

## Estudio Exploratorio de Habilidades y Conocimientos en Álgebra y Aritmética en Estudiantes de Nuevo Ingreso de la UPSLP

BERLANGA-RAMÍREZ, Edgar Oswaldo\*†, GONZÁLEZ-SALAS, Javier Salvador, ZAPATA-RAMOS, Cynthia Berenice y HERNÁNDEZ-SUSTAITA, Martín

*Universidad Politécnica de San Luis Potosí*

Recibido 9 de Abril, 2015; Aceptado 5 de Junio, 2015

### Resumen

Los programas de cada una de las carreras que ofrece la Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP), contienen el curso de regularización de “Introducción a las Matemáticas”.

En dicho programa se revisan conceptos centrados en las áreas del álgebra y la aritmética pero se incluye también una parte de funciones. Este curso se ofrece a todos los estudiantes de nuevo ingreso de la Universidad. Con el objetivo de saber si los contenidos del curso son los adecuados y eficientes para los alumnos inscritos al mismo, se ha realizado un examen exploratorio estandarizado a estudiantes de primer semestre de todas las carreras de la Universidad. En este trabajo se describe la manera de como se realizó el estudio exploratorio y los tópicos que se preguntan en el examen que se aplicó. Se presentan los resultados obtenidos estadísticamente, por división de carrera, género y edad. El análisis que se presenta en éste artículo, contribuye a tener un panorama general acerca de las fortalezas y áreas de oportunidad que se presentan con la transición educativa que experimentan los estudiantes de nuevo ingreso Universitarios.

**Álgebra, Prueba Diagnóstica, Habilidades Matemáticas, Estudio Cuantitativo.**

### Abstract

Exploratory Study of Skills and Knowledges in Algebra and Arithmetic of Freshman Students from the Universidad Politécnica de San Luis Potosí

Every program degree of the Universidad Politécnica de San Luis Potosí includes the regularization course called “Math Introduccction”. It is mainly addressed for topics in the areas of algebra and arithmetic and it is imparted to freshman students in our University. In order to know if the course topics are appropriate and efficient for the graduates who take this plan study, we made an exploratory test for first semester students from every program degree offered by the University. In this work, it is described the way the exploratory test was realized, the kind of items and questions that it contains. The obtained results are statistically showed for each program degree, by gender and by age. The contribution of the analysis made in this article is that it offers a more general vision of the strengths as well as the areas of opportunity which arise from the experience that freshman students feel in their education transition in the university first year.

**Algebra, Diagnostic Test, Math Skills, Cuantitative Study**

**Citación:** BERLANGA-RAMÍREZ, Edgar Oswaldo, GONZÁLEZ-SALAS, Javier Salvador, ZAPATA-RAMOS, Cynthia Berenice y HERNÁNDEZ-SUSTAITA, Martín. Estudio Exploratorio de Habilidades y Conocimientos en Álgebra y Aritmética en Estudiantes de Nuevo Ingreso de la UPSLP. Revista de Sistemas y Gestión Educativa 2015, 2-3: 547-560

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: edgar.berlanga@upslp.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor

## Introducción

A través de la historia de la educación es bien sabido que estudiantes de todos los niveles académicos, han tenido muchas dificultades en el entendimiento de los contenidos que se abordan en las diferentes materias de las Matemáticas y su aplicación en la resolución de problemas. Con respecto de las instituciones de Educación Superior, el problema que se ha detectado ha sido el mismo: Muchos de los estudiantes Universitarios han presentado dificultades en el aprendizaje de las matemáticas, y como consecuencia, índices altos de reprobación en las materias correspondientes a dichas áreas.

El álgebra y la aritmética son básicas para la manipulación y el entendimiento de procedimientos matemáticos que se pudieran presentar en cualquiera de las carreras, ya sea del área de las ingenierías o de las socio-administrativas (Fey, 1989). Debido a que un buen curso de álgebra desarrolla las habilidades de (Welder, 2006):

- Lectura, escritura, comparación y ordenamiento en sus diversas formas de presentación de los números.
- Cálculo de las operaciones de los números.
- Uso de radios y proporciones para la solución de problemas.
- Recopilación, organización y muestra de datos.
- Solución de ecuaciones, simplificación y jerarquía de operaciones.
- Representación, análisis y generalización de patrones.
- Entendimientos y representación de funciones algebraicamente y gráficamente.

Estas habilidades son útiles para las áreas del conocimiento que involucren el uso de números, variables, fórmulas, gráficas, etc.,

Que constituyen la mayoría de las áreas en la actualidad. Un ejemplo muy generalizado de la utilidad del álgebra y muy requerido en la vida académica es el empleo de la calculadora científica, debido a que el usuario necesita conocer el uso de paréntesis y la jerarquía de operaciones para un uso correcto de la misma. Otro ejemplo académico y que en la actualidad muchas de las áreas del conocimiento las empiezan a incluir, son las nuevas tecnologías que necesitan programación por parte del usuario, debido a que requieren los conocimientos del manejo variables, jerarquía de operaciones y signos de agrupación entre otros. La importancia del uso del álgebra por un lado y el bajo desempeño y poco interés que muchos estudiantes tienen de la misma por el otro, ha sido un fenómeno educativo que ha impulsado a muchas Instituciones alrededor del mundo a abordarlo como un área de oportunidad para la mejora de la Educación.

En el caso de las Universidades, muchas ya han respondido a esta oportunidad con investigaciones pertinentes. Por mencionar algunos ejemplos: En (Glenda, 2000) se reporta que se hizo un estudio con estudiantes en una universidad en Nueva Zelanda acerca de los factores que influyen al éxito en las materias de matemáticas que cursan en el primer año. En (Galbraith, Hanes, 2000), donde se realizó un estudio cualitativo en estudiantes Universitarios en Australia (adscritos a en carreras Ingeniería y Matemáticas) acerca de los malentendidos en procedimientos estándares, conocimientos conceptuales y construcción de soluciones en habilidades algebraicas. En México, como es el caso de la Universidad de Chihuahua (Ponce García, Grado Salayandía, & García Mencomo, 2014) en donde los autores realizaron un estudio acerca de las causas de la reprobación en la población estudiantil en algunas carreras de las áreas socio-administrativas.

También en el estado de Veracruz (Escalante Vega, Cuesta Borges, 2012) en donde se analizan las dificultades que tienen estudiantes de las Licenciaturas en Economía e Informática en la comprensión del concepto de variable algebraica y su relación con el lenguaje geométrico y aritmético. Para finalizar, mencionamos a investigadoras que han realizado mucha investigación en esta línea en México, la Dra. María Trigueros y su colaboradora Sonia Ursini (Trigueros, Ursini, 2003) donde realizan en estudiantes del primer año de Universidad, un estudio exploratorio acerca de las habilidades en la interpretación y en el manejo de las variables. Los resultados de este estudio están basados en examen exploratorio donde las autoras concluyen que a pesar de muchos años en el estudio del álgebra básica, los estudiantes examinados no conocen la importancia de las variables y sus posibles usos.

Si se busca que el desempeño académico estudiantil sea exitoso, es de vital importancia, que estudiantes de nuevo ingreso a carreras o programas de estudio de educación superior, que requieran conocimientos básicos de matemáticas, deban operar correctamente el álgebra y la aritmética. Una manera intuitiva y sencilla de saber cómo llega un estudiante a un nuevo entorno de estudio, como lo puede ser una nueva materia o un grado superior, es a través de un examen de diagnóstico o exploratorio de los contenidos que se supone que el estudiante abordó en cursos y/o grados anteriores. Como lo hacen en Estados Unidos con la prueba SAT, utilizada para propósitos de admisión a las Universidades. Uno de los objetivos del SAT es medir los conocimientos y habilidades con que cuentan los aspirantes en el análisis y solución de problemas en los que se requiere tener habilidades algebraicas. Claro que no siempre estos exámenes son los indicadores óptimos que miden el nivel de desempeño de los estudiantes.

Como lo describen en (Foley, 2008:41-48), donde los autores ubican, mediante un examen para estudiantes del área de matemáticas, con mejores resultados que los correspondientes de la prueba SAT.

En México se aplica el examen CENEVAL para procesos de admisión y, con el objetivo de que el Departamento de Matemáticas (o Academia de Matemáticas o el organismo encargado de la administración de las materias de matemáticas de la Universidad y/o Facultad correspondiente), tome una decisión correcta acerca que si algún estudiante necesite llevar un curso de regularización o no, muchas Universidades cuentan con su propio examen de ubicación para el área de Matemáticas, en donde por lo regular se decide si un estudiante de nuevo ingreso lleva un curso de regularización (también se le conoce como curso cero, curso de introducción) o de manera directa pueda cursar las materias de matemáticas correspondientes a la currícula. Este curso de regularización contiene los tópicos más requeridos por la carrera a la que el estudiante está adscrito y que además debió haber sido aprendido en sus grados anteriores. Por lo regular son tópicos de álgebra y aritmética. Este trabajo de investigación educativa se encuentra centrado en Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP), que actualmente ya cuenta con un curso de regularización en matemáticas y el cual se maneja de manera estandarizada (González, Zapata & Berlanga, 2015). Sin embargo, en los grupos de estudiantes que lograron aprobar el curso de regularización y han llevado el curso de Matemáticas I donde se abordan tópicos de cálculo infinitesimal, han presentado porcentajes de reprobación de alrededor del 30%. En reuniones colegiadas con los profesores se identifica como uno de los factores principales, las deficiencias que los estudiantes tienen en el álgebra.

Es entonces que en la Academia de Matemáticas de la UPSLP, surge la necesidad de formularse la siguiente pregunta: ¿Es el curso de regularización actualmente el más adecuado y el más eficiente para mejorar el desempeño académico de nuestros estudiantes? Adecuado con respecto a los conocimientos con los que el estudiante llega a nuestra Universidad y la forma con los que estos conocimientos son abordados en el curso (la profundidad con la que se ven y los temas que se lleven), y eficiente con respecto a que si realmente el curso busca los estándares de habilidades que el estudiante necesitará para su futuro, ya sea dentro de la UPSLP (materias posteriores) y/o fuera de nuestra Casa de Estudios. Una primera forma de buscar la respuesta a esta pregunta es mediante un examen exploratorio a estudiantes de nuevo ingreso, con lo cual poder tener un panorama acerca de las fortalezas y deficiencias académicas con las que nuestros nuevos alumnos cuentan en estas áreas específicas de las matemáticas, y así, poder evaluar si las estrategias de enseñanza y los tópicos que se abordan en el curso de regularización son los pertinentes. Es del interés de la Academia el poder ejecutar las propuestas de mejora del actual curso de regularización.

Este artículo se reporta de la siguiente manera: En la siguiente sección se describe la metodología utilizada para la realización del estudio. Después se presentan los resultados obtenidos y finalmente las conclusiones.

### Metodología

La Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP) ofrece seis carreras separadas en dos áreas: la división de ingenierías y la división de humanidades. En el área de las ingenierías se encuentran la Ingeniería en Sistemas y Tecnologías Industriales (ISTI), la Ingeniería en Tecnologías de Manufactura (ITMA), la Ingeniería en Tecnologías de la Información (ITI) y la Ingeniería en Telemática (ITEM).

En el área de humanidades están la Licenciatura en Administración y Gestión (LAG) y la Licenciatura en Mercadotecnia Internacional (LMKT). Todos los estudiantes que ingresan a cualquiera de estas carreras cursan la asignatura de Introducción a las Matemáticas, cuyos tópicos principales son: operaciones aritméticas, álgebra básica y definición de funciones. Uno de los objetivos de esta materia es preparar a los estudiantes con los conocimientos y habilidades necesarias para que puedan llevar los cursos posteriores de manera exitosa. Una pregunta que surge de manera natural es cuál es el impacto de este curso en el desarrollo de habilidades y conocimientos matemáticos de forma tanto cualitativa como cuantitativa. En el presente estudio se pretende realizar un análisis de una prueba de diagnóstico inicial (pre-test) que servirá como referencia para una posterior comparación al término del curso (post-test). Dicha prueba se basa en la planeación didáctica de Introducción a las Matemáticas, que dentro del enfoque de la educación basada en competencias, está desglosada en el desarrollo de tres grandes grupos de capacidades:

- a) Cognitivas: que se refieren a la adquisición de conocimientos;
- b) Procedimentales: que buscan desarrollar las habilidades y destrezas matemáticas;
- c) Actitudinales: que se centran en los valores y las actitudes de los estudiantes hacia sus compañeros y hacia las matemáticas.

Con este curso se contribuye al desarrollo de las siguientes competencias:

- Competencias genéricas: Capacidad de abstracción, análisis y síntesis. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas. Capacidad para trabajo en equipo.

- Competencias específicas: Capacidad de expresar el lenguaje de la matemática correctamente.

Abstraer el desarrollo lógico de teorías matemáticas y las relaciones entre ellas. Capacidad para formular problemas en lenguaje matemático, de forma tal que se faciliten su análisis y su solución. Capacidad de resolver problemas inmersos en contextos reales, aplicando los conceptos y teoremas de la aritmética y del álgebra. Capacidad de interpretar las soluciones de problemas en sus contextos originales. Capacidad de resolver problemas mediante las herramientas computacionales de cálculo numérico y simbólico.

En cuanto a los contenidos temáticos, la asignatura de Introducción a las Matemáticas, se encuentra dividida en tres bloques:

1. Aritmética: Números reales: propiedades y operaciones fundamentales. Leyes de los exponentes. Expresiones fraccionarias. Notación científica. Radicales: leyes y operaciones. Logaritmos: propiedades y operaciones. Problemas contextualizados con números reales.
2. Fundamentos de álgebra: Expresiones algebraicas. Productos notables. Factorización. Fracciones algebraicas. División con expresiones algebraicas. Ecuaciones lineales. Ecuaciones cuadráticas. de fórmulas. Sistemas de ecuaciones lineales. Ecuaciones con fracciones. Ecuaciones con radicales y con valor absoluto. Inecuaciones lineales. Inecuaciones lineales con valor absoluto. Problemas contextualizados de álgebra.

3. Funciones y gráficas: Sistema de ejes coordenados. Ubicación de un punto en el plano. Gráficas de ecuaciones lineales cuadráticas. Intersecciones con los ejes. Pendiente. Ecuaciones de la recta. Definición de función. Dominio, rango y representación gráfica de una función. Funciones polinomiales, racionales, exponenciales y logarítmicas. Operaciones de funciones. Función inversa.

El instrumento de evaluación, diseñado para el diagnóstico, consta de 40 reactivos de opción múltiple que abarcan principalmente los temas de aritmética y álgebra. Los reactivos son de dos tipos: procedimentales y contextualizados. En los procedimentales se tiene que resolver una operación aritmética o algebraica de forma directa, mientras que los reactivos contextualizados son problemas donde el estudiante debe hacer primero un planteamiento aritmético o algebraico, seguido de la ejecución de las operaciones que tengan lugar, para que finalmente pueda llegar a la solución. En la que se muestra la distribución de los reactivos tanto por tipo como por eje temático.

|                |                      | Reactivos Procedimentales | Reactivos Contextualizados | Tot al |
|----------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|--------|
| Ejes Temáticos | Aritmética           | 10                        | 8                          | 18     |
|                | Álgebra              | 15                        | 4                          | 19     |
|                | Funciones y Gráficas | 0                         | 3                          | 3      |
| Total          |                      | 25                        | 15                         | 40     |

**Tabla 1** Ejes temáticos y clasificación del tipo de reactivos del instrumento de evaluación

De los contenidos temáticos anteriormente descritos, se seleccionaron algunos tópicos en particular para la elaboración del instrumento de evaluación. Los temas abordados para los 25 reactivos procedimentales son: operaciones con números enteros y fraccionarios (suma, resta, producto, cociente, potenciación), operaciones algebraicas (reducción de términos semejantes, producto, cociente, potenciación), solución de ecuaciones de primero y segundo grado y sistemas de ecuaciones. En cuanto a los reactivos contextualizados los temas son: operaciones con enteros, fraccionarios y decimales, fórmulas, despejes, lenguaje algebraico, ley de la tricotomía, áreas de polígonos y representación gráfica.

Cabe mencionar que cada reactivo ofrece cuatro posibles respuestas, una correcta y tres distractores a los que deliberadamente se puede llegar como conclusión de procedimientos erróneos comúnmente realizados por los estudiantes. La prueba se diseñó para resolverse en una hora y no se permitió el uso de formularios, celulares o calculadoras. El objetivo principal de una prueba de diagnóstico como ésta, es identificar los temas que ya dominan los estudiantes y los temas que serán su área de oportunidad para el transcurso del semestre.

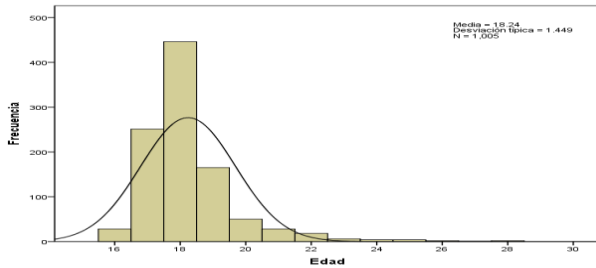
Por otro lado, en el verano de 2011 se contaba con un universo de 1005 estudiantes inscritos en Introducción a las Matemáticas, y de ahí se tomó una muestra aleatoria de 736 estudiantes, lo que resulta en un nivel de confianza estadística de  $(99 \pm 1.87)\%$ . Para caracterizar la muestra representativa de la población estudiantil de nuevo ingreso, se realiza a continuación una descripción tanto por género como por carrera, cuyos datos se muestran en la

En lo que respecta a la distribución de los estudiantes por género, de la muestra seleccionada 250 (34%) son mujeres y 486 (66%) son hombres lo que nos da una proporción aproximada de 1 mujer por cada 2 hombres, o bien, 1:2. Las proporciones mujer-hombre por carrera son aproximadamente de: 3:7 en ISTI, 1:10 en ITMA, 1:3 en ITI, 1:5 en ITEM, 6:5 en LAG y 8:5 en LMKT, y se concluye que ingresan más hombres que mujeres a las ingenierías y más mujeres que hombres a las licenciaturas. Por otra parte, en cuanto a la distribución de estudiantes por carrera se observan los siguientes porcentajes de la matrícula total por carrera: 29.6% en ISTI, 17.9% en ITMA, 8.8% en ITI, 9.5% en ITEM, 15.9% en LAG y 18.2% en LMKT. De esta manera, dos de cada tres estudiantes (65.9%) cursan una carrera del área de las ingenierías y uno de cada tres (34.1%) ingresa a la formación profesional en el área de las humanidades.

| División               | Carrera | Mujer          | Hombre         | Proporción mujer-hombre | Total por carrera |
|------------------------|---------|----------------|----------------|-------------------------|-------------------|
| Ingeniería<br>(65.9%)  | ISTI    | 65<br>(29.8%)  | 153<br>(70.2%) | 3:7                     | 218<br>(29.6%)    |
|                        | ITMA    | 12<br>(9.1%)   | 120<br>(90.9%) | 1:10                    | 132<br>(17.9%)    |
|                        | ITI     | 15<br>(23.1%)  | 50<br>(76.9%)  | 1:3                     | 65<br>(8.8%)      |
|                        | ITEM    | 12<br>(17.1%)  | 58<br>(82.9%)  | 1:5                     | 70<br>(9.5%)      |
| Humanidades<br>(34.1%) | LAG     | 65<br>(55.6%)  | 52<br>(44.4%)  | 6:5                     | 117<br>(15.9%)    |
|                        | LMKT    | 81<br>(60.4%)  | 53<br>(39.6%)  | 8:5                     | 134<br>(18.2%)    |
| Total por género       |         | 250<br>(34.0%) | 486<br>(66.0%) | 1:2                     | 736<br>(100%)     |

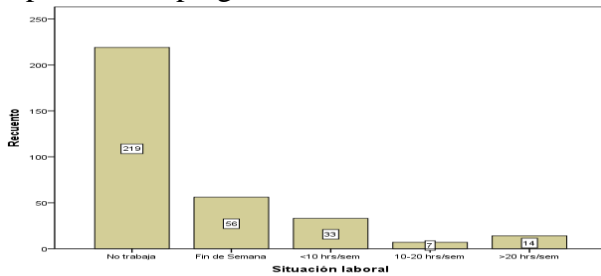
**Tabla 2** Descripción por género y por carrera de la muestra representativa (n=736) de la población estudiantil de nuevo ingreso (N=1005) en la Universidad Politécnica de San Luis Potosí.

En el Gráfico 1 se muestra el histograma de las edades de los estudiantes de nuevo ingreso. La edad promedio es de 18 años y 3 meses con una desviación típica de 1 año y medio. La gran mayoría (85%) tiene entre 17 y 19 años de edad y provienen directamente del bachillerato.



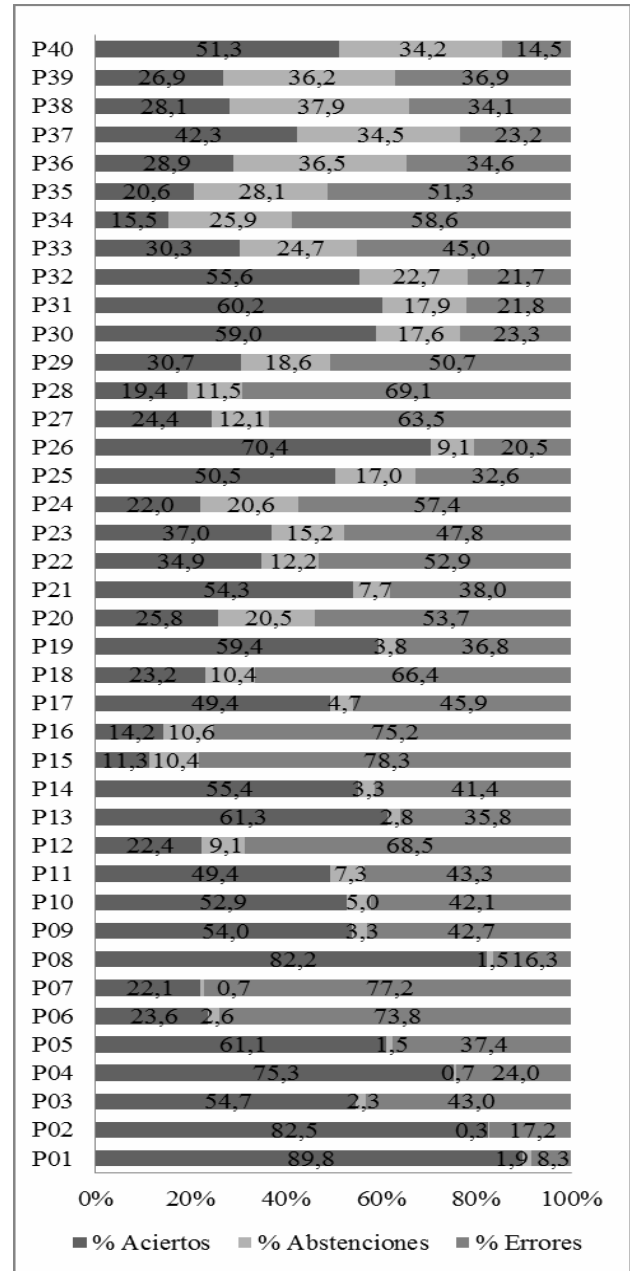
**Gráfico 1** Histograma de edades de los estudiantes de nuevo ingreso.

También se realizó una encuesta para indagar cuál es la situación laboral de los estudiantes, ya que las horas dedicadas al trabajo podrían ser una amenaza para el rendimiento académico. Se obtuvieron las respuestas de 329 estudiantes, que se agruparon en 5 categorías como se muestra en el Gráfico 2 y se describen a continuación: Del total 219 (66.6%) contestaron que no trabajan, 56 (17.0%) trabajan solamente los fines de semana, 33 (10.0%) trabajan menos de 10 horas entre semana, 7 (2.1%) trabajan entre 10 y 20 horas entre semana y 14 (4.3%) trabajan más de 20 horas a la semana. Se contabilizaron a 329 estudiantes porque el resto de los participantes eligió no responder a la pregunta.



**Gráfico 2** Histograma de la situación laboral (n=329). Dos terceras partes no trabajan.

**Resultados**



**Gráfico 1** Porcentajes de aciertos, abstenciones y errores de los 40 reactivos de la prueba de diagnóstico.

En el Gráfico 1 se muestran los porcentajes de aciertos, abstenciones y errores correspondientes a cada uno de los 40 reactivos de la prueba de evaluación diagnóstica.

Los reactivos con mayor número de aciertos resultaron ser de aritmética, particularmente los de operaciones con enteros como se muestra en la Tabla 1 Porcentaje de los reactivos con mayor frecuencia de aciertos.

Los reactivos fueron diseñados con tres grados de dificultad: baja, intermedia y alta. Los de mayor frecuencia de aciertos son los de dificultad más baja como es de esperarse. El reactivo 26 llama la atención en este grupo al ser de tipo contextualizado.

| Reactivos   | Temas y Porcentaje de Aciertos |
|---|--------------------------------|
| 1) Simplificar: $3-4+5-7+8=$  | Aritmética 89.8 %              |
| 2) Simplificar: $(2)(-3)(-4)(-1)=$  | Aritmética 82.5 %              |
| 8) Simplificar: $-2(3-5)+(3+4)(2)=$   | Aritmética 82.2 %              |
| 4) Simplificar: $3(2)^3 =$  | Aritmética 75.3 %              |
| 26) En una tienda departamental cierto pantalón cuesta \$400. Si la tienda rebaja un 15 % el precio del pantalón. ¿Cuánto te costarían tres pantalones? | Aritmética 70.4 %              |
| 13) Factorizar el trinomio: $x^2 - 8x + 15 =$   | Álgebra 61.3 %                 |

**Tabla 1** Porcentaje de los reactivos con mayor frecuencia de aciertos.

| Reactivos   | Temas y Porcentaje de Aciertos |
|---|--------------------------------|
| 15) Simplificar: $\frac{2x^2y^{-3}z^6}{8xy^{-5}z^{-2}} =$   | Álgebra 11.3 %                 |
| 16) Desarrollar: $\left(x^2 - \frac{2}{3x}\right)^2 =$  | Álgebra 14.2 %                 |
| 34) ¿Cuál es la diferencia entre $2^{-4}$ y $2^4$ ?<br>a) Ninguna; los 2 son iguales a 16.<br>b) Que el primero es igual a -16 y el segundo es igual a 16.<br>c) Que el primero es igual a $-1/16$ y el segundo es igual a $1/16$ . | Aritmética 15.5 %              |

|   |                   |
|---|-------------------|
| d) Que el primero es igual a $1/16$ y el segundo es igual a 16.   |                   |
| 28) Lucía fue a Sanborns y se llevó la agradable sorpresa que un libro costaba \$210 con el 30% de descuento incluido. ¿Cuánto fue el dinero que se ahorró?                                     | Aritmética 19.4 % |
| 35) En una revista aparece que 14 de cada 15 japoneses tienen el hábito de leer mientras que 11 de cada 12 alemanes también tienen ese hábito. ¿Quiénes leen más, los alemanes o los japoneses? | Aritmética 20.6 % |
| 24) Resolver la ecuación: $4x^2 + x - 14 = 0$   | Álgebra 22.0 %    |

**Tabla 2** Porcentaje de los reactivos con menor frecuencia de aciertos.

Los reactivos que fueron respondidos de forma correcta pero con la menor frecuencia se muestran en la tabla se muestra que corresponden a temas de álgebra procedimentales y de aritmética contextualizados. En la

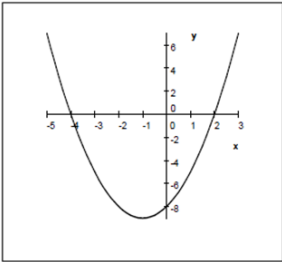
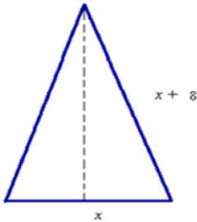
Tabla 3 aparecen los reactivos que fueron respondidos de forma incorrecta, eligiéndose como respuesta alguno de los distractores. Los temas de estos reactivos corresponden a aritmética y álgebra procedimentales. Especial atención requiere el reactivo 7 que posee una aparente sencillez pero es necesario conocer la jerarquía operacional.

| Reactivos  | Temas y Porcentaje de Errores |
|--|-------------------------------|
| 15) Simplificar: $\frac{2x^2y^{-3}z^6}{8xy^{-5}z^{-2}} =$              | Álgebra 78.3 %                |
| 7) Simplificar: $6+4 \div 2 =$   | Aritmética 77.2 %             |
| 16) Desarrollar: $\left(x^2 - \frac{2}{3x}\right)^2 =$                 | Álgebra 75.2 %                |
| 6) Simplificar: $\left(\frac{-2}{4}\right)\left(\frac{3}{-7}\right) =$ | Aritmética 73.8 %             |

**Tabla 3** Porcentaje de los reactivos con mayor frecuencia de errores.



En la Tabla se encuentran los reactivos que los estudiantes evaluados dejaron sin contestar las más de las veces. Estos reactivos se caracterizan por ser índole gráfica y de álgebra contextualizados. Este tipo de reactivos también pueden servir para inferir aspectos de la actitud de los estudiantes hacia las matemáticas y se espera que al finalizar el curso puedan intentar una mayor cantidad de ellos en relación a la primera evaluación.

| Reactivos  | Porcentaje de Abstencio-nes |
|--|-----------------------------|
| <p>38) Analiza la gráfica mostrada y elige a cuál de las ecuaciones dadas representa:</p>  <p>a) <math>y = x^2 - 2x - 8</math><br/>                     b) <math>y = x^2 - 8x + 2</math><br/>                     c) <math>y = x^2 + 2x - 8</math><br/>                     d) <math>y = x^2 + 2x + 8</math></p>   | Funciones y gráficas 37.6 % |
| <p>36) Encuentra las dimensiones del triángulo que se representa a continuación (base <math>x</math> y altura <math>x + 8</math> considerando que su área es de 10 unidades cuadradas:</p>  <p>a) Base igual a 10 unidades y altura 18 unidades.<br/>                     b) Base igual a 2 unidades y altura 10 unidades.<br/>                     c) Base igual a 1.09 unidades y altura 9.09 unidades (aprox).<br/>                     d) Base igual a 8 unidades y altura igual a 16 unidades.</p> | Álgebra 36.5 %              |
| <p>39) ¿Cuál es la representación gráfica de la función:<br/> <math>f(x) = x^2 + 1</math>?</p>   | Funciones y gráficas 36.2 % |

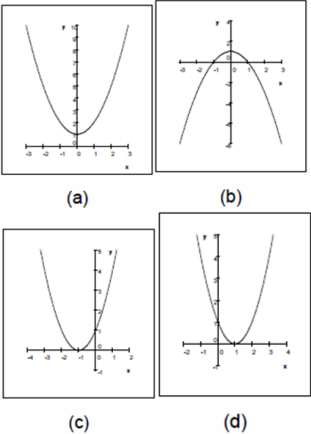
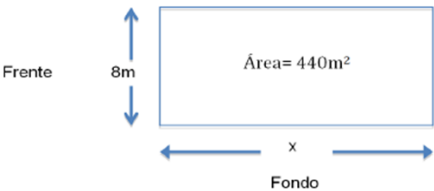
|   |                |
|---|----------------|
|   |                |
| <p>37) El área del terreno mostrado en la siguiente figura es de <math>440 \text{ m}^2</math> y el frente mide <math>8 \text{ m}</math>. ¿Cuál de las siguientes ecuaciones representa la medida del fondo del terreno?</p>  <p>a) <math>x = 440 * 8</math><br/>                     b) <math>x = 440/8</math><br/>                     c) <math>x = 440 - 8</math><br/>                     d) <math>x = 440 + 8</math></p> | Álgebra 34.5 % |

Tabla 4 Porcentaje de los reactivos con mayor frecuencia de abstenciones.

Con la información obtenida hasta ahora, proveniente del análisis de reactivos individuales, podemos identificar fortalezas en los temas básicos de aritmética y en algunos procedimientos de álgebra.

Las áreas de mejora se encuentran en los temas de aritmética y álgebra de tipo contextualizado, los llamados problemas de aplicación práctica.

| Tipo de Reactivo     |              | Procedimentales (%) | Contextualizados (%) | Ponderación Total (%) |      |
|----------------------|--------------|---------------------|----------------------|-----------------------|------|
| Ejes Temáticos       | Aritmética   | 59.8                | 37.0                 | 49.7                  |      |
|                      | 18 reactivos | Abstenciones        | 2.0                  | 18.2                  | 9.2  |
|                      |              | Errores             | 38.2                 | 44.8                  | 41.1 |
| Álgebra              | 19 reactivos | Acertios            | 38.0                 | 40.4                  | 38.5 |
|                      |              | Abstenciones        | 10.4                 | 28.4                  | 14.2 |
|                      |              | Errores             | 51.6                 | 31.2                  | 47.3 |
| Funciones y Gráficas | 3 reactivos  | Acertios            | -                    | 35.4                  | 35.4 |
|                      |              | Abstenciones        | -                    | 36.1                  | 36.1 |
|                      |              | Errores             | -                    | 28.5                  | 28.5 |
| Total                |              | Acertios            | 46.7                 | 37.6                  | 43.3 |
|                      |              | Abstenciones        | 7.0                  | 24.5                  | 13.6 |
|                      |              | Errores             | 46.3                 | 37.9                  | 43.1 |

**Tabla 7** Porcentajes de aciertos, errores y abstenciones de los reactivos de la prueba de diagnóstico, clasificados por ejes temáticos y por tipo de reactivo.

En la Tabla se encuentra el desglose de los resultados obtenidos de la prueba y clasificados tanto por los tres ejes temáticos: aritmética, álgebra y funciones y gráficas, como por tipo de reactivo: procedimentales y contextualizados. En el tema particular de la aritmética los estudiantes respondieron correctamente más reactivos de tipo procedimental que del tipo contextualizado, y de este último tipo, dejaron más reactivos sin contestar.

En la ponderación total, se respondieron correctamente la mitad de los reactivos de aritmética (49.7%), y de la otra mitad fueron pocos (9.2%) los que se abstuvo de responder.

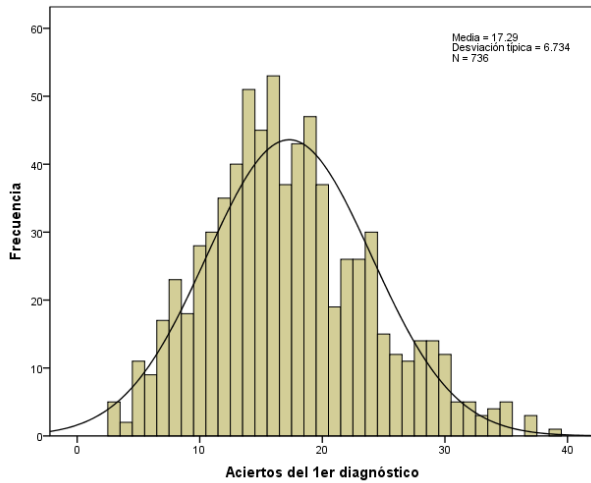
En el tema de álgebra los reactivos tanto procedimentales como contextualizados obtuvieron casi la misma proporción de aciertos, cercana al 40%, pero se diferencian en los reactivos contestados erróneamente o los que dejaron sin contestar.

En la ponderación total correspondiente a álgebra, los aciertos estuvieron cerca del 40%, los errores cerca del 50% y el restante se abstuvo de contestar. Aunque desde un principio se decidió centrar la prueba en temas de aritmética y álgebra, también se incluyeron unos pocos reactivos de funciones y gráficas que involucran conocimientos y habilidades relacionados con los temas precedentes. De este tema se escogieron tres reactivos y los estudiantes se dividieron aproximadamente en tres partes iguales, los que respondieron correctamente, los que respondieron incorrectamente y los que no respondieron.

Los resultados generales por tipo indican que los estudiantes respondieron correctamente más reactivos procedimentales (46.7%) que contextualizados (37.6%), lo cual nos indica fortalezas en los conceptos básicos pero debilidades al momento de trasladar el conocimiento a situaciones prácticas. De los resultados generales por tema se observa que dominan en mayor medida los temas de aritmética (49.7%) que los de álgebra (38.5%) o de funciones y gráficas (35.4%).

En los resultados globales los estudiantes respondieron correctamente 43.3% de los reactivos y un resultado similar para los errores con 43.1%, mientras que los reactivos que dejaron sin contestar contabilizan un 13.6%.

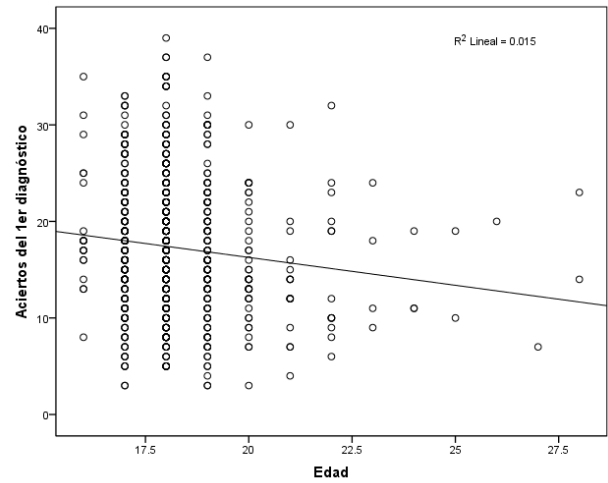
Este último resultado puede ser un indicador de su actitud hacia las matemáticas, indicando que la mayoría trata de responder lo que sabe.



**Gráfico 2** Histograma del número de aciertos por participante.

En el Gráfico 2 se muestran un histograma de los resultados individuales obtenidos por los estudiantes evaluados. La forma de la distribución se ajusta con una curva normal con una media de 17.3 aciertos y desviación típica de 6.7. Es importante recordar en este punto que el objetivo de un examen de diagnóstico no es obtener una calificación aprobatoria, por así decirlo, sino identificar los temas que representan las fortalezas y debilidades del grupo de estudio. Los reactivos se diseñaron con varios grados de dificultad para asegurar que todos puedan responder algunos reactivos pero pocos puedan resolverlos todos. Si el máximo de la curva se hubiera aproximado hacia el extremo derecho (o izquierdo) de la distribución, no sería posible identificar el nivel de habilidades y conocimientos que posee el grupo.

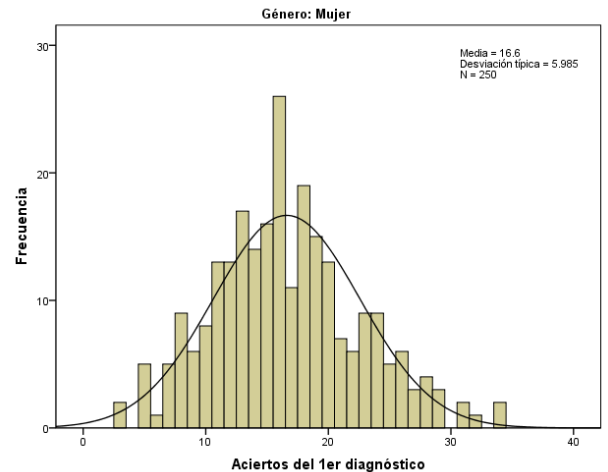
Por otro lado, en algún momento puede surgir el cuestionamiento de saber si la edad del participante influye en los resultados obtenidos, debido a que hay estudiantes que cursaron bachillerato de dos años y otros de tres, además de que algunos estudiantes no provienen directamente como recién egresados del bachillerato. Con este fin se realizó el diagrama de dispersión mostrado en el Gráfico 3.



**Gráfico 3** Diagrama de dispersión del número de aciertos en función de la edad de los participantes.

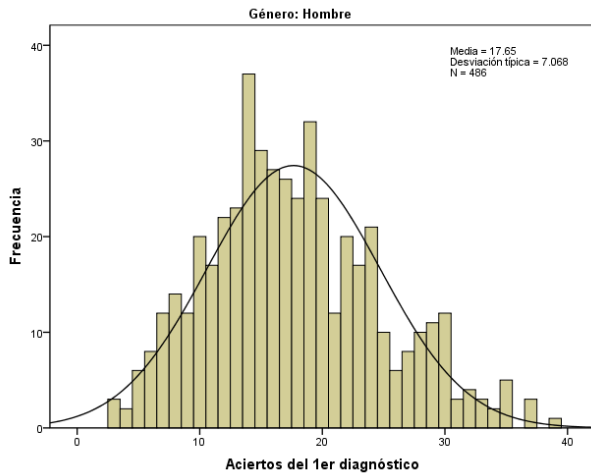
El coeficiente de determinación  $R^2=0.015$  indica que no existe relación lineal significativa entre la edad y los resultados obtenidos, lo que, en otras palabras, significa que el número de aciertos no depende de la edad del participante. (Para indicar una dependencia significativa el coeficiente de determinación debería tener un valor de por lo menos 0.800)

A continuación, se analizan los resultados obtenidos en la prueba de diagnóstico de acuerdo al género los participantes.



**Gráfico 4** Histograma de los resultados del diagnóstico para las mujeres.

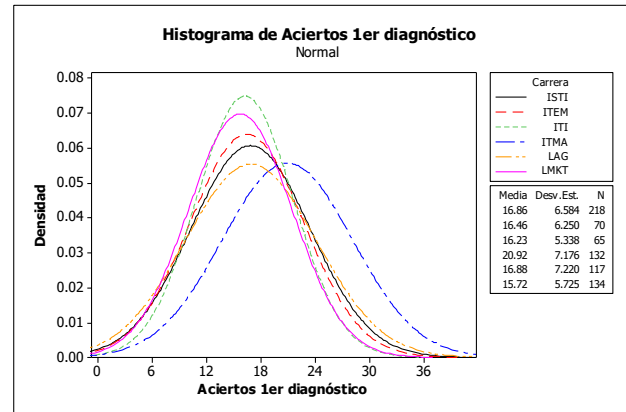
En el Gráfico 4 se muestran los resultados obtenidos por las 250 mujeres que participaron en el estudio. El número de aciertos se ubica en un valor promedio de 16.6 aciertos con desviación estándar de 6 aciertos.



**Gráfico 5** Histograma de los resultados del diagnóstico para los hombres.

Los resultados obtenidos por el grupo de 486 hombres participantes se muestran en el Gráfico 5. La media del número de aciertos es de 17.7 con una desviación típica de 7 aciertos.

Para poder establecer que existe o no una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados por género, se realizó una prueba de análisis de varianza, conocida como ANOVA de un factor (Montgomery, 2004). Los resultados del ANOVA muestran un valor-p de 0.045. Si se establece una confianza del 95% un valor-p menor a 0.050 indica que existen diferencias entre los grupos como sucedió en este caso. Sin embargo si se desea una confianza del 99%, el valor-p correspondiente debería ser menor a 0.010, lo que en este caso no se cumple y significa que, a este nivel de significancia estadística, no hay diferencia entre los resultados de hombres y mujeres.



**Gráfico 6** Ajustes normales de los histogramas de los aciertos por carrera.

En el Gráfico 6 se muestran las curvas de los ajustes normales de los histogramas de las seis carreras profesionales de la UPSLP. En este tipo de gráficos, no es importante la altura, sino la ubicación horizontal del máximo, dónde la curva correspondiente a la Ingeniería en Tecnologías de Manufactura (ITMA) sobresale respecto a las demás. Para poder tener certeza estadística, se realizó una prueba ANOVA para establecer si existe o no diferencias entre los resultados de los estudiantes recién aceptados de acuerdo a la carrera que eligieron. El valor-p obtenido es 0.000, lo que indica que tenemos una confianza estadística superior al 99.9% de que la carrera de ITMA obtuvo resultados superiores a las demás carreras. Dejando de lado la carrera de ITMA, en las otras cinco carreras no hubo diferencia significativa, lo que quiere decir que los resultados son equivalentes entre sí.

Para concluir con el análisis de los resultados, en la Tabla se muestran los detalles del número de aciertos individuales de acuerdo al género y a la carrera de los estudiantes de nuevo ingreso.

| Carrera      | Mujer (N=250) | Hombre (N=486) | Promedio de Aciertos |
|--------------|---------------|----------------|----------------------|
| ISTI (N=218) | 17.1          | 16.8           | 16.86                |

|                            |      |       |                  |
|----------------------------|------|-------|------------------|
| ITMA<br>(N=132)            | 16.9 | 21.3  | 20.92            |
| ITI<br>(N=65)              | 17.7 | 15.8  | 16.23            |
| ITEM<br>(N=70)             | 17.2 | 16.3  | 16.46            |
| LAG<br>(N=117)             | 16.5 | 17.3  | 15.72            |
| LMKT<br>(N=134)            | 15.9 | 15.5  | 15.72            |
| Promedio<br>de<br>Aciertos | 16.6 | 17.65 | 17.29<br>(N=736) |

**Tabla 5** Promedio de aciertos por alumno obtenidos en el diagnóstico de acuerdo a la carrera y al género.

## Conclusiones

Se diseñó y aplicó una prueba de evaluación diagnóstica sobre habilidades y conocimientos de aritmética y álgebra a una muestra de 736 estudiantes de nuevo ingreso de la Universidad Politécnica de San Luis Potosí.

Los resultados muestran que los estudiantes poseen buenas bases en los procedimientos aritméticos y algebraicos básicos, pero el área de oportunidad se encuentra en los problemas de aplicación o contextualizados, por lo que se recomienda poner especial énfasis en estos temas en el curso de Introducción a las Matemáticas.

Se analizaron los resultados en grupos de interés separados por género y por carrera. Los resultados indican que no hay diferencia significativa en los resultados obtenidos por mujeres y hombres con una confianza estadística del 99%. En cuanto a las carreras, en cinco de las seis que ofrece la UPSLP, no hubo diferencias significativas, con la sola excepción de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de Manufactura que obtuvo resultados por encima de las demás con una confianza estadística superior al 99.9%

Los aciertos por alumno son independientes de la edad del participante.

La Academia de Matemáticas de la UPSLP ha implementado medidas de mejora para impactar positivamente en el índice de aprobación los cursos que imparte. Entre las estrategias de mejora se cuenta con un Laboratorio de Matemáticas con uso de programas de cálculo simbólico, exámenes departamentales, guías de estudio y sesiones colegiadas de trabajo. Los resultados obtenidos muestran un índice de aprobación superior al 70% que se ha mantenido por varios años desde la implementación de las estrategias mencionadas.

## Referencias

- Escalante Vega, J.E. & Cuesta Borges, A. (2012). Dificultades para comprender el concepto de variable: Un estudio con estudiantes universitarios. *Educ. mat*, 24(1). Recuperado el 18 de enero de 2015 de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=16655826&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_serial&pid=16655826&lng=es&nrm=iso)
- Fey, J. T. (1989). School algebra for the year 2000. In S. Wagner & C. Kieran (Eds.), *Research issues in the learning and teaching of algebra* (pp. 199-213). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics; Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Foley Peres, K. & Dawn, P. (2008), College Math Assessment: SAT Scores vs. College Math Placement Scores, *Educational Research Quarterly*, 32.2, 41-48
- Galbraith, P. & Hanes, C. (2000). Conceptual mis(understandings) of beginning undergraduates. *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, 31(5), 651-678

Glenda, A. (2000). Factors Influencing First-Year Students' Success in Mathematics, *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.* , 31, 1, 3-14

González Salas, J.S., Zapata Ramos, C.B., Berlanga Ramírez, E.O. (2015). Settling Standardization on Mathematical Teaching and Evaluation in a Polytechnic University, *Artículo enviado al Congreso CICA (en revisión)*, Guanajuato, Gto.

Montgomery, D. C. (2004). Diseño y análisis de experimentos, 2ª Ed., Limusa Wiley. ISBN 968-18-6156-6

Ponce García, B.A., Grado Salayandía, C.R. & García Mencomo, M.I. (2014). Reprobación en Matemáticas Básicas. Trabajo presentado en el *XVII Congreso Internacional sobre Innovaciones en Docencia e Investigación en Ciencias Económico Administrativas*. Cd. Juárez, Chihuahua, México.

Trigueros, M. & Ursini, S. (2003), First Year Undergraduates' Difficulties in working with different uses of Variables, *CBMS Issues in Mathematics Education*, 12, 1-29

Welder, R. M. (2006). Prerequisite knowledge for the learning of algebra. Artículo presentado en *Hawaii International Conference on Statistics, Mathematics and Related Fields*, 1642-1667, Honolulu, Hawaii.