

ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS EN UN ENTORNO **VIRTUAL** DE APRENDIZAJE

TEACHING MATHEMATICS IN A VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT

José Eduardo Rodríguez Guevara¹
Luis Alberto Soto Reyes²

¹jose.eduardo.rodriguez@uaq.mx
²luis.soto@uaq.mx

^{1,2}Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro, México

RESUMEN

Las matemáticas son una de las materias con el menor porcentaje de aprobación. Las dificultades en su aprendizaje se reflejan en los altos índices de reprobación en diversas instituciones educativas de nivel medio superior en nuestro país. El fenómeno descrito se evidencia con los resultados obtenidos por los alumnos en el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), donde se observa que “en Matemáticas, 6 de cada 10 estudiantes se ubica en el Nivel I (66 %) de conocimiento” (Secretaría Educación Pública, 2017, 2018). La problemática descrita es latente en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (EBUAQ), donde el 50 % de los alumnos de nuevo ingreso reprueban alguna materia de ciencias básicas (Vázquez, 2013).

Con el objetivo de fortalecer el aprendizaje en matemáticas de los aspirantes a la EBUAQ y aumentar su puntuación en su examen de admisión EXCOBA, se desarrolló un curso virtual mediante una serie de etapas, que de manera general consistieron en analizar los contenidos que se evalúan y el diseño de las preguntas del EXCOBA.

Palabras clave: matemáticas, tecnologías de la información y la comunicación, entornos virtuales de aprendizaje.

ABSTRACT

Mathematics is one of the subjects with the lowest percentage of approval. Difficulties in learning are reflected in the high failure rates in various educational institutions of upper secondary level in our country. The phenomenon described is evident in the results obtained by students in the National Plan for the Evaluation of Learning (PLANEA). There, it is observed that “in Mathematics, 6 out of 10 students are located in Level I (66%) of knowledge” (Public Education Secretariat, 2017, 2018). The problem described is latent in the High School of the Autonomous University of Querétaro (EBUAQ) where 50% of new students fail some basic science subject (Vázquez, 2013).

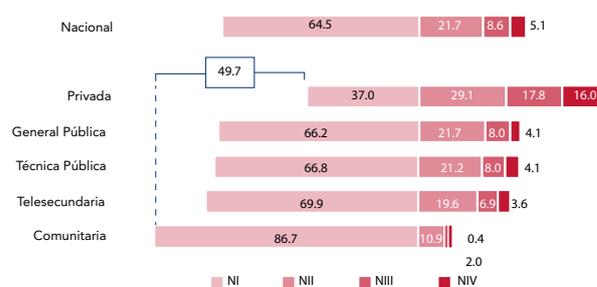
In order to strengthen the mathematics learning of the EBUAQ applicants and increase their score in their EXCOBA entrance exam, a virtual course was developed; it involved a series of steps, which generally consisted of analyzing the contents that were evaluated and the design of the EXCOBA questions.

Keywords: mathematics, information and communication technologies, virtual learning environments.

INTRODUCCIÓN

Las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas se reflejan en los altos índices de reprobación de esta asignatura en diversos niveles educativos de nuestro país. Este fenómeno se pone en evidencia con los resultados obtenidos por los alumnos en el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA). En este, se observó que, en Matemáticas, 6 de cada 10 estudiantes de tercer grado de secundaria (64.5 %) se ubican en el Nivel de logro I (Secretaría de Educación Pública, 2018), tal como se muestra en Figura 1. Lo anterior significa que solo son capaces de solucionar problemáticas que impliquen operaciones con números naturales, pero enfrentan mayores dificultades al resolver operaciones con números naturales, fraccionarios, decimales, potencias o la combinación de estos. Además, describir en lenguaje coloquial una expresión algebraica les representa un escollo, así que no logran emplear ecuaciones para definir valores desconocidos.

Figura 1. Porcentaje de estudiantes en cada nivel de logro educativo en matemáticas, según tipo de escuela (Secretaría de Educación Pública, 2018).

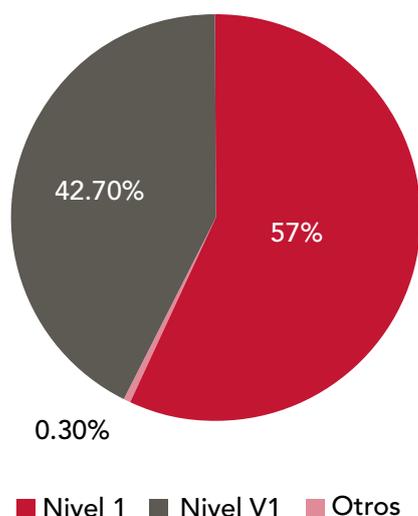


Con respecto al Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), en los resultados obtenidos por estudiantes de 15 años en México, se identificó que el 57 % (ver Figura 2) no alcanzan el nivel mínimo de competencias (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2018). Esto parece indicar que solo pueden ejecutar procesos matemáticos básicos y dar solución a problemáticas cotidianas cuya información esté definida de forma explícita. Además, tienen limitaciones para interpretar y usar representaciones basadas en diferentes fuentes de información y

razonar directamente a partir de ellas, para seleccionar e integrar representaciones (incluyendo símbolos) y asociarlos directamente a situaciones del mundo real, así como para seleccionar, comparar y evaluar las estrategias adecuadas de solución de problemas complejos. Su mayor limitante al aplicar sus conocimientos y destrezas en matemáticas se manifiesta al enfrentar situaciones novedosas.

Figura 2. PISA 2018: Porcentaje de niveles de competencia en matemáticas.

Fuente: elaboración propia



Los factores que originan las problemáticas en el aprendizaje de las matemáticas son distintos. Cuevas (2014) señala que el más significativo se asocia con la mala preparación de los profesores; sin embargo, otro factor con gran impacto es el incorrecto aprendizaje de los contenidos previos que se involucran en el estudio del álgebra.

En la actualidad existe una variedad de estrategias para tratar de resolver la problemática de los bajos índices de aprobación en matemáticas. Algunas se enfocan en el trabajo individualizado (asesorías o tutorías) y otras incluyen el uso de la tecnología, lo que permite generar estrategias de estudio que se adapten al espacio y tiempo de los alumnos de acuerdo a sus necesidades.

García-Valcárcel (2013) señala que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) permiten generar procesos educativos innovadores, siempre y cuando se logre una armonía entre los diferentes recursos que se involucran. Lo anterior exige cambios organizativos, metodológicos, actitudinales y del rol de los participantes.

Para contribuir a resolver las problemáticas en la didáctica con el apoyo de las tecnologías, Vicario (2010) afirma que es necesario proponer una solución innovadora mediante el uso de las TIC. El enfoque descrito debe involucrarse en el estudio de las matemáticas para así generar entornos de aprendizaje que ofrezcan a los participantes estrategias y técnicas de aprendizaje vanguardistas orientadas hacia la generación de conocimientos.

La integración de las herramientas digitales en los procesos formativos involucra un enfoque de Tecnología Educativa (TE) transformado; Cabero (2015) afirma que dicha transformación va de la integración de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje a la generación de entornos de estudio guiados con estos recursos. Los docentes deben ser capaces de planificar el uso de los recursos tecnológicos involucrando estrategias para un aprendizaje significativo, lo que implica modificar sus metodologías didácticas. De acuerdo con García-Valcárcel (2013), al pasar de un escenario presencial a uno virtual, se modifica la forma de participar no sólo de los docentes sino también de los alumnos y la institución.

Lo antes descrito se relaciona con la Informática Educativa (IE), definida por Vicario (2009) como una perspectiva sociotecnocientífica transformadora impulsada por un cuerpo de conocimientos a modo de disciplina científica que fomenta el desarrollo de la Civilización del Conocimiento y permita ampliar la percepción de la integración de la tecnología en procesos educativos.

Al involucrar la IE, es preciso considerar las siguientes problemáticas: la gestión estratégica informático educativa, la formación de recursos humanos, el desarrollo de una cultura en el ámbito de la IE y de entornos educativos innovadores basados en TIC, la aplicación de modelos y experiencias con enfoque informático educativo, además de la producción de recursos informático-educativos con el apoyo de la tecnología (Vicario, 2010).

De acuerdo con Cabero (2015), la generación de tecnología educativa requiere conjuntar recursos técnicos y humanos que deberán interactuar para concebir, aplicar y evaluar procesos de enseñanza-aprendizaje. Para atender las necesidades de los alumnos se requieren estrategias y recursos pedagógicos que se adapten a su estilo de vida definido principalmente por el uso de la tecnología; lo anterior ha dado la apertura a nuevas concepciones dentro de los procesos educativos. Como parte de las más nuevas estrategias

de enseñanza, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2008) recomienda involucrar recursos diferentes, como el acceso inmediato a la información y la generación de entornos virtuales, donde los recursos visuales se imponen al texto. Estas nuevas herramientas no aseguran mejorar el proceso educativo, pero su integración guiada por objetivos pedagógicos puede lograrlo. El uso de los recursos digitales en los procesos educativos no garantiza el aprendizaje de los discentes; Cabero, Castaño y Romero (2007) afirman que un aprendizaje significativo depende tanto de las estrategias de enseñanza-aprendizaje como de las técnicas didácticas que se involucren.

METODOLOGÍA

Este estudio se vincula con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito educativo con la finalidad de mejorar los métodos de enseñanza, así como propiciar espacios de colaboración y retroalimentación para el estudio de contenidos, la difusión del conocimiento y el desarrollo de habilidades.

La investigación se llevó a cabo en la Escuela de Bachilleres de la Universidad Autónoma de Querétaro (EBUAQ) mediante el diseño y aplicación de un curso virtual propedéutico para los aspirantes a los diferentes planteles: Amazcala, Amealco, Bicentenario, Colón, Concá, Jalpan, Norte, Sur, Pedro Escobedo, Pinal de Amoles y San Juan del Río.

Para el desarrollo del proyecto, se trabajó con 100 aspirantes de la zona urbana de la EBUAQ, quienes estaban cursando tercer grado de educación secundaria. Estos estudiantes se dividieron en dos grupos de 50 individuos con la finalidad de experimentar el curso virtual propedéutico de dos maneras distintas.

La metodología utilizada en el estudio fue la de diseño instruccional ADDIE, que se define como un proceso de enseñanza interactivo, donde los resultados de la evaluación formativa de cada fase pueden conducir al diseñador instruccional de regreso a cualquiera de las fases previas (Belloch, 2013, p. 10). Este modelo cuenta con varias ventajas, entre las que se destacan dos principales: permite una adaptación continua del material a las necesidades cambiantes del estudiante, y facilita la reobservación y el replanteamiento de los problemas. Por otra parte algunas de sus desventajas

son que puede llevar a un uso innecesario de los recursos disponibles y generar un estancamiento al aplicarse en momentos donde el estudiante no posee la madurez necesaria.

Para profundizar en el análisis de los datos se debe emplear un enfoque a la vez cuantitativo y cualitativo, por esa razón se aplicó una metodología de investigación mixta. El inicio de cada etapa depende de la culminación de la anterior, de tal forma que todas las etapas se describen mediante un enfoque secuencial y probatorio. De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2010, p. 17): "Un enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar una hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías".

RESULTADOS

Al evaluar el tema de números, operaciones y figuras, se observaron dificultades para contestar las preguntas 22 y 23. El porcentaje de aciertos fue de 28.9, por debajo de la media. Las posibles dificultades que se presentan en estas preguntas son la conversión de unidades temporales (años y meses) a números decimales y la multiplicación de una fracción por un número entero positivo.

Las operaciones de este tipo son importantes debido a que se requieren en varios procesos matemáticos; el dominio que los alumnos poseen de estas impacta en la mejora del aprendizaje de otros contenidos matemáticos. A modo de ejemplo, durante los procedimientos necesarios para resolver ecuaciones, se pueden presentar operaciones con números fraccionarios o decimales, incluso ambos, esto depende de la lógica de solución del estudiante.

La principal dificultad que presentaron los participantes en el subtema de magnitudes fue la conversión de múltiplos de unidades. Esto se visualiza en los puntajes que se tuvieron de la pregunta 8 (ver Tabla 1), donde se requiere convertir hectómetros (hm) y metros (m) a kilómetros (km). Sin embargo, esto también puede significar que los estudiantes no tienen muy clara la simbología para los múltiplos y submúltiplos de unidades.

Tabla 1. Preguntas por subtema y número de aciertos en cada una de estas.
Fuente: elaboración propia.

TEMAS	SUBTEMAS	CANTIDAD DE PREGUNTAS	Nº DE PREGUNTA	ACIERTOS	% TEMA
Números, operaciones y figuras	Números naturales y decimales	2	1	34	58.28
			2	23	
	Números fraccionarios	2	3	22	
			4	30	
	Figuras planas	2	5	28	
6			37		
Cuerpos geométricos	1	7	30		
Magnitudes, proporciones, probabilidad y estadística	Magnitudes	3	8	29	68.28
			9	36	
			10	40	
	Relaciones de proporcionalidad	2	11	35	
			12	30	
	Nociones de probabilidad	1	13	35	
Nociones de estadística	1	14	34		
Álgebra	Números reales	2	15	23	52.28
			16	27	
	Sucesiones aritméticas	1	17	30	
	Polinomios	1	18	25	
	Ecuación lineal	1	19	31	
	Ecuación cuadrática	1	20	21	
Sistema de ecuaciones lineales	1	21	26		
Geometría	Transformaciones en el plano	1	22	31	63.42
	Rectas y ángulos	2	23	30	
			24	26	
	Cuerpos geométricos	1	25	32	
	Semejanza	1	26	34	
	Trigonometría	1	27	35	
Relaciones de proporcionalidad	1	28	34		

TEMAS	SUBTEMAS	CANTIDAD DE PREGUNTAS	Nº DE PRE-GUNTA	ACIERTOS	% TEMA
Estadística	Definiciones básicas sobre Estadística	2	29	29	47.14
			30	25	
	Diagramas y gráficos	2	31	28	
			32	20	
	Medidas de tendencia central	2	33	18	
			34	20	
	Medidas de dispersión	1	35	25	

Al ver los resultados en el tema de álgebra, se observa que las preguntas 15 y 20 tuvieron la menor cantidad de aciertos (ver Tabla 1). En la primera de estas preguntas se le pide al estudiante realizar una comparación de fracciones, lo que implica convertir cada fracción a su representación decimal y comparar números decimales, o bien, buscar las fracciones equivalentes con igual denominador y comparar sus numeradores. La pregunta 20 requiere resolver una ecuación cuadrática incompleta mixta: $5x^2 - 2x = x^2 + 6x$; para llegar a la solución de esta ecuación, es necesario realizar despejes y usar un método de solución para ecuaciones incompletas mixtas. Los puntajes en estas preguntas muestran que los aspirantes a la EBUAQ tuvieron dificultades al comparar números fraccionarios con diferente denominador y resolver ecuaciones cuadráticas incompletas mixtas que requieren despejes en sus procedimientos.

En los contenidos de álgebra, además del dominio teórico y metódico, se demanda una capacidad de análisis e interpretación para definir de qué manera aplicar cada uno de los procesos. Durante el estudio de esta rama de las matemáticas, el estudiante toma ciertas decisiones que deben estar justificadas en la teoría y lógica matemática, lo que en ocasiones los lleva al error. Un ejemplo de esto puede verse en la pregunta 21, ya que requiere resolver el sistema de ecuaciones compuesto por $2(3x - 2) = -5y$ y $3(2x + 3y) = 12$.

En las dos ecuaciones, el primer miembro representa un producto de factores entre una constante y un binomio, así que el estudiante puede desarrollar el producto o pasar la constante al segundo miembro. Si se selecciona la segunda opción, la constante pasaría como denominador del término del segundo miembro, formando una expresión fraccionaria que dificultaría el proceso. Al elegir desarrollar el producto, se generaría el sistema de ecuaciones formado por las expresiones $6x - 4 = -5y$ y $6x + 9y = 12$.

Cualquier método es útil para resolver este nuevo sistema de ecuaciones, pero el alumno debe ser capaz de identificar qué proceso resulta más práctico. Sin importar el método, el estudiante se enfrentará a procesos matemáticos que involucren operaciones básicas y despejes.

Otro caso se puede observar cuando los estudiantes tienen dificultades para identificar el signo de operación de un factor en un término que involucra un coeficiente negativo, por lo que despeja la incógnita de manera incorrecta:

$$-4x = 8 \Rightarrow x = 8 + 4$$

En este ejemplo, el estudiante entiende erróneamente que el factor -4 es un término que está restando, así que lo despeja del primer miembro al segundo por medio de una suma. También existe la posibilidad de que el alumno identifique que -4 es un factor, pero no solo invierte la operación al pasarlo al segundo miembro de la ecuación, sino también el signo del número, convirtiéndolo en un entero positivo:

$$-4x = 8 \Rightarrow x = 8/4$$

Este tipo de errores se presenta debido a la incorrecta interpretación del proceso de despeje, donde se le ha instruido al estudiante que, al pasar un término de un miembro a otro, se debe invertir su signo de operación. A diferencia de una cantidad positiva, el signo "-" de una cantidad negativa se identifica visualmente, lo que origina un conflicto de interpretación en el alumno.

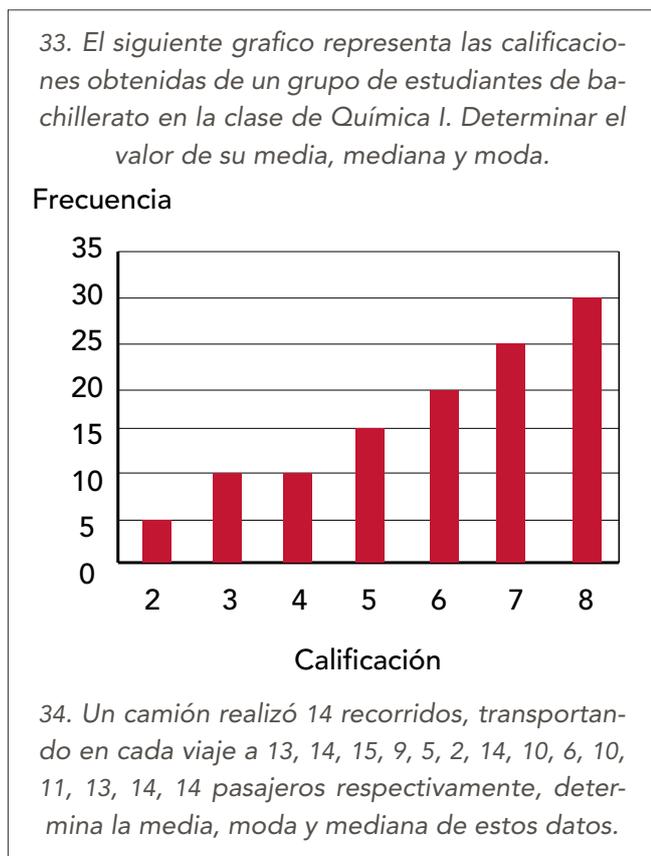
En la evaluación del tema de geometría, se incluyeron los diversos subtemas y se observó que los alumnos obtuvieron el menor número de aciertos en la pregunta 23 (ver Tabla 1). El reactivo muestra dos ángulos suplementarios: la medida de uno de los ángulos se representa por medio de una expresión algebraica, mientras que la del otro es igual a 45° ; se requiere determinar el valor de la incógnita. El procedimiento implica plan-

tear una ecuación de primer grado y resolverla, con lo que los alumnos tuvieron dificultades. Este resultado coincide con el bajo porcentaje de respuestas correctas en preguntas sobre álgebra.

El último tema evaluado fue el de estadística; en esta sección se consideraron los distintos subtemas, desde definiciones básicas hasta medidas de dispersión. En la Tabla 1 se puede ver que en el reactivo 33 los aspirantes obtuvieron la menor cantidad de respuestas correctas (18 aciertos). En este se requería el cálculo de las medidas de tendencia central (moda, media y mediana) a partir de la información contenida en un histograma de frecuencias (ver Figura 3).

Como se mencionó anteriormente, los aspirantes obtuvieron el porcentaje más bajo de aciertos en esta pregunta aun cuando se estudió al respecto en el curso propedéutico. Tal vez porque el contenido matemático asociado a esta se estudia hasta el cuarto bloque de tercer año de secundaria (ver Figura 3); es decir, después de haber presentado el examen del curso propedéutico.

Figura 3. Preguntas 33 y 34 de estadística como parte del subtema "Medidas de tendencia central".



Sin embargo, existe la posibilidad de que sus dificultades fueran causadas por la instrucción sobre el cálculo de medidas de tendencia central; es decir, en la mayoría de los casos se les proponen

actividades en las que se obtienen esas medidas partiendo de un conjunto de datos en lugar de un histograma de frecuencias absolutas.

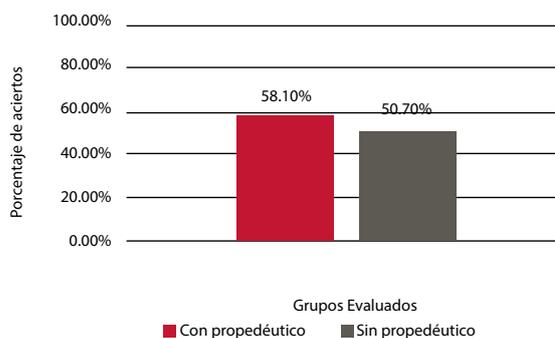
Es necesario precisar que, tanto en el reactivo 33 como en el 34, se les pidió a los aspirantes de la EBUAQ calcular la media, mediana y moda, y en este último obtuvieron una mayor cantidad de respuestas correctas. Como se puede ver en la Figura 4, la diferencia entre ambos reactivos radica en la forma en la que se presentan los datos: en el 33, por medio de un histograma de frecuencias, y en el 34 como un conjunto de datos. Es decir, en la primera pregunta el aspirante debía analizar e interpretar la gráfica para obtener los datos, mientras que en la segunda sólo tenía que ordenarlos.

Al finalizar el curso propedéutico, los aspirantes de la EBUAQ tomaron un examen presencial con un diseño similar al del examen EXCOBA con el objetivo de simular su prueba de admisión. No solo los aspirantes que tomaron el curso propedéutico presentaron dicho examen presencial, sino también los que no.

DISCUSIÓN

En el diseño del curso virtual se consideraron las características propias de una modalidad educativa a distancia apoyada en las TIC para favorecer el aprendizaje (Bernete, 2010, p. 102) de los aspirantes de la EBUAQ. El examen presencial se aplicó a los alumnos del grupo experimental y a los del grupo de control; ambos tuvieron acceso a los mismos materiales de estudio: el primero mediante la plataforma que alojó el curso propedéutico y el segundo por medio de mensajería instantánea.

Figura 4. Porcentaje de aciertos en el examen de matemáticas.



De manera general, se identificó una diferencia significativa entre los resultados obtenidos por los estudiantes que tomaron el curso propedéutico en comparación con los que no lo tomaron (ver Figura 4).

Por un lado, este resultado se puede vincular con la implementación de estrategias didácticas a través del uso de las TIC, lo cual favorece el estudio de las matemáticas en los estudiantes como las que propusieron García-Valcárcel (2013, p.7):

- Estrategias de enseñanza vinculadas con herramientas tecnológicas;
- tipos de recursos tecnológicos empleados;
- utilización de recursos tecnológicos.

Y por el otro, con el monitoreo de los estudiantes del curso propedéutico, que consistió en definir fechas de acceso y cierre de los materiales. Como ya se mencionó antes, para los diversos temas del curso propedéutico, se diseñó un material de estudio por unidad que no favoreciera prácticas de memorización en los alumnos. Además, se consideraron las características particulares de cada tema, así como las deficiencias identificadas de los alumnos en el estudio de las matemáticas para generar recursos significativos de estudio.

En 2020, el porcentaje de respuestas correctas en la prueba EXCOBA obtenido por los cincuenta alumnos que tomaron el curso propedéutico fue de 57.88 %, lo que constituye una mejora significativa a la media de 42.26 % de aciertos en esa prueba estandarizada en 2018 y de 47.39 % en 2019. En otras palabras, se observó un incremento a los dos últimos años de 15.62 y 10.49 puntos porcentuales respectivamente.

Un análisis comparativo entre los resultados en el examen de matemáticas presencial del grupo experimental (58 %) y el grupo de control (50 %) mostró una diferencia favorable de 8 % en la media de los aciertos. En el examen virtual de matemáticas del curso propedéutico, el mayor porcentaje de respuestas correctas obtenido por los aspirantes a la EBUAQ se vincula con reactivos sobre magnitudes, proporciones, probabilidad y estadística (68.28 %); el menor, con los de estadística (47.14 %). Es preciso mencionar que la diferencia entre estos temas yace en que el primero tiene que ver con nociones básicas de estadística y el segundo profundiza en el estudio de esta área, involucrando procesos más elaborados, como es el cálculo de las medidas de dispersión.

Al analizar las respuestas a los reactivos del examen virtual de matemáticas, se observó de manera general que aquellos que requieren procesos de análisis y toma de decisiones son los de mayor complejidad para los estudiantes, en comparación con otros cuyo proceso de solución consiste en recrear métodos definidos. Además, se pudo apreciar que una cantidad considerable de estudiantes no comprenden cada una de las problemáticas propuestas, y en consecuencia no logran resolverla de manera correcta; por ejemplo, tuvieron mayores dificultades para interpretar datos incluidos en una gráfica, en comparación con los datos como parte de una situación problema (Abello, 2013, p. 63).

Si el estudiante tiene un conocimiento sólido de los temas de estudio que anteceden y lo involucra con los nuevos, tendrá mayores posibilidades de éxito y cada vez cometerá menos errores. Esto se evidencia en los resultados obtenidos por los aspirantes en el examen virtual de matemáticas.

En el tema de números, operaciones y figuras, se observó que los alumnos tuvieron dificultades al convertir 5 años y 6 meses a un número decimal, y también al multiplicar una fracción por un número natural o entero positivo. Asimismo, los aspirantes interpretaron incorrectamente la información descrita en los reactivos 3, 4, 5, 6, 22 y 32. Algunos de ellos no lograron identificar la fórmula que les permitía resolver adecuadamente el problema, tal como sucedió en los ítems 7 y 27, ya que usaron otra fórmula y otra razón trigonométrica respectivamente. En particular, en un problema donde se solicita calcular el volumen de una pirámide cuadrangular, usaron la fórmula para obtener el área de un cuadrado; es decir, de la base piramidal, lo cual se puede asociar a conflictos para discernir entre los distintos tipos de magnitudes.

En el tema de magnitudes, proporciones, probabilidad y estadística, los alumnos tuvieron dificultades para convertir longitudes, tanto entre múltiplos de la misma unidad, como entre los sistemas anglosajón e internacional. Además, los aspirantes se encontraron en aprietos al tratar de resolver problemas de reparto proporcional, al calcular el valor unitario en una situación de proporcionalidad directa, al resolver problemas de tipo valor faltante y al computar la variable dependiente o independiente en una relación de correspondencia asociada con una situación de proporcionalidad directa. Del mismo modo, tu-

vieron algunas problemáticas con las fracciones equivalentes y al comparar fracciones con porcentajes. Por ejemplo, en la pregunta 14 se requería obtener un dato faltante de un conjunto a partir de los otros datos y del promedio; no obstante, los alumnos no comprendieron el problema y les resultó difícil plantear y resolver una ecuación de primer grado.

Con respecto al tema álgebra, se observó que las preguntas con el menor número de respuestas correctas fueron la 15 y 20, con 23 y 21 aciertos respectivamente, lo que pone de manifiesto las dificultades que los aspirantes a la EBUAQ tuvieron al comparar números fraccionarios de diferente denominador y resolver ecuaciones cuadráticas incompletas por medio de la factorización. También se identificaron conflictos para comparar y convertir números fraccionarios y cantidades decimales, así como al obtener fracciones equivalentes y ordenar cantidades decimales o fraccionarias.

Como ejemplo particular, en la pregunta 17 se requería determinar una progresión aritmética a partir de los primeros términos. Los alumnos obtuvieron como solución un número negativo con mayor valor absoluto que el inicial, lo que evidencia cuán difícil es para ellos sumar números con signo. Además, se observó que los aspirantes cometieron algunos errores al aplicar las leyes de los exponentes, ya que en la pregunta 18, al sumar polinomios el resultado de los estudiantes mostró que agruparon correctamente los términos semejantes, pero sumaron los exponentes de estos. Si bien los alumnos comprenden la relación de correspondencia en una función lineal considerando un par ordenado, solo comprobaron el valor de la variable dependiente en función de la variable independiente con una sola pareja ordenada, lo que limitó su proceso de comprobación.

Adicionalmente, se detectaron diversas complicaciones para resolver ecuaciones cuadráticas con una sola incógnita, ya que los alumnos cometieron errores en la factorización, el despeje y la reducción de términos semejantes. También erraron al resolver sistemas dobles de ecuaciones, ya que estructuraron el método de solución de manera correcta pero tuvieron desaciertos aritméticos y algebraicos. Es preciso mencionar que el subtema sobre sistemas de ecuaciones con dos incógnitas fue el segundo peor evaluado, aun cuando en el curso propedéutico trabajaron con material de estudio específico para ese contenido. Adicionalmente a dicho material, se sugirieron otros recursos para favorecer la com-

presión de los alumnos alojados en diferentes sitios web como:

- FES Acatlán (<https://gauss.acatlan.unam.mx/>)
- EducaLAB (<http://educalab.es/recursos>)
- Torrealmirante (<http://matematicas.torrealmirante.net/>)
- Universidad Tecnológica Nacional (<https://frrq.cvg.utn.edu.ar/>)
- Khan Academy (<https://es.khanacademy.org/>)

Al evaluar el conocimiento de los alumnos sobre Geometría, se observó que en la pregunta 23 obtuvieron el menor número de aciertos; la solución de ese reactivo implica plantear una ecuación de primer grado y resolverla. Este resultado es coherente con el bajo porcentaje de respuestas correctas en álgebra.

En el reactivo 22, los aspirantes fallaron para interpretar la información del problema propuesto, así que plantearon un proceso de solución equivocado que los condujo a un resultado erróneo. Asimismo, presentaron deficiencias para identificar los ángulos formados entre rectas paralelas cortados por una secante, ya que en el reactivo 23, al parecer, consideraron que los ángulos adyacentes eran congruentes.

El reactivo 25 requería comparar el volumen de dos prismas, lo que evidenció obstáculos para calcular esa magnitud y dividir números con varios ceros. En el problema 26 los estudiantes confundieron el seno con el coseno, de manera que tanto su proceso de solución como su resultado fueron incorrectos.

Con respecto al tema de estadística, se observó que los aspirantes de la EBUAQ obtuvieron el menor número de aciertos en el reactivo 33 (18 aciertos). En este se pedía calcular las medidas de dispersión (moda, media y mediana) a partir de la información contenida en un histograma de frecuencias.

Los estudiantes no contestaron adecuadamente a pesar de que se puso a su disposición un material de estudio sobre medidas de dispersión central, así como recursos complementarios, como los que se alojan en recursostic.educacion.es. En particular, para estudiar sobre la media aritmética, la mediana y la moda, se les pidió que revisaran la información al respecto, así como los ejercicios resueltos en ese sitio.

Por medio de las primeras preguntas sobre estadística, se evaluó el dominio conceptual de los aspirantes y sus respuestas evidenciaron que

algunos de ellos no saben distinguir entre estadística descriptiva e inferencial, o entre un dato y una variable. Asimismo, se observó que les falta claridad sobre lo que caracteriza a cada uno de los distintos gráficos que existen.

Respecto a los últimos temas de estadística, casi el 50 % del grupo experimental tuvo dificultades para obtener la mediana y determinar la moda a partir de los datos que se representan en un histograma, o bien, confundieron ambas medidas de dispersión.

CONCLUSIONES

Todo curso virtual para el aprendizaje de las matemáticas debe ser diseñado con base en las necesidades de sus usuarios, haciendo hincapié en sus dificultades con el objetivo de fortalecerlas. A continuación, a manera de conclusión se describen aquellas consideraciones que se identificaron en la actual propuesta para el diseño del curso virtual de matemáticas.

El curso virtual propedéutico se basa en las características de los usuarios con la finalidad de favorecer un entorno de aprendizaje por medio de una estrategia que incluye recursos de aprendizaje, materiales complementarios, monitoreo de los usuarios y un examen virtual. La integración de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como parte fundamental de una estrategia de estudio guiada mediante fundamentos pedagógicos propició un entorno de aprendizaje (Bernet, 2010). Además, permitió romper las fronteras de espacio y tiempo durante el proceso de estudio de los aspirantes.

Toda modalidad educativa a distancia exige definir y respetar periodos de estudio, lo cual representa una limitante para los estudiantes que carecen de hábitos para gestionar su aprendizaje. Los alumnos del curso virtual recibieron instrucciones para sus tiempos de estudio con las herramientas de la plataforma digital. En contraste, los aspirantes del grupo de control auto-gestionaron su proceso de aprendizaje: algunos definieron sus horarios de estudio, pero muchos otros no llevaron control alguno de sus periodos de aprendizaje. En los resultados obtenidos en el examen presencial de matemáticas, los alumnos del grupo experimental obtuvieron un porcentaje de aciertos mayor que los del grupo de control, 58.10 % y 50.70 % respectivamente, lo que evidencia el impacto positivo de orientar al estudiante en sus periodos de estudio.

En el curso propedéutico virtual se consideraron todos los temas y subtemas que se evalúan en la prueba estandarizada EXCOBA para ingresar al nivel medio superior.

Se diseñó un examen virtual con los contenidos que se evalúan en el EXCOBA, un diseño similar y preguntas que orientaran al estudiante hacia la reflexión y el análisis.

Una segunda versión del curso propedéutico implicaría atender las áreas de mejora que se describen enseguida:

Como en el curso propedéutico se estudiaron contenidos que los aspirantes aún no estudiaban en la secundaria, la falta de conocimiento fue evidente en los resultados del examen de matemáticas, específicamente de las medidas de dispersión y los casos cuyo proceso de solución implica la selección de la media o mediana. Así que se recomienda considerar los temas estudiados por los aspirantes durante la secundaria al definir los contenidos del curso propedéutico.

Considerando el diseño del EXCOBA, los contenidos de estadística evaluados en el curso se dividieron en dos unidades de estudio, dejando de lado la opción de agruparlos en una sola unidad.

El curso propedéutico de la EBUAQ no ofrecía el apoyo de un instructor, elemento indispensable para dar un seguimiento puntual a los aspirantes y apoyarlos en las cuestiones académicas.

No se diseñó una estrategia para monitorear el uso de los materiales complementarios, motivo por el cual es posible que pocos alumnos trabajaran con ellos.

No obstante, se debe entender que, sin importar la estrategia didáctica que se implemente con el apoyo de las TIC, ni los materiales de estudio y recursos complementarios para propiciar el aprendizaje de los estudiantes, el compromiso y responsabilidad de cada uno de ellos para gestionar su proceso de aprendizaje es elemental, lo que se asocia con el uso de la tecnología en educación. Para que este tipo de propuestas sean exitosas no solo se requiere de un buen diseño y experimentación, sino también de la autogestión del aprendizaje por parte de los alumnos.

REFERENCIAS

Abello, A. & Montañó, J. (2013). Leer y comprender para aprender Matemática. *VARONA*, (57), 60-68. <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360634164012.pdf>

- Belloch, C. (2013). *Diseño instruccional*. Valencia, España: Unidad Tecnológica Educativa.
- Belloch, C. (2010). Usos de las TIC, relaciones sociales y cambios en la socialización de los jóvenes. *Revista de Estudios de Juventud*, (88), 97-114. <http://www.injuve.es/sites/default/files/RJ88-08.pdf>
- Cabero, J. & Barroso, J. (2015). *Nuevos retos en tecnología educativa*. Madrid, España: Síntesis.
- Cabero, J., Castaño, C. & Romero, R. (2007). Las TIC en los procesos de formación: Nuevos medios, nuevos escenarios para la formación. Universitat Oberta de Catalunya (edit). *Diseño y producción de TIC para la formación nuevas tecnologías de la información y la comunicación* (pp. 234-252). España, Catalunya: Editorial uoc.
- Cuevas, C. (2014). Es grave en México el problema de reprobación en matemáticas, advierte investigador. *Vanguardia*. <https://vanguardia.com.mx/esgraveenmexicoelproblemadereprobacionenmatematicasadvierteinvestigador-2155718.html>
- Dick, W., & Carey, L. (2004). *The Systematic Design of Instruction*, (3ra ed.). Editorial Allyn & Bacon
- García-Valcárcel, A. & Hernández, A. (2013). *Los recursos tecnológicos como instrumentos al servicio de la innovación educativa. Buenas prácticas en el uso de la tecnología para la mejora de la enseñanza*. (3da ed.). Editorial SINTESIS.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista L. (2010). Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias. *Metodología de la investigación* (5ta. Ed.). México: McGraw Hill.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2008). *Estándares de competencia en TIC para docentes*. www.oei.es/tic/UNESCOEstandaresDocentes.pdf
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2018). *Programa para la evaluación internacional de alumnos (PISA)*. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Planea. Resultados Nacionales 2017. Educación Media Superior: Lenguaje y comunicación Matemáticas*. <http://planea.sep.gob.mx/content/general/docs/2017/ResultadosNacionalesPlaneaMS2017.PDF>
- Secretaría de Educación Pública. (2018). *Planea. Resultados Nacionales 2018. Educación Media Superior: Lenguaje y comunicación Matemáticas*. <https://historico.mejoredu.gob.mx/evaluaciones/planea/resultados-planea/>
- Vázquez, M. (2013). Matemáticas, la más reprobada en prepa. *El Universal*. <http://www.eluniversalqueretaro.mx/metropoli/18-06-2013/matematicas-la-mas-reprobada-en-prepa>
- Vicario, M. (2009). Construcciónismo. Referente sociotecnopedagógico para la era digital. *Innovación Educativa*, 9 (47), 45-50. <https://www.redalyc.org/pdf/1794/179414895005.pdf>
- Vicario, M. (2010). *Informática Educativa: Elementos de una Teoría para la Civilización del Conocimiento* [Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México]