

Análisis del Conocimiento Matemático Previo de los Alumnos de Nuevo Ingreso en una Institución de Nivel Superior

¹Magallanes Ulloa, ²Alba Yolanda Ortega Cárdenas,

³Josué de Ávila González, ⁴Raúl Quiroz Martínez

¹Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Zacatecas.

²Secretaría de Planeación, Universidad de La Ciénega del Estado de Michoacán de Ocampo

³Unidad Académica de Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma de Zacatecas

⁴Departamento de Fundamentos del Conocimiento

del Centro Universitario del Norte de la Universidad de Guadalajara.

emagallanes@upz.edu.mx.

Recibido: 28 de septiembre de 2020

Aceptado: 24 de noviembre de 2020

RESUMEN

En la enseñanza de las matemáticas tal concepto juega un papel esencial en la construcción del nuevo conocimiento. En el nivel superior el conocimiento matemático previo es indispensable para el desarrollo conceptual de objetos matemáticos mucho más complejos. Este trabajo tiene un doble propósito: Apunta a la evaluación del Conocimiento Matemático Previo de los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de Ingeniería Industrial. Además de que propone una reflexión sobre la importancia de los instrumentos usados para su medición. Para ello, se realizó una encuesta a estudiantes de nuevo ingreso para conocer el estado del conocimiento matemático previo. Se encontró que los alumnos tienen dificultades con temas de aritmética básica. Lo anterior trae consigo serias dificultades a los alumnos para transitar, sobre todo, en los primeros niveles de la carrera llegando incluso a la reprobación y deserción.

Palabras clave: Enseñanza de las Matemáticas, Educación Superior, Evaluación.

ABSTRACT

The teaching mathematics has an essential role in the construction of new knowledge. In Higher Education “Mathematical Prior Knowledge” is necessary for the conceptual development of much more complex mathematical objects. This work has double purpose: aims to the assessment of mathematical Prior Knowledge of the First-Year students in the Industrial Engineering career. Also raises a reflection on the importance of the instruments for its assessment. This work has a dual purpose: It aims at the evaluation of the Previous Mathematical Knowledge of the new students entering the Industrial Engineering career. In addition to proposing a reflection on the importance of the instruments used for their measurement. To do this, a survey of new students was conducted to find out the state of previous mathematical knowledge. Students were found to have difficulties with basic arithmetic topics. The aforementioned brings with it serious difficulties for the students to pass, especially, in the first levels of the degree course, even reaching failure and desertion.

Palabras clave:, Teaching mathematics, Higher Education, Assessment.

1. INTRODUCCIÓN

Las instituciones de Nivel Superior se esfuerzan cada día por captar y sobre todo retener alumnos en sus programas. Los niveles de deserción en dichas instituciones en algunos casos llegan a ser alarmantes. Dentro de las problemáticas que orillan a la deserción se encuentran la reprobación y a su vez, una de las áreas críticas son las materias relacionadas con las matemáticas.

La Universidad Politécnica de Zacatecas (UPZ) no está exenta de la situación antes descrita, tiene una tasa de reprobación del 40% y 50% en las materias de Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial e Integral respectivamente (cifra en el 2016) que son además dos materias del primer ciclo de la carrera de Ingeniería Industrial dichos resultados, en algunos casos, orillan a los alumnos a abandonar la escuela. Los esfuerzos de la institución por evitar la deserción han apuntado a fortalecer a los alumnos en los aspectos económicos y sociales. Por su parte, los docentes buscan fortalecer el ámbito académico. En este último aspecto se cimienta el presente trabajo, buscando la posible relación entre el conocimiento previo matemático de los alumnos de nuevo ingreso y su logro escolar en el primer año de universidad.

El conocimiento previo es una instancia insoslayable en casi cualquier campo del saber, de la misma forma es un concepto presente en muchas corrientes pedagógicas, pues siempre será el cimiento del conocimiento nuevo que se pretende enseñar (Hoz et al., 2001). Además, hay estudios que revelan que el conocimiento previo supera el efecto que pudiera tener la inteligencia (Weinert, 1989) o las habilidades generales de pensamiento (Birenbaum & Dochy, 1996). Lodewijks (1981, citado en Dochy, 1992) afirma que es necesario conocer el conocimiento previo para que la enseñanza sea verdaderamente efectiva:

“The degree (content and degree of organization) of prior knowledge of a student must be familiar or measurable for the achievement of optimal learning; a learning situation is optimal to the degree to which it is in accord with the level of prior knowledge” (Lodewijks, 1981, citado en Dochy, 1992, p. 23).

Por lo anterior, sostenemos que el conocimiento previo deber ser medido y monitoreado constantemente. Sin embargo, a pesar de que el conocimiento previo es un concepto clave en muchos de los marcos teóricos de la matemática educativa, e incluso fuera de ella, no ha quedado del todo claro su definición (Dochy et al., 2002; Dochy & Alexander, 1995; Hailikari, 2009). El conocimiento previo tiene muchas acepciones, comenzando por “todo lo que el alumno ya sabe”. Sin embargo, se advierte de inicio que aun si un alumno tiene una vasta cantidad de conocimiento que ha acumulado a lo largo de su formación académica, ello no implica necesariamente su pertinencia o su utilidad en los cursos de matemática universitaria que está por iniciar.

El concepto de conocimiento previo es escurridizo, pues no hay un consenso general o una definición abarcadora (Dochy & Alexander, 1995), en todo este cúmulo de conceptos no hay uno que precise y acote el conocimiento previo de manera diferente a los demás. Pero de dicha colección de definiciones es posible rescatar dos que particularmente acotan el concepto para hacerlo más asequible. La primera es de Biemans & Simons (1996) que mencionan: *Prior knowledge can be described as all knowledge learners have when entering a learning environment that is potentially relevant for acquiring new knowledge* (p. 158). Los autores plantean un cerco al conocimiento previo, pero una vez más se presenta un concepto abierto, qué es lo “potencialmente relevante”. Es Bloom (1976) quien, adelantado a su tiempo, expone: *those prerequisite types of knowledge, skills, and competencies which are essential to the learning of a particular new task or set of tasks* (p. 122). Lo anterior, ciñe aún más el concepto y ofrece una referencia clara: la actividad que se pretende enseñar. En este sentido pues, las pruebas de admisión generalmente evalúan las capacidades y habilidades del alumno, así como su rendimiento potencial, no su conocimiento previo. Por lo anterior, el tipo de prueba que se aplicó se eligió en términos de la naturaleza de conocimiento previo que se buscaba. Particularmente, Hailikari (2009) plantea tres tipos de prueba

para recuperar el conocimiento previo: “Optimal-requisite prior knowledge state tests”; “Subject-oriented prior knowledge state tests” y “Domain-specific prior knowledge state tests”.

La clasificación anterior plantea tres posibilidades, un conocimiento previo sobre un tópico específico, un conocimiento previo que tal vez es tangencial pero necesario para abordar los temas con un matiz en específico y finalmente, el conocimiento previo óptimo de requisito, esto es, el conocimiento previo mínimo e indispensable que le demanda a un alumno un curso específico. Antes bien es preciso repensar sobre la pertinencia y la trayectoria que recorren los alumnos durante su formación en el Nivel Medio Superior, en términos de contenido que no siempre es la adecuada (Rojano Ceballos & Solares Rojas, 2017).

Todo lo anterior lleva a preguntarse ¿Cuál es el estado del conocimiento matemático previo de los alumnos de nuevo ingreso a la universidad? De lo anterior, deriva el objetivo de la investigación que es encontrar la relación entre el conocimiento matemático previo de los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de ingeniería industrial y el logro escolar. Entendiendo por logro escolar las calificaciones obtenidas en los primeros cursos de matemáticas en su formación, Álgebra Lineal y Cálculo Diferencial e Integral

2. METODOLOGÍA

2.1 ENTORNO, POBLACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS SUJETOS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo se realiza en la Universidad Politécnica de Zacatecas. Esta institución cuenta con una oferta académica de seis carreras. El alumnado que ingresa tiene una formación heterogénea pues la universidad tiene alrededor de 50 escuelas proveedoras. De las carreras antes mencionadas se seleccionó la oferta de Ingeniería Industrial por dos motivos fundamentales: es la carrera que cuenta con la mayor matrícula (alrededor del 60% del total de la matrícula de la universidad) y, por otro lado, dentro de la oferta académica es una de las carreras que tiene más asignaturas relacionadas con las matemáticas en su currículo. Como sujetos de investigación se consideró a los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de Ingeniería Industrial de la UPZ, generaciones 2017-2020 y 2018-2021. Como criterios de inclusión se consideró: a) alumnos con el proceso de inscripción completo y b) que hayan concluido el curso propedéutico.

2.2 DISEÑO

Para esta investigación se consideró un diseño no experimental, en tanto que no hubo selección dentro de los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de Ingeniería Industrial. Es longitudinal, pues hay interés en la posible variación de una generación a otra. Además, se trata de una investigación descriptiva y correlacional.

En términos de instrumentos en ambos casos se les aplicó un cuestionario dividido en cinco partes (Magallanes Ulloa, 2017):

- Identificación
- Aritmética (Operaciones básicas con enteros y fracciones, $\left(\frac{2}{3} - \frac{1}{6}\right) \cdot \left(\frac{3}{5} - 1\right) + 2$)
- Álgebra (Cambios de registro entre lenguaje natural y lenguaje algebraico y operaciones básicas de Álgebra, “Un medio de x más seis cuartos”)
- Problemas contextualizados (Problemas de aplicación)
- Hoja de respuestas

Dado lo anterior se considera que el conocimiento previo tiene múltiples formas de concebirlo. Sin embargo, en este trabajo se identifica más con la ideas de Bloom (1976) y Hailikari, Katajavuori, & Lindblom-Ylänne (2008) donde el conocimiento previo es todo el conocimiento que es mínimo indispensable para afrontar un nuevo proceso educativo. Por esa razón se eligieron los ítems relacionados con Aritmética y álgebra básicas, pues el interés radica, a diferencia de otras pruebas, en el conocimiento mínimo indispensable.

Con respecto de la primera parte se trata de una serie de datos que por un lado permiten identificar al alumno (con propósitos del procesamiento de sus datos) y permitan conocer más sobre la población que se estudia. En este sentido, se pudo observar que los alumnos que ingresan a la carrera de Ingeniería Industrial componen un cuerpo sumamente heterogéneo de alumnos, ya que proceden 34 instituciones diferentes de Nivel Medio Superior (escuelas proveedoras. Lo anterior comienza a arrojar un poco de luz en términos del perfil socio-educativo del alumnado que ha sido abordado por varios autores (Abril et al., 2008; Greefrath et al., 2016; Ramírez et al., 2003), de las ideas anteriores habrá que recuperar las de Greefrath *et al.* (2016) y las de Cu Balán (2008) quienes expresan en términos sencillos que el tiempo de exposición de los alumnos a los temas de matemáticas durante su formación previa a la universidad puede determinar su éxito en la misma. Otro aspecto que se aborda es el del autoconcepto y autoeficacia, considerando éstos como un síntoma inicial, pues la motivación del estudiante está íntimamente relacionada con su conocimiento previo.

En los siguientes apartados del cuestionario se distribuyen reactivos concernientes al área de Aritmética, donde se pide a los alumnos resuelvan operaciones básicas con enteros y racionales; en el área de Álgebra se pide a los alumnos convertir expresiones de lenguaje común a lenguaje algebraico; finalmente, hay una sección con problemas de Álgebra básica, pero en problemas contextualizados. La última sección de la prueba consiste en un espacio para concentrar las respuestas.

2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se recogieron los datos del instrumento y se asignó una calificación de acuerdo a los aciertos registrados por ítem. Se hizo un análisis comparativo de los ítems por generación. Además, como se indicó con antelación, se trata de un estudio correlacional, para ello se concentraron las calificaciones obtenidas en las secciones de Aritmética (Operaciones básicas), Álgebra (Cambios de registro entre lenguaje natural y lenguaje algebraico y operaciones básicas de Álgebra) y Problemas contextualizados y se buscaron correlaciones con otras variables, tales como: Calificación EXANI II, Promedio anterior (calificación de egreso del bachillerato), Calificación Álgebra lineal (Calificación obtenida en dicha materia al final del periodo tetramestral) y Calificación Cálculo Calificación obtenida en dicha materia al final del periodo tetramestral). Los datos fueron procesados con la ayuda del software IBM SPSS.

3. RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados primeramente de la aplicación del instrumento (n=171 y n=156; generaciones 2016 y 2017, respectivamente).

En la figura 1. Se observa que las diferencias en las respuestas varían muy poco de generación a generación. Como se mencionó en la metodología, las preguntas llevan como propósito reconocer el conocimiento previo a través del autoconcepto y autoeficacia, conceptos que, están relacionados con su rendimiento escolar (Hailikari, Nevgi, et al., 2008; Leroy & Bressoux, 2016; Orozco & Díaz, 2009)

A partir de las respuestas es claro que, a pesar de que los alumnos consideran que las matemáticas serán una asignatura importante para un ingeniero industrial, no se consideran a sí mismos bien preparados por sus respectivas instituciones proveedoras, ni consideran tampoco tener talento como matemáticos y al final, no tienen gusto por la disciplina, al menos no, en la misma medida que juzgan su importancia.

La disonancia anterior es relevante si se considera que en casi cualquier programa de ingeniería las matemáticas ocupan un rol protagónico, de modo que los alumnos ingresan ya, con la idea de que será un obstáculo para vencer y peor aún, que será un obstáculo para el cual no se sienten preparados y que será complejo de afrontar.

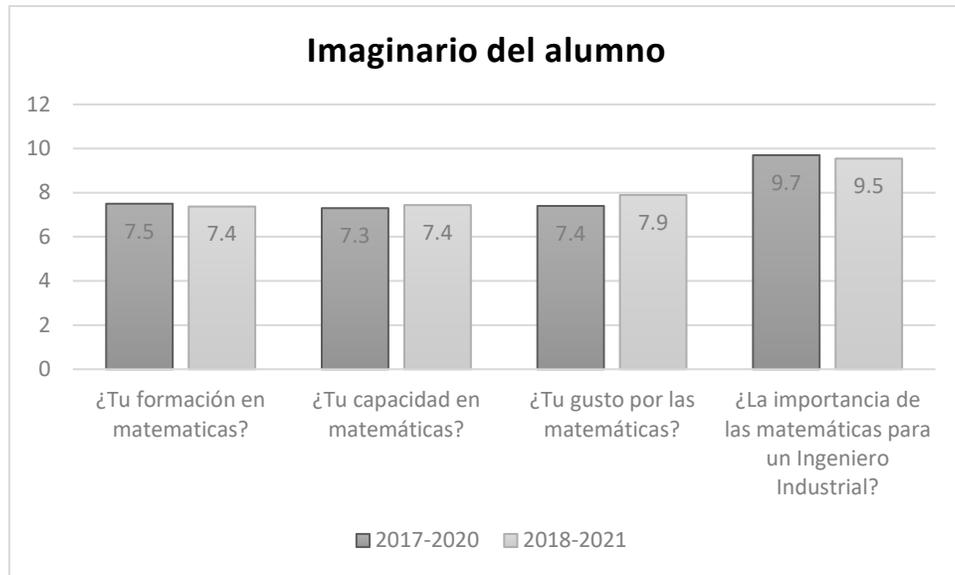


Figura 1. Promedio de las respuestas de la sección autoconcepto y autoeficacia

Los resultados en las secciones de la prueba no difieren entre las diferentes generaciones. En el caso de la primera sección que consiste en las preguntas de Aritmética (Ítems identificados con la letra A) es notable que ambas generaciones tengan resultados dispares si se toman en cuenta los primeros tres aciertos, con respecto de los dos restantes.

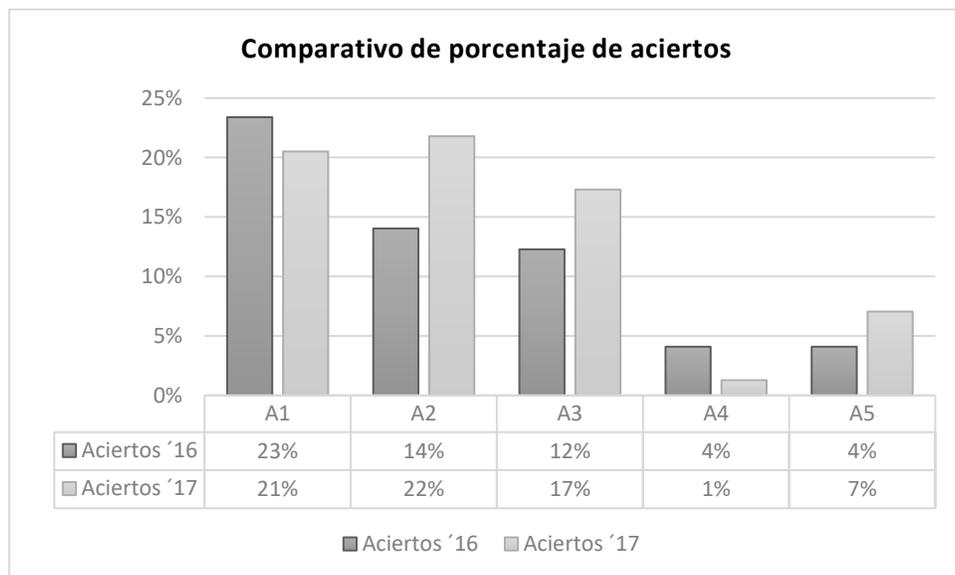


Figura 2 Comparativo de los porcentajes de aciertos por generación, sección de Aritmética

Ciertamente ambos porcentajes son bajos, pero A4 y A5 son notablemente menores, éstos corresponden a dos reactivos que incluyen fracciones.

En el caso de la sección de lenguaje algebraico (Ítems identificados con la letra LA los comportamientos son similares, llama la atención el comportamiento de los reactivos LA8, LA9, LA10 y LA11 que, aunque la generación

2017 tiene mejores resultados y es más homogénea, se nota una caída en los resultados, similar a la sección anterior y justamente son los reactivos que conciernen al uso de fracciones:

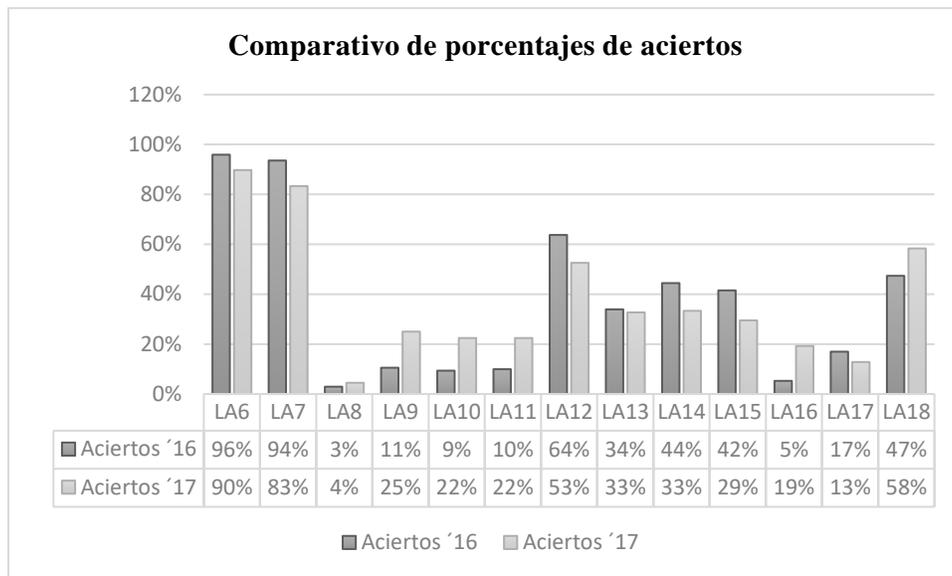


Figura 3 Comparativo de los porcentajes de aciertos por generación, sección de Lenguaje Algebraico

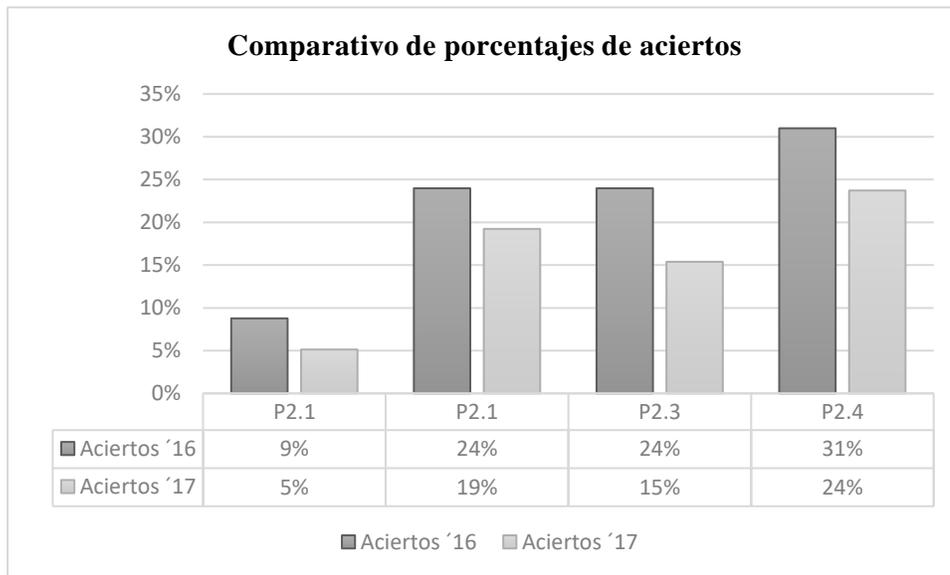


Figura 4 Comparativo de los porcentajes de aciertos por generación, sección de Problemas contextualizados

En la sección de problemas contextualizados (Ítems identificados con la letra *P*) se observa la misma tónica, no existe una diferencia sustancial entre las generaciones y en cambio los porcentajes más bajos se corresponden con los problemas que involucran el uso de fracciones.

A continuación, se muestran los resultados de las correlaciones entre las variables estudiadas en cada generación, aunque cabe resaltar que se descartaron algunos datos debido a que, al ser alumnos de nuevo ingreso algunos de ellos no concluyeron su proceso de inscripción, razón por la cual, no presentaron calificaciones en Álgebra Lineal o en Cálculo Diferencial e Integral, en otro caso se inscribieron, pero por varias razones, no presentaron el EXANI-II. También ocurrió el caso contrario, el de algunos alumnos que simplemente no se presentaron el día que se aplicó la encuesta.

Tabla 1
Tabla de correlaciones generación 2016 (n=115)

	Aciertos de la prueba	de Calificación EXANI II	Promedio anterior	Calificación Álgebra Lineal	Calificación Cálculo
Aciertos de la prueba	1	.045	-.009	.209*	.197*
Calificación EXANI II		1	.164	.054	.067
Promedio anterior			1	.048	.053
Calificación Álgebra lineal				1	.538**
Calificación Cálculo					1

*. **La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).**

****. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).**

En cuanto la correlaciones para la generación 2017 se observó lo siguiente: las correlaciones más fuertes se presentan entre los Aciertos de la Prueba y las calificaciones de Álgebra Lineal y Cálculo, es notable también la correlación entre las calificaciones de las materias. En cambio, las correlaciones con la prueba EXANI-II son más bajas. En particular la correlación más baja, es la de los aciertos de la prueba y el promedio de la escuela anterior, presentando un valor muy pequeño e incluso negativo.

Para la generación 2017 aunque los valores son diferentes, las correlaciones se mantienen. Las correlaciones más fuertes son las de los aciertos de la prueba con las calificaciones de los alumnos y por otra parte las correlaciones más débiles son las del promedio de la escuela anterior y la de la prueba EXANI-II. Cabe destacar que, en el caso del léxico, tiene una correlación importante con la calificación de Álgebra, pero no así con los aciertos de la prueba.

Tabla 2
Tabla de correlaciones generación 2017 (n=103)

	Aciertos de la prueba	Calificación EXANI II	Promedio anterior	Calificación Álgebra Lineal	Calificación Cálculo	Léxico
Aciertos de la prueba	1	.113	.169	.419**	.476**	.279**
Calificación EXANI II		1	.027	-.099	.020	.015
Promedio anterior			1	-.040	.065	.091
Calificación Álgebra lineal				1	.568**	.285**
Calificación Cálculo					1	.171
Léxico						1

*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

4. DISCUSIÓN

Ciertamente, la procedencia y los ambientes personales de los alumnos son sumamente heterogéneos, de la misma manera que su formación lo es. Sin embargo, se pueden encontrar en los resultados algunas constantes. Una de estas constates es la relación entre el promedio de la escuela de procedencia y las calificaciones obtenidas, aunque positiva, no es relevante. El promedio escolar, como se ha manifestado en varias investigaciones (Gómez, Rosales, Marín, García, & Guzmán, 2012; Ramírez *et al.*, 2003), es la medida más común considerada en los ingresos al siguiente nivel, otorgamiento de becas y otros trámites administrativos, empero, carece de valor predictivo (es decir, que no refleja su futuro desempeño como alumno). Una calificación, y desde luego el promedio obtenido con la misma, conlleva otros componentes tales como la disciplina, el trabajo en equipo, la dedicación, etc., dando como resultado que la calificación no sea una medida estrictamente de conocimiento.

En el caso de la prueba EXANI-II tampoco se observa una relación importante con el logro escolar, concluyendo que no es predictiva. De lo anterior es necesario hacer algunas precisiones, como el hecho de que el tipo de la prueba EXANI-II aplicada a los alumnos de nuevo ingreso, no es una prueba de diagnóstico sino de conocimiento; por otra parte, se cuestiona la idoneidad de la prueba por lo revisado con antelación, ya que no es una prueba de Conocimientos Óptimos de Requisito (COR). Esto es, ese tipo de pruebas, identifican qué tanto saben los alumnos, con respecto del currículo observado en niveles precedentes, movilizandando diversas habilidades para la resolución de problemas, sin embargo, no queda claro cuáles fueron dichas habilidades movilizadas o puestas en juego. En oposición a ello, las pruebas de tipo COR identifican, con base en las necesidades del mismo currículo cuáles son los conocimientos previos necesarios y con el instrumento, comprobar que el alumno los tenga.

También se advierte que existe una fuerte correlación entre la prueba aplicada a los alumnos y sus calificaciones en los primeros cursos de matemáticas. En contraste con los mencionado sobre la prueba EXANI-II, la prueba aplicada fue una prueba de Conocimientos Óptimos de Requisito, esto es, conocimientos mínimos indispensables para

afrontar la matemática universitaria, concluyendo que el conocimiento previo es predictivo en relación con el logro escolar, consistente con otras investigaciones realizadas (Derr et al., 2018; Hailikari, 2009; Hailikari, Nevgi, et al., 2008; Sheridan, 2013; Tan Geok Shim et al., 2017). Sin embargo, los resultados no son alentadores y en ello se puede explicar la reprobación y la deserción que afecta a la escuela.

De lo anterior es notable el hecho de que los aciertos con mayor porcentaje de error hayan sido aquellos que involucran las fracciones. Resulta incontrovertible la importancia de las fracciones para el desarrollo del Álgebra en los alumnos, empero, hay poca evidencia empírica de ello (Bailey et al., 2012; Booth et al., 2014; Booth & Newton, 2012; Chahine, 2013; Coetzee & Mammen, 2017);. En este trabajo se aprecia la importancia de las fracciones y las repercusiones que éstas tienen en el logro escolar del alumnado.

5. CONCLUSIONES

Derivado del análisis comparativo en la prueba se encontró que un punto de atención especial, son los ítems relacionados con las operaciones de fracciones. Los alumnos de ambas generaciones mostraron puntajes más bajos en los reactivos de la prueba que demandaban operaciones con fracciones. Por lo cual se puede señalar este conocimiento matemático previo específico como un área de oportunidad en la formación de los alumnos de nuevo ingreso.

Este ejercicio muestra la relación que hay entre el logro escolar de los alumnos de nuevo ingreso en la carrera de Ingeniería Industrial en las asignaturas de matemáticas y su conocimiento matemático previo. Considerando que la relación que se encontró es fuerte, esto debe ser también un foco de atención en términos de reprobación y deserción que en su mayoría se atiende desde la perspectiva socioeconómica o emocional. Es de resaltar que, a su vez, las calificaciones obtenidas en ambas materias (Álgebra Lineal y Cálculo) tienen también una correlación importante de modo que, se puede concluir que el conocimiento matemático previo analizado, relacionado a aritmética y álgebra básica tiene un efecto sin importar el contenido específico de la materia.

Este conocimiento matemático previo mostró tener correlación más fuerte que otras variables como la Calificación EXANI II y el Promedio anterior, en consecuencia, no se pueden señalar estas variables como un valor predictivo del logro escolar, al menos en las asignaturas relacionadas con el campo de las Matemáticas. Solo queda señalar que la modalidad de EXANI II utilizada en la UPZ es de diagnóstico

Como limitantes a este estudio se pueden señalar que la entrada en vigor de nuevas normas sobre la protección de datos personales hace más complicado el seguimiento de este tipo a los alumnos. Derivado de lo anterior es necesario recalcar la importancia que tiene el diagnóstico y el monitoreo del conocimiento previo, para así tomar acciones correctivas durante el desarrollo de los estudiantes. En términos de estudios futuros, se plantea el análisis del conocimiento matemático previo en otros perfiles de estudiantes para hacer posible la caracterización de este y con ello plantear acciones correctivas y mejorar los planes y programas. Otra prospectiva es el estudio de las fracciones, sus usos y sus dificultades en alumnos de Nivel Superior.

6. REFERENCIAS

- Abril, E., Roman, R., Cubillas, M. J., & Moreno, I. (2008). ¿Deserción o autoexclusión? Un análisis de las causas de abandono escolar en estudiantes de educación media superior en Sonora, México. citar este artículo, le recomendamos el siguiente formato. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/1607-4041>
- Bailey, D. H., Hoard, M. K., Nugent, L., & Geary, D. C. (2012). Competence with fractions predicts gains in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 113(3), 447–455. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2012.06.004>
- Biemans, H. J. A., & Simons, P. R. J. (1996). Contact-2: a computer-assisted instructional strategy for promoting conceptual change. *Instructional Science*, 24, 157–176. <https://doi.org/10.1007/BF00120487>

- Birenbaum, M., & Dochy, F. (1996). *Alternatives in Assessment of Achievements, Learning Processes and Prior Knowledge*. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-0657-3>
- Bloom, B. (1976). Human Characteristics and School Learning. *The Journal of Human Resources*, 14(1), 73–75.
- Booth, J. L., & Newton, K. J. (2012). Fractions: Could they really be the gatekeeper's doorman? *Contemporary Educational Psychology*, 37(4), 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.07.001>
- Booth, J. L., Newton, K. J., & Twiss-Garrity, L. K. (2014). The impact of fraction magnitude knowledge on algebra performance and learning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 118(1), 110–118. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2013.09.001>
- Chahine, I. C. (2013). The impact of using multiple modalities on students' acquisition of fractional knowledge: An international study in embodied mathematics across semiotic cultures. *Journal of Mathematical Behavior*, 32(3), 434–449. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2013.04.004>
- Coetzee, J., & Mammen, K. J. (2017). *Challenges Faced by Entry-level University Students in Word Problems Involving Fractions Terminology Challenges Faced by Entry-level University Students in Word*. 1122. <https://doi.org/10.1080/09751122.2016.11890556>
- Cu Balán, G. (2008). El impacto de la escuela de procedencia del Nivel Medio Superior en el desempeño de los alumnos en el Nivel Universitario. *Revista Electrónica Iberoamericana Sobre Calidad Eficacia y Cambio En Educación*, 6(2), 59–99. <https://doi.org/2152>
- Derr, K., Hübl, R., & Ahmed, M. Z. (2018). Prior knowledge in mathematics and study success in engineering: informational value of learner data collected from a web-based pre-course. *European Journal of Engineering Education*, 0(0), 1–16. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1462765>
- Dochy, F. (1992). *Assessment of Prior Knowledge as a Determinant for Future Learning: The Use of Prior Knowledge State Tests and Knowledge Profiles*. Lemma B.V.
- Dochy, F., & Alexander, P. A. (1995). Mapping prior knowledge: A framework for discussion among researchers. *European Journal of Psychology of Education*, 10(3), 225–242. <https://doi.org/10.1007/BF03172918>
- Dochy, F., De Rijdt, C., & Dyck, W. (2002). Cognitive prerequisites and learning How far have we progressed since Bloom? Implications for educational practice and teaching. *Active Learning in Higher Education*, 3(3), 265–284.
- Gómez, V., Rosales, S., Marin, G., Garcia, J., & Guzman, J. (2012). Correlación entre el examen de selección y el rendimiento académico al término de la carrera de Medicina. *Educacion Medica Superior*, 26(4), 502–513.
- Greefrath, G., Koepf, W., & Neugebauer, C. (2016). Is there a link between Preparatory Course Attendance and Academic Success? A Case Study of Degree Programmes in Electrical Engineering and Computer Science. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s40753-016-0047-9>
- Hailikari, T. (2009). *Assessing University Students' Prior Knowledge: Vol. Research R*. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/19841/assessin.pdf?sequence=1>
- Hailikari, T., Katajavuori, N., & Lindblom-Ylänne, S. (2008). The relevance of prior knowledge in learning and instructional design. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 72(5), 1–8. <https://doi.org/10.5688/aj7205113>
- Hailikari, T., Nevgi, A., & Komulainen, E. (2008). Academic self-beliefs and prior knowledge as predictors of student achievement in mathematics: a structural model. *Educational Psychology*, 28(1), 59–71. <https://doi.org/10.1080/01443410701413753>
- Hoz, R., Bowman, D., & Kozminsky, E. (2001). The differential effects of prior knowledge on learning: A study of two consecutive courses in earth sciences. *Instructional Science*, 29(3), 187–211. <https://doi.org/10.1023/A:1017528513130>

- Leroy, N., & Bressoux, P. (2016). Does amotivation matter more than motivation in predicting mathematics learning gains? A longitudinal study of sixth-grade students in France. *Contemporary Educational Psychology*, 44–45, 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.02.001>
- Magallanes Ulloa, E. (2017). *Estado del conocimiento previo de los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de Ingeniería Industrial en la Universidad Politécnica de Zacatecas*. Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Orozco, C., & Díaz, M. (2009). Atribuciones de la motivación al logro y sus implicaciones en la formación del pensamiento Lógico-Matemático en la universidad. *Interciencia*, 34(9), 630–636.
- Ramírez, N., Morales, M., & Ávila, N. (2003). Examen De Selección Y Probabilidad De Éxito Escolar En Estudios Superiores. Estudio En Una Universidad Pública Estatal Mexicana. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5(1), 99–116.
- Rojano Ceballos, M. T., & Solares Rojas, A. (Eds.). (2017). *Estudio comparativo de la propuesta curricular de matemáticas*. INEE-CINVESTAV.
- Sheridan, B. (2013). How Much Do Our Incoming First Year Students Know?: Diagnostic Testing in Mathematics at Third Level How much do our incoming first year students know? Diagnostic Testing in Mathematics at third level. *Irish Journal of Academic Practice Blathnaid Irish Journal of Academic Practice*, 2(1). <http://arrow.dit.ie/ijap>
- Tan Geok Shim, G., Shakawi, A. M. H. A., & Azizan, F. L. (2017). Relationship between Students' Diagnostic Assessment and Achievement in a Pre-University Mathematics Course. *Journal of Education and Learning*, 6(4), 364. <https://doi.org/10.5539/jel.v6n4p364>
- Weinert, F. (1989). The impact of schooling on cognitive development: One hypothetical assumption, some empirical results, and many theoretical implications. *EARLI NEWS*, 8, 3–7.