Bastante y 5: Mucho. El examen de rendimiento académico consistió en preguntas de aplicación práctica de las habilidades del tema de Teoría de Grafos. El baremo de calificación es 5 (Excelente), 4 (Bien), 3 (Regular) y 2 (Mal). El aprobado se obtiene con al menos 3 puntos.

2.5. Análisis de datos

Para evaluar los efectos del libro de texto interactivo en el «engagement» hacia el aprendizaje digital, se utilizan los resultados obtenidos del pretest y posttest, tanto para las escalas del cuestionario CEMD como para el rendimiento académico. Primeramente, se determina la naturaleza de las variables dependientes para comprobar si su distribución es normal; para ello se aplica la prueba de normalidad con el estadístico de Kolmogorov-Smirnov (KS) debido a que la muestra es superior a 30 sujetos. Los datos de la prueba KS permiten afirmar que no siguen una distribución normal. El resultado de significación asintótica obtenido para cada escala del cuestionario CEMD y para el rendimiento académico es menor al nivel de confianza establecido (<0.05). Debido a los resultados de normalidad obtenidos se utiliza la prueba de contraste no paramétrica Wilcoxon Signed Ranks Tests. Finalmente se realizan correlaciones bivariadas paramétricas de Pearson para determinar la relación existente entre las escalas asociadas al «engagement» y el rendimiento académico.

III. Resultados

3.1 Resultado de la evaluación del diseño del libro de texto interactivo

Los expertos evaluaron cada indicador de Excelente (3 puntos), Bueno (2 puntos), Regular (1 punto) o Malo (no se otorgan puntos). Luego se procedió, con las puntuaciones otorgadas a los ítems, a evaluar cada una de las escalas de manera independiente y luego analizar la suma de ellas para definir la evaluación final, teniendo en cuenta los 29 ítems de la guía de evaluación. Toll y Ril (2013) establecen que para obtener la máxima evaluación de “Muy Adecuado” el objeto de aprendizaje debe obtener una evaluación mínima de 78 puntos de un total de 87 posibles. Para ser evaluado de “Adecuado” debe obtener una puntuación entre 52 y 77 puntos. Si se obtiene una calificación menor que 52 la evaluación sería “No Adecuado”. A continuación, se exponen los resultados de cada escala.

Tabla 1. Distribución de frecuencias de la escala Aspectos formativos del cuestionario para evaluar el libro de texto interactivo

Ítems	Valoración							
	Excelente		Bien		Regular		Mal	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Presentación y explicación del tema a tratar	5	71.42	1	14.29	1	14.29	0	0
Estructuración lógica de los contenidos	5	71.42	2	28.58	0	0	0	0
Exhortación del desarrollo de habilidades y competencias al estudiante	6	85.71	1	14.29	0	0	0	0
Reflexión sobre lo aprendido	7	100	0	0	0	0	0	0
Autoevaluación sobre el contenido mostrado en el <i>e-textbook</i>	6	85.71	1	14.29	0	0	0	0
Calidad de los contenidos	6	85.71	1	14.29	0	0	0	0
Adecuación de los objetivos de aprendizaje	6	85.71	1	14.29	0	0	0	0
Retroalimentación que proporciona el contenido mostrado	7	100	0	0	0	0	0	0
Motivación	7	100	0	0	0	0	0	0
Organización del trabajo individual y/o colaborativo de los estudiantes	4	57.14	2	28.58	1	14.29	0	0
Nivel de presentación de recursos audiovisuales	4	57.14	3	42.86	0	0	0	0
Participación activa durante el aprendizaje mediante actividades interactivas	5	71.42	2	28.58	0	0	0	0
Verificación de las fuentes de información utilizadas	4	57.14	2	28.58	1	14.29	0	0
Reusabilidad	4	57.14	2	28.58	1	14.29	0	0

Vale señalar que cada ítem sigue una distribución normal, los valores de significatividad de la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov arrojaron valores mayores que 0.05. Por la importancia que tiene la puntuación otorgada en la sumatoria final, los resultados de las escalas de este cuestionario los exponemos a través de la distribución de frecuencias.

En la escala Aspectos Formativos, según los resultados observados en la Tabla 1, el 95.92% de los profesores ubicaron sus respuestas en las alternativas de Excelente y Bueno. En cuanto a la escala Aspectos de diseño y presentación, los ítems fueron evaluados por la mayoría de los profesores de Excelente. No existieron evaluaciones de Mal en ninguno de los ítems (ver Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de frecuencias de la escala Aspectos de diseño y presentación del cuestionario para evaluar el libro de texto interactivo

Ítems	Valoración							
	Excelente		Bien		Regular		Mal	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Correspondencia entre los recursos audiovisuales y el contenido mostrado	4	57.14	3	42.86	0	0	0	0
Legibilidad del texto	7	100	0	0	0	0	0	0
Rapidez para cargar recursos audiovisuales	5	71.42	2	28.58	0	0	0	0

Proporción del texto respecto a la distribución de los contenidos dentro del OA	6	85.71	1	14.29	0	0	0	0
El uso de colores para los contenidos	7	100	0	0	0	0	0	0
Diversidad en la representación del contenido mostrado	4	57.14	1	14.29	2	28.58	0	0
Visibilidad de las imágenes	7	100	0	0	0	0	0	0
Usabilidad	6	85.71	1	14.29	0	0	0	0
Evaluación del nivel de organización de las imágenes y texto	4	57.14	3	42.86	0	0	0	0

De igual forma en la escala Aspectos tecnológicos ningún ítem fue evaluado de Mal y la mayoría de ellos fueron Excelente (ver Tabla 3).

Al analizar el resultado global de la validación realizada por expertos en Tecnología Educativa y en enseñanza de las matemáticas por cada uno de los ítems de las tres escalas, se puede observar que cinco expertos le otorgan la evaluación final de Muy Adecuado (E1, E2, E3, E5 y E7) al obtener puntuaciones por encima de 78 puntos y dos expertos otorgan la evaluación de Adecuado (E4 y E6) por otorgar puntuaciones entre 52 y 77 puntos.

Tabla 3. Distribución de frecuencias de la escala Aspectos tecnológicos del cuestionario para evaluar el libro de texto interactivo

Ítems	Valoración							
	Excelente		Bien		Regular		Mal	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Accesibilidad	0	0	4	57.14	3	42.86	0	0
Compatibilidad con distintos navegadores	7	100	0	0	0	0	0	0
Calidad de las imágenes y videos	7	100	0	0	0	0	0	0
Integridad de los enlaces de navegación por la estructura didáctica	7	100	0	0	0	0	0	0
Correspondencia con la estructura didáctica:	7	100	0	0	0	0	0	0
Calidad de la redacción y ortografía en la exposición del contenido	7	100	0	0	0	0	0	0

En la Tabla 4 se muestran las puntuaciones de los expertos, tanto por dimensiones como por evaluación global.

Tabla 4. Puntuación global y por dimensiones del cuestionario para evaluar el libro de texto interactivo

Aspecto	Evaluación por Expertos							Promedio
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	
Formativo	38	39	38	34	34	40	41	37.71
Diseño y presentación	25	26	26	22	23	26	27	25
Tecnológico	17	17	17	16	16	16	17	16.57
Evaluación final	80	82	81	72	73	82	85	79.29

De manera general el libro de texto interactivo tuvo un promedio de evaluación de 79.29 puntos (Muy Adecuado), esta evaluación nos permitió su utilización en el cuasi-experimento que a continuación presentamos.

3.2 Resultado del cuasi-experimento

A partir de las hipótesis planteadas se procedió al análisis de los ítems del cuestionario CEMD, para cada una de las seis escalas relacionadas con las primeras seis hipótesis: autonomía en el aprendizaje, satisfacción con los materiales de estudio, autoeficacia estudiantil, actividad en el aula, retroalimentación, ambiente de aprendizaje y bienestar estudiantil. En la Tabla 5 se observan los datos obtenidos en el cuasi-experimento. Concretamente 178 estudiantes del curso de Matemática Discreta en la titulación de Ingeniería en Ciencias Informáticas. Se estableció el promedio de cada escala en el grupo control, tanto en el pretest (C-Pre) como en el postest (C-Post). De igual forma se definió dicho promedio en el grupo experimental, tanto en el pretest (E-Pre) como en el postest (E-Post). Se analizó la significación de cada una de las seis escalas considerando el pretest y el postest tanto del grupo experimental como del grupo control, para poder determinar si hay una mejora en el «engagement». Los resultados son estadísticamente significativos por lo que se aceptan todas las hipótesis asociadas al «engagement», excepto la relacionada con la actividad en el aula.

Tabla 5. Descriptivos estadísticos del engagement de los estudiantes y sus diferencias en el Wilcoxon Signed Ranks Tests en el cuasi-experimento

Escala		Media	DE	Z	Sig. (2-colas)		Media	DE	Z	Sig. (2-colas)	
Autonomía en el aprendizaje	C-Pre	2.15	1.32	-.581	.348	Retroalimentación	C-Pre	2.72	1.23	-.409	.348
	C-Post	2.38	1.15				C-Post	2.58	1.65		
	E-Pre	2.06	1.23	-2.387	.002		E-Pre	2.64	1.52	-2.749	.002
	E-Post	3.92	0.59				E-Post	4.15	0.47		
Satisfacción con los materiales de estudio	C-Pre	1.93	1.07	-.587	.219	Ambiente de aprendizaje	C-Pre	3.02	0.97	-.178	.219
	C-Post	1.85	1.06				C-Post	3.17	1.12		
	E-Pre	1.78	0.78	-3.008	.000		E-Pre	2.99	1.01	-2.581	.000
	E-Post	4.57	0.21				E-Post	4.15	0.21		
Autoeficacia estudiantil	C-Pre	2.31	1.27	-.267	.214	Bienestar estudiantil	C-Pre	2.18	1.45	-.697	.1214
	C-Post	2.39	1.12				C-Post	2.23	1.32		
	E-Pre	2.08	1.45	-2.749	.007		E-Pre	2.09	1.09	-2.581	.007
	E-Post	3.12	0.78				E-Post	3.99	0.48		
Actividad en el aula	C-Pre	2.18	1.06	-.351	.321						
	C-Post	2.29	0.71								
	E-Pre	2.52	1.12	-1.231	.001						
	E-Post	3.98	1.07								

De igual forma, mediante la aplicación de un examen institucional se evaluó el rendimiento académico de los estudiantes participantes en el cuasi-experimento. Se muestran en la Tabla 6 la puntuación inicial y final en el rendimiento académico tanto del grupo de control como del grupo experimental, vale señalar que la evaluación académica universitaria en Cuba tiene un valor máximo de 5 puntos, que representa la excelencia. Para la verificación de la última hipótesis se analizó la significación en ambos grupos, para determinar si hay una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes del grupo experimental; se evidencia que los resultados son estadísticamente significativos para aceptar la hipótesis evaluada.

Tabla 6. Descriptivos estadísticos del rendimiento académico de los estudiantes y sus diferencias en el Wilcoxon Signed Ranks Tests en el cuasi-experimento

Escala		Media	DE	Z	Sig. (2-colas)
Rendimiento académico	C-Pre	2.78	0.54	-.389	.569
	C-Post	2.89	0.68		
	E-Pre	2.81	0.51	-3.094	.000
	E-Post	3.97	1.18		

De esta forma quedan demostradas las hipótesis de la investigación, constatando que el libro de texto interactivo influyó positivamente en el «engagement» y el rendimiento académico. Finalmente, mostramos en la Tabla 7 los resultados correlacionales entre las escalas asociadas al «engagement» y el rendimiento académico.

Tabla 7. Correlación entre las escalas del engagement y el rendimiento académico

Escala	Coef.	Sig. (2 colas)
Autonomía en el aprendizaje	.487	.000
Satisfacción con los materiales de estudio	.612	.000
Autoeficacia estudiantil	.407	.000
Actividad en el aula	.326	.000
Retroalimentación	.509	.000
Ambiente de aprendizaje	.471	.000
Bienestar estudiantil	.571	.000

Todas las escalas correlacionan con el rendimiento académico a un nivel de significación del 99%; destacan con los mayores niveles las escalas “Satisfacción con los materiales de estudio”, “Bienestar estudiantil” y “Retroalimentación”. Resultado que evidencia como en investigaciones previas (Attard y Holmes, 2020; González-Ramírez y García-Hernández, 2020; Hulse et al., 2019) la influencia que tiene la satisfacción con los materiales de estudio

interactivos y el bienestar estudiantil en el rendimiento académico.

IV. Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos corroboran la relevancia de las hipótesis planteadas al contrastar las posibilidades de las tecnologías interactivas (en este caso un libro de texto interactivo) para generar «engagement» en el aprendizaje, un reto actual en la enseñanza de la universitaria. Se validó que el diseño del libro interactivo, para ello se tuvieron en cuenta tanto los aspectos de diseño y presentación, los formativos y los aspectos tecnológicos del libro, un grupo de siete expertos lo evaluó de muy adecuado para contribuir al aprendizaje. Podemos concluir, una vez realizado el cuasi-experimento y demostrado el cumplimiento de las hipótesis de la investigación, que los estudiantes del grupo experimental realizaron un mayor esfuerzo por superar la asignatura; la utilización del libro de texto interactivo propició una mejor comunicación con sus compañeros y profesores; además se sintieron más motivados para enfrentar el reto de aprender (Colás-Bravo et al., 2021). Percibieron además una mayor Retroalimentación por parte de sus profesores tanto en las cuestiones de clase como en la revisión de las evaluaciones. Resultado que es coincidente con las investigaciones sobre este tema y nos hace evidenciar empíricamente la importancia de la retroalimentación para el «engagement» (Kyaruzi et al., 2019), poniendo en valor las posibilidades que ofrecen las TIC y cómo contribuyen al aprendizaje de los estudiantes (de-Pablos, 2018). Vale destacar que se logró una mayor exploración en la búsqueda de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes generando en ellos la capacidad de aprender a aprender (Legaki et al., 2020; Sun-Lin y Chiou, 2019). Las actividades en el aula se caracterizaron por una mejor gestión del profesor, propiciando una mediación tecnológica certera que elevó los niveles de «engagement» hacia el aprendizaje (de-Pablos, 2018).

El haber diseñado el libro de texto interactivo siguiendo los referentes teóricos estudiados, nos permitió obtener como resultado altos valores en las variables asociadas al estado emocional del estudiante. Tal y como establecen Lee et al. (2019); variables motivacionales como el optimismo, el bienestar y la motivación son altas predictoras del «engagement». Se propiciaron mejores niveles de bienestar e implicación con el aprendizaje (Buedo-Guirado et al., 2020; Colás-Bravo et al., 2021). Queda evidenciado que al estudiante hay que plantearle retos intelectuales y llevarlo a descubrir el conocimiento estimulando su compromiso con el aprendizaje (Colás-Bravo et al., 2021).

Con estos resultados podemos concluir que los estudiantes del grupo experimental encuentran mayor satisfacción con la adecuación didáctica de sus materiales de estudio, específicamente la forma en que se expone el contenido, la variabilidad de ejercicios a desarrollar, así como el nivel de dificultad, entre otros aspectos (Hulse et al., 2019).

Es válido destacar que los resultados confirman que la utilización de una adecuada

enseñanza digital es un factor determinante en el rendimiento académico en materias universitarias (Gueudet et al., 2018), específicamente cuando se utilizan materiales como el libro de texto interactivo, donde se propician altos niveles de interacción, experimentación y retroalimentación (Dobler, 2015; Jao et al., 2005). Esto refuerza la teoría planteada sobre el «engagement» en materias de alta complejidad como las matemáticas (Attard, 2014). Vale señalar la fuerte correlación existente entre el «engagement» y el rendimiento académico, elemento este común con varias investigaciones precedentes (Gbolliie y Keamu, 2017; Kyaruzi et al., 2019; Rylands y Shearman, 2018).

Finalmente hay que mencionar en sentido prospectivo algunas limitaciones de este estudio que afectan fundamentalmente al tamaño y características de la muestra participante; consideramos que sería necesario aumentar su tamaño y recoger información de diferentes universidades. Esto facilitaría el realizar análisis comparativos de alto interés científico. También sería interesante a nivel metodológico ampliar la investigación con procedimientos cualitativos para profundizar y matizar de forma empírica los resultados obtenidos.

Su valor radica en que la investigación debe dar cuenta de cómo y porqué funcionan los diseños educativos en contextos reales; en este sentido, hemos constatado la efectividad de utilizar recursos TIC de forma semipresencial, lo que posibilita la implicación del alumnado con su aprendizaje, potencia el trabajo autónomo y el desarrollo de estrategias de aprendizaje.

Entre las líneas de investigación que este trabajo nos abre resalta la necesidad de evaluar el «engagement» del profesorado, teniendo en cuenta que las acciones que realiza el profesor en el aula inciden directamente en el aprendizaje de los estudiantes.

Referencias

Adams-Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall Giesinger, C. y Ananthanarayanan, V. (2017). NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition [Informe Horizon NMC: Edición de Educación Superior 2017]. The New Media Consortium. bit.ly/37JCsYB

Arancibia, M. L., Cabero, J. y Valdivia, I. (2019). Estudio comparativo entre docentes y estudiantes sobre aceptación y uso de tecnologías con fines educativos en el contexto chileno. *Apertura*, 11(1), 104–119. <https://doi.org/10.32870/Ap.v11n1.1440>

Attard, C. (2014). “I don’t like it, I don’t love it, but I do it and I don’t mind”: introducing a framework for engagement with mathematics. *Curriculum Perspectives*, 34(3), 1–14.

Attard, C. y Holmes, K. (2020). "It gives you that sense of hope": An exploration of technology use to mediate student engagement with mathematics. *Heliyon*, 6(1), e02945. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02945>

Bikar, S., Marziyeh, A. y Pourghaz, A. (2018). Affective Structures among Students and its Relationship with Academic Burnout with Emphasis on Gender. *International Journal of Instruction*, 11(1), 183–194. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/iji.2018.11113a>

Buedo-Guirado, C., Rubio, L., Dumitrache, C. G. y Romero-Coronado, J. (2020). Active Aging Program in Nursing Homes: Effects on Psychological Well-being and Life Satisfaction. *Psychosocial Intervention*, 29(1), 49–57. <https://doi.org/10.5093/pi2019a18>

Choi, P. M. S. y Lam, S. S. (2018). A hierarchical model for developing e-textbook to transform teaching and learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 15(2), 92–103. <https://doi.org/10.1108/ITSE-12-2017-0063>

Cohen, R. y Kelly, A. (2019). Mathematics as a factor in community college STEM performance, persistence, and degree attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(2), 1–29. <https://doi.org/10.1002/tea.21594>

Colás-Bravo, P., Reyes-de-Cózar, S. y Conde-Jiménez, J. (2021). Validación de la escala multifactorial mixta de engagement educativo (EMMEE). *Anales de Psicología*, 37(2), 287–297. <https://doi.org/10.6018/analesps.338741>

Connor, R., Travis, G., Peace, K. M., Propper, B. W., Hale, D. F., Alseidi, A. A. y Vreeland, T. J. (2020). Using technology to maintain the education of residents during the COVID-19 pandemia. *Journal of Surgical Education*, 77(4), 729–732. <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2020.03.018>

de Pablos, J. (2018). Las tecnologías digitales y su impacto en la Universidad. Las nuevas mediaciones. *RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 21(2), 83–95. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20733>

Dobler, E. (2015). E-textbooks: A personalized learning experience or a digital distraction? *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 58(6), 482–491. <https://doi.org/10.1002/jaal.391>

Estrada, O., Fuentes, D. y García, A. (2021). El engagement en la educación virtual: experiencias durante la pandemia COVID-19. *Texto Livre*, 14(2), e33936. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2021.33936>

Ezeudu, F. O., Attah, F. O., Onah, A. E., Nwangwu, T. L. y Nadi, E. M. (2019). Intervention for burnout among postgraduate chemistry education students. *Journal of International Medical Research*, 48(1), 1–6. <https://doi.org/10.1177/0300060519866279>

García-Hernández, A. y González-Ramírez, T. (2019). Aprender matemáticas desde una perspectiva tecno pedagógica: objetos de aprendizaje interactivos y experimentales. En *Ciencia e Innovación Tecnológica. Colectivo de autores* (vol. XI, pp. 21–30). EDACUN. bit.ly/2UZfBmE

Gbollie, C. y Keamu, H. P. (2017). Student Academic Performance: The Role of Motivation, Strategies, and Perceived Factors Hindering Liberian Junior and Senior High School Students Learning. *Education Research International*, 2017, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2017/1789084>

Gierdowski, D.C. (October, 2019). ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology, 2019. Research report. ECAR. <https://bit.ly/38Ao1KW>

González-Ramírez, T. y García-Hernández, A. (2020). Estudio de los factores de estudiantes y aulas que intervienen en el “engagement” y rendimiento académico en Matemáticas Discretas. *Revista Complutense de Educación*, 31(2), 195–206. <https://doi.org/10.5209/rced.62011>

Gueudet, G, Pepin, B., Restrepo, A., Sabra, H. y Trouche, L. (2018). E-textbooks and Connectivity: Proposing an Analytical Framework. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(3), 539–558. <https://doi.org/10.1007/s10763-016-9782-2>

Gueudet, G., Pepin, B., Sabra, H. y Trouche, L. (2016). Collective design of an e-textbook: teachers’ collective documentation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(2), 187–203. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9331-x>

Hulse, T., Daigle, M., Manzo, D., Braith, L., Harrison, A. y Ottmar, E. (2019). From here to there! Elementary: a game-based approach to developing number sense and early algebraic understanding. *Educational Technology Research and Development*, 67(2), 423–441. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09653-8>

Jao, C. S., Brint, S. U. y Hier, D. B. (2005). Making the neurology clerkship more effective: Can e-Textbook facilitate learning? *Neurological Research*, 27(7), 762–767. <https://doi.org/10.1179/016164105X35639>

Kyaruzi, F., Strijbos, J., Ufer, S. y Brown, G. (2019). Students’ formative assessment perceptions, feedback use and mathematics performance in secondary schools in Tanzania. *Assessment in Education: Principles, Policy and Practice*, 26(3), 278–302. <https://doi.org/10.1080/0969594X.2019.1593103>

Lee, Y., Capraro, R. M. y Bicer, A. (2019). Affective Mathematics Engagement: a Comparison of STEM PBL Versus Non-STEM PBL Instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19, 270–289. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00050-0>

Legaki, N. Z., Xi, N., Hamari, J., Karpouzis, K. y Assimakopoulos, V. (2020). The effect of challenge-based gamification on learning: An experiment in the context of statistics education. *International Journal of Human Computer Studies*, 144 (Dec.). <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102496>

Leis, M., Schmidt, K. y Rimm-Kaufman, S. (2015). Using the Partial Credit Model to Evaluate the Student Engagement in Mathematics Scale. *Journal of Applied Measurement*, 16(3), 251–267. bit.ly/2YT0qwy

Mavridis, A., Katmada, A. y Tsiatsos, T. (2017). Impact of online flexible games on students' attitude towards mathematics. *Educational Technology Research and Development*, 65(6), 1451–1470. <https://doi.org/10.1007/s11423-017-9522-5>

Medina, G., Lujano, Y., Patty, A. y Sucari, W. (2020). Resiliencia y engagement en estudiantes universitarios durante el contexto del COVID 19. *Revista Innova Educación*, 2(4), 658-667. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2020.04.010>

Ragan, A., Kammer, J., Atkins, C. y Burress, R. (2019). Learning to read online: the effect of instruction on e-textbook use. *Library Hi Tech*, 37(2), 293–311. <https://doi.org/10.1108/LHT-01-2018-0011>

Rylands, L. J. y Shearman, D. (2018). Mathematics learning support and engagement in first year engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 49(8), 1133–1147. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1447699>

Alrajeh, T. S. y Shindel, B. W. (2020). Student Engagement and Math Teachers Support. *Journal on Mathematics Education*, 11(2), 167-180. <https://doi.org/10.22342/jme.11.2.10282.167-180>

Senkbeil, M. (2018). Development and validation of the ICT motivation scale for young adolescents. Results of the international school assessment study ICILS 2013 in Germany. *Learning and Individual Differences*, 67(October), 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.08.007>

Smith, E. E., Kahlke, R. y Judd, T. (2020). Not just digital natives: Integrating technologies in professional education contexts. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(3), 1–14. <https://doi.org/10.14742/ajet.5689>

Sombra, L., Sanz, C. V. y Búcarí, N. D. (2019). Incidence of a hypermedia educational material on the Teaching and Learning of Mathematics. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(1), 50–57. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.334>

Sun-Lin, H. Z. y Chiou, G. F. (2019). Effects of Gamified Comparison on Sixth Graders' Algebra Word Problem Solving and Learning Attitude. *Journal of Educational Technology & Society*, 22(1), 120–130. <https://bit.ly/3KAavVV>

Sýkora, T., Stárková, T. y Brom, C. (2020). Can narrative cutscenes improve home learning from a math game? An experimental study with children. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 42-56. <https://doi.org/10.1111/bjet.12939>

Toll, Y. y Ril, Y. (2013). Aspects and indicators for assessing the quality of learning objects created by the University of Information Sciences, Havana. *Universities and Knowledge Society Journal*, 10(2), 394–406. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v10i2.1470>

Waiyakoon, S., Khlaisang, J. y Koraneekij, P. (2015). Development of an Instructional Learning Object Design Model for Tablets Using Game-based Learning with Scaffolding to Enhance Mathematical Concepts for Mathematic Learning Disability Students.

Procedia - Social and Behavioral Sciences, 174, 1489–1496.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.779>

Weng, C., Otanga, S., Weng, A. y Cox, J. (2018). Effects of interactivity in E-textbooks on 7th graders science learning and cognitive load. *Computers and Education*, 120(June 2017), 172–184. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.008>

Zhang, L., Shang, J., Pelton, T. y Pelton, L. F. (2020). Supporting primary students' learning of fraction conceptual knowledge through digital games. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(4), 540-548. <https://doi.org/10.1111/jcal.12422>