

# EFFECTOS DEL TIPO DE COLEGIO, GÉNERO Y CARRERA SOBRE LOS CONTENIDOS Y HABILIDADES EN MATEMÁTICA EN ESTUDIANTES QUE INGRESAN A PRIMER AÑO DE CARRERAS DE INGENIERÍA

Verónica Mayorga Marnich  
Centro de Acompañamiento del Estudiante (CEADE)  
Universidad Católica de la Santísima Concepción  
[vmayorga@ucsc.cl](mailto:vmayorga@ucsc.cl)

Christian Díaz Peralta  
Depto. Ingeniería Ambiental y Energía, Facultad de Ingeniería  
Universidad Católica de la Santísima Concepción  
[chdiaz@ucsc.cl](mailto:chdiaz@ucsc.cl)

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efectos del tipo de colegio de procedencia, género y carrera sobre los contenidos y habilidades en matemática en estudiantes que ingresan a primer año de ingeniería en la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Se aplicó una prueba escrita de matemática organizada en torno a 3 contenidos y 4 habilidades cognitivas, a una muestra de 122 estudiantes distribuidos en 5 carreras. Se aplicó un análisis de varianza multifactorial y un test de Tukey. Los resultados indican que el tipo de colegio de procedencia tiene un efecto significativo en el logro de los contenidos de matemática y en las habilidades cognitivas, no así la variable género y carrera ( $p < 0,05$ ). Como conclusión los resultados aportan evidencias significativas para focalizar acciones institucionales pertinentes y oportunas en el fortalecimiento de los conocimientos previos requeridos para iniciar los primeros cursos de matemática en carreras de ingeniería.

**PALABRAS CLAVES:** matemática, formación de ingenieros, habilidades cognitivas.

## INTRODUCCIÓN

En el año 2016 en la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC) ingresaron 2061 estudiantes a carreras de pregrado con licenciatura, de los cuales 500 de ellos (24,26%) ingresaron a carreras de la Facultad de Ingeniería. El ingreso promedio anual de los últimos cinco años a esta facultad ha sido de 460 estudiantes, concentrando un 34,68% de la matrícula total de la UCSC.

Las características sociales, demográficas y educacionales de los estudiantes que ingresan a la UCSC no presentan variaciones significativas anualmente. Un 88% de los estudiantes egresan de establecimientos educacionales municipales y subvencionados, y un 80% de ellos proviene de una familia cuyos padres no tienen estudios superiores, siendo ellos la primera generación que ingresa a la educación superior. Esto implica para la universidad un desafío importante, en términos de implementar acciones que faciliten la adaptación de los estudiantes de primer año a la vida universitaria (Escalona, 2011).

Esta caracterización de los estudiantes concuerda con lo señalado por Ezcurra (2014) quien afirma que la masificación de la matrícula universitaria ha permitido la presencia de estudiantes desfavorecidos, tanto cultural como económicamente, y en consecuencia altas tasas de fracaso académico y de abandono del sistema de educación superior.

En este contexto, en la UCSC en los últimos años se evidencian altas tasas de reprobación en asignaturas del ámbito de la matemática, tanto en primera y segunda oportunidad. La reprobación reiterada de una asignatura puede llevar al estudiante a encontrarse en causal de eliminación de la carrera. El año 2016 la tasa de reprobación de los cursos de Álgebra y Cálculo, en primera oportunidad, fue de un 51,7% y de un 59,9%, respectivamente. Estas cifras se han incrementado en relación a la tasa promedio de reprobación de los últimos cuatro años, 48,73% en Álgebra y 51,73% en Cálculo.

A la luz de estos resultados de desempeño académico de los estudiantes, en la Facultad de Ingeniería se han realizado jornadas de trabajo con los profesores de los cursos de matemática, en particular con los responsables de los cursos de Álgebra y Cálculo. Ellos señalan que el desempeño de los estudiantes está directamente relacionado con la falta de conocimientos previos en contenidos, al escaso conocimiento del lenguaje matemático y el bajo desarrollo de habilidades cognitivas requeridas para la resolución de problemas.

Con la finalidad de atender esta situación la UCSC en el año 2015 implementó para los estudiantes que ingresan a primer año de carreras de ingeniería el Programa de Inducción a la Vida Universitaria, el propósito de este programa es fortalecer habilidades personales y conocimientos previos en las áreas de lenguaje, matemática y ciencias, facilitando de esta forma su adaptación a la vida universitaria. Este programa se llevó a cabo en dos modalidades: presencial y on-line. Para la modalidad presencial se seleccionaron aquellos estudiantes que requerían apoyo de forma prioritaria mediante un diagnóstico previo, al momento de la matrícula. En este escenario, el presente trabajo tiene por objetivo evaluar el efecto que tiene el establecimiento de procedencia, género y carrera en el desarrollo de habilidades cognitivas y contenidos matemáticos en estudiantes que ingresaron a carreras de ingeniería de la UCSC el año 2016.

## **DESARROLLO**

### **La matemática en el currículum nacional**

Entre los principales documentos orientadores del Currículum Nacional se encuentran las Bases Curriculares, este documento describe los aprendizajes que se espera sean desarrollados por todos los estudiantes del país a lo largo de su trayectoria escolar. Estas bases se han desarrollado en el marco de la Ley General de Educación (LGE) de 2009. En el año 2017 entraron en vigencia las nuevas Bases Curriculares para la educación en 1° año medio y en 2018 para 2° año medio. Las nuevas Bases Curriculares establecen Objetivos de Aprendizaje (OA) los que presentan una estructura tridimensional compuesta por: conocimientos, habilidades y actitudes. Los primeros corresponden a conceptos, redes de conceptos e información sobre hechos, procesos, procedimientos y operaciones, cabe destacar que el conocimiento es considerado como información teórica (sobre objetos, eventos, fenómenos, procesos y símbolos, entre otros) y también como comprensión (esto es, información integrada en marcos explicativos e interpretativos mayores, que dan base para desarrollar la capacidad de discernimiento y de argumentación). En relación a las habilidades éstas se definen como capacidades para realizar tareas y para solucionar problemas con precisión y adaptabilidad. Pueden ser desarrolladas en los ámbitos intelectual, psicomotriz y/o psicosocial. Finalmente, las actitudes se definen como disposiciones aprendidas para responder, en términos de posturas personales, frente a objetos, ideas o personas, y que propician determinados tipos de comportamientos o acciones.

### **Habilidades cognitivas matemáticas**

En la actualidad existen diversas taxonomías de habilidades cognitivas. Clavero (2001) establece grupos diferenciados y delimitados respecto de las definiciones que se encuentran en las investigaciones sobre este tema, sin embargo reconoce que es posible detectar un único eje de significado. Así es posible entender las habilidades cognitivas como operaciones y

procedimientos que puede utilizar el estudiante para adquirir, retener y recuperar diferentes tipos de conocimiento (Guzmán et al., 2015).

Para determinar las habilidades matemáticas, Escalona (2011) considera aquellas que son utilizadas de manera frecuente en el quehacer matemático, que poseen un grado de generalidad suficiente para que estén presentes a lo largo de la formación de niños, adolescentes y jóvenes, siendo éstas esenciales en los estudios de pre grado de futuros profesionales que incorporan la matemática en su proceso de formación. Estas habilidades se refieren a interpretar, entendida como atribuir significado a las expresiones matemáticas de tal forma que estas adquieran sentido en función del propio objeto matemático o en función del fenómeno o problemática real de que se trate. Es posible adaptar a un marco matemático el lenguaje de otras disciplinas de estudio, para posteriormente traducirlo nuevamente al lenguaje del usuario.

En relación a las habilidades cognitivas que fueron evaluadas se consideró la Taxonomía de Bloom (Anderson, 2001) estas correspondieron a recordar, comprender, aplicar y analizar. A continuación se describe lo que son capaces de realizar los estudiantes en cada una de ellas:

- (1) Recordar: Se refiere a recuperar, rememorar o reconocer conocimiento que está en la memoria. Recordar se evidencia cuando se utiliza la memoria para producir definiciones, hechos o listados, o para citar o recuperar material.
- (2) Comprender: Se refiere a construir relaciones y vincular conocimientos. El estudiante entiende procesos y conceptos, puede explicarlos o describirlos.
- (3) Aplicar: El estudiante selecciona, transfiere y utiliza datos y leyes tanto a situaciones conocidas como a problemas nuevos. Utiliza lo que ha aprendido, aplica las habilidades adquiridas a nuevas situaciones.
- (4) Analizar: Incluye las capacidades que el estudiante debe demostrar para descomponer el todo en sus partes y pueda solucionar problemas a partir del conocimiento adquirido. Intenta entender la estructura de la organización de la información que se le entrega examinando sus partes componentes y como estas se relacionan. Identifica motivos y causas haciendo inferencias y/o encuentra evidencias que corroboran sus generalizaciones. Las operaciones mentales de este proceso incluyen diferenciar, organizar y atribuir, así como la capacidad para establecer diferencias entre componentes.

### **Sobre la Facultad de Ingeniería de la UCSC**

El año 2016 el ingreso a la Facultad de Ingeniería de la UCSC fue de 500 estudiantes, los que se distribuyeron en las carreras de Ingeniería Civil, Civil Eléctrica, Civil Geológica, Civil Industrial y Civil Informática. El 30% de ellos participó en el Programa de Inducción a la Vida Universitaria bajo la modalidad presencial, distribuyéndose en 6 grupos, conformado por 25 estudiantes cada uno. Esta versión contempló 58 horas cronológicas de trabajo, de las cuales 25 estuvieron destinadas al trabajo y reforzamiento de la matemática. Previo al inicio de clases del Programa de Inducción, modalidad presencial, a los estudiantes se les aplicó una prueba escrita de matemática organizada en torno a tres contenidos: Números y operaciones, Álgebra, y Geometría analítica; junto a ello se consideraron cuatro habilidades cognitivas: recordar, comprender, aplicar y analizar. El propósito de este instrumento fue evaluar el desempeño de los estudiantes en la resolución de tareas matemáticas. Los resultados obtenidos por los estudiantes en este diagnóstico fueron entregados a los profesores de primer año para que conocieran sus características de ingreso y se articularan de manera oportuna las acciones remediales con el Centro de Acompañamiento del Estudiante (CEADE), entidad encargada de implementar acciones de apoyo y acompañamiento académico, focalizándose principalmente en los estudiantes de primer y segundo año.

## **Formación curricular en primer año en la Facultad de Ingeniería**

La Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de la Santísima concepción posee un Modelo Formativo basado en resultados de aprendizaje y competencias. El modelo curricular para el estudiante de primer año, en el ámbito de la matemática contempla cuatro programas de actividad curricular: Álgebra, Cálculo I, Álgebra Lineal y Cálculo II. Los contenidos que se abordan en el primer semestre en los cursos de algebra son los siguientes: Elementos de lógica y conjuntos, Funciones, Trigonometría, Números Complejos, Polinomios, inducción matemática y Teorema del binomio. En el curso de Cálculo I, éstos son:  $R$  y la recta real,  $R^2$  y el plano cartesiano, Límite de funciones reales, Continuidad, derivada y sus aplicaciones. En relación a las habilidades cognitivas en los resultados de aprendizaje se declara que al término de la Actividad Curricular el estudiante será capaz de recordar, entender, aplicar y analizar los contenidos desarrollados en estos primeros cursos.

## **METODOLOGÍA**

### **Prueba de matemática**

Los 500 estudiantes de la Facultad de Ingeniería – Ingreso 2016 estuvieron distribuidos en 5 carreras de ingeniería civiles, a saber: Civil (CIV), Civil Eléctrica (ELE), Civil Geológica (GEO), Civil Industrial (IND) y Civil Informática (INF). De esta totalidad 160 de ellos fueron seleccionados para participar en la modalidad presencial del Programa de Inducción. De los estudiantes seleccionados 122 rindieron la prueba escrita de matemática en el día 1 del Programa de Inducción (última semana de febrero de 2016). La aplicación fue en la sala de clase y junto con el instrumento aplicado se les entregó una hoja de respuesta. La prueba consistió en 20 preguntas evaluadas, distribuidas en contenidos: 9 preguntas de Número y operaciones, 6 de Álgebra y 5 de Geometría analítica. A su vez las mismas preguntas se distribuyeron en habilidades como sigue: 2 preguntas asociadas a Recordar, 5 a Comprender, 9 a Aplicar y 4 a Analizar.

### **Procesamiento de los datos**

El procesamiento de los datos se realizó basándose en dos criterios de análisis de la información, el primero se ordenó la información de carácter general que identifica a cada carrera o grupo de referencia del estudiante, y el segundo estuvo relacionado con un ordenamiento por dimensión (contenidos y habilidades). El ordenamiento de la base de datos se realizó en formato Excel. Posteriormente, se procedió a verificar la consistencia e integridad de los datos respecto a los ítems del instrumento.

### **Aspectos estadísticos**

El universo correspondió a los estudiantes que se matricularon en alguna de las 5 carreras objetivos de la Facultad de Ingeniería de la UCSC el año 2016, vía PSU, esto es: 500 estudiantes. La muestra de estudiantes que rindieron la prueba y que terminaron el Programa de Inducción fue 122, los que fueron informados de los objetivos y alcances del estudio, por lo que en forma voluntaria procedieron a contestar la prueba de matemática en las hojas de respuesta, distribuidos en cinco salas de clases; además, firmaron una hoja de Consentimiento Informado ubicada al inicio del instrumento. El objetivo inicial de cobertura fue censar al Universo que ingresó el año 2016 (500 estudiantes); sin embargo, se logró contabilizar 122 respuestas (24,4%). La participación por carrera fue: CIV (18,0%), ELE (18,8%), GEO (23,8%), IND (12,3%) e INF (27,0%).

Se aplicó un ANOVA multifactorial considerando como variables dependientes los rendimientos alcanzados en contenidos y en habilidades, como factores la carrera, tipo de establecimiento y género. Se consideró una  $\alpha = 0,05$ . Se aplicó un test de Tukey para analizar el agrupamiento



Desde la Tabla 3, se observa que la variable colegio de procedencia (COL) tiene un efecto significativo sobre la habilidad Comprender (RH2) y Aplicar (RH3) ( $p < 0,05$ ), pero no afecta su concurrencia con el género y carrera; esta variable no presenta efectos significativos en las habilidades Recordar (RH1) y Analizar (RH4) ( $p > 0,05$ ). Por su parte, el género y carrera no presentan efectos significativos sobre las cuatro habilidades identificadas en el presente estudio.

**Tabla 3: ANOVA del efecto del género (GEN), colegio de procedencia (COL) y carrera (CAR) sobre las habilidades recordar (RH1), comprender (RH2), aplicar (RH3) y analizar (RH4) de los estudiantes que ingresaron a primer año en la Facultad de Ingeniería de la UCSC, año 2016.**

FACTOR	gl	RH1			RH2			RH3			RH4		
		MS	F	p-value	MS	F	p-value	MS	F	p-value	MS	F	p-value
GEN	1	1.096,0	1,224	0,271	23,9	0,044	0,834	0,0	0,000	0,998	1.191,4	2,707	0,103
COL	2	1.395,5	1,558	0,216	3.067,3	5,686	0,005	2.181,2	5,546	0,005	1.026,8	2,333	0,102
CAR	4	320,6	0,358	0,838	141,5	0,262	0,901	361,1	0,918	0,457	335,1	0,761	0,553
GEN*COL	2	344,6	0,385	0,682	62,0	0,115	0,892	119,2	0,303	0,739	679,4	1,544	0,219
GEN*CAR	4	315,6	0,352	0,842	92,9	0,172	0,952	132,2	0,336	0,853	197,3	0,448	0,773
COL*CAR	8	974,7	1,088	0,378	236,5	0,439	0,895	555,5	1,413	0,201	464,3	1,055	0,401
GEN*COL*CAR	3	686,7	0,767	0,515	243,6	0,452	0,717	565,3	1,437	0,237	72,3	0,164	0,920
Error	97	895,6			539,4			393,3			440,1		
Total	122												

En la figura 1, se presentan el porcentaje de logro de contenidos según colegio de procedencia, y en la figura 2, el porcentaje de logro de habilidades según colegio de procedencia.

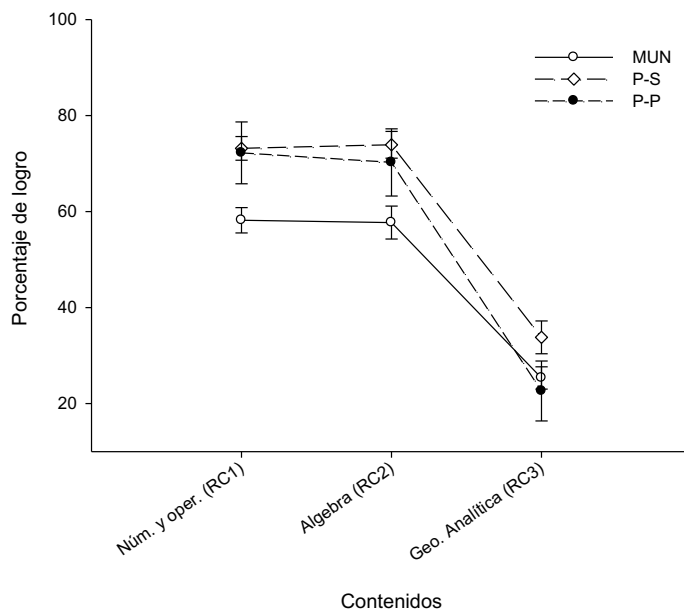


Fig. 1. Porcentaje de logro de contenidos de matemática por establecimiento de procedencia, en estudiantes que ingresan a carreras de ingeniería, año 2016.

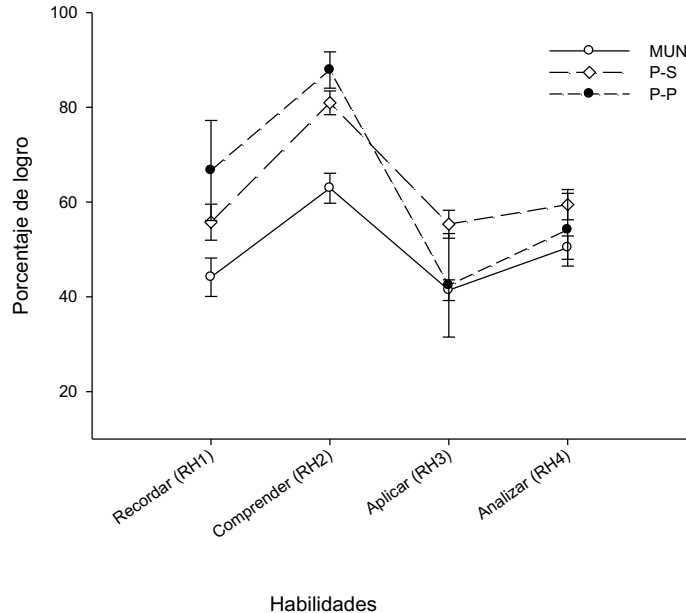


Fig. 2. Porcentajes de logro de habilidades por tipo de colegio de procedencia en estudiantes que ingresan a carreras de ingeniería, año 2016.

## CONCLUSIONES

Los estudiantes procedentes de establecimientos municipalizados evidenciaron en dos de los tres contenidos evaluados: Números y operaciones y Álgebra poseen un desempeño significativamente más bajo que los estudiantes provenientes de colegios particulares subvencionados y particulares pagados, considerando que el 50,28% de los estudiantes que ingresó el año 2016 provino de colegios municipalizados.

La variable correspondiente a tipo de establecimiento de procedencia tuvo un efecto significativo sobre las habilidades cognitivas correspondientes a comprender y aplicar.

Las variables correspondientes al género y carrera no presentaron un efecto significativo sobre los contenidos evaluados: Números y operaciones, Álgebra, Geometría analítica, de la misma forma sobre las habilidades cognitivas: recordar, comprender, aplicar y analizar.

Conocer las características de ingreso de los estudiantes constituye para la Universidad, en particular para el CEADE y los académicos que imparten clases en primer año de ingeniería, un importante aporte para realizar acciones pertinentes y oportunas en el fortalecimiento de los conocimientos previos requeridos para iniciar los primeros cursos de matemática, lo cual permitirá que los estudiantes accedan a los nuevos aprendizajes declarados en los programas de estudio de Álgebra y Cálculo I.

El año 2017 los estudiantes de ingeniería que asistieron al Programa de Inducción, modalidad presencial, participaron en el programa integrado de matemática, esto permitió trabajar estrategias de comprensión lectora y habilidades socio afectivas presentes en la resolución de problemas matemáticos.

## REFERENCIAS

Anderson, L., Krathwohl, D., eds. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Allyn and Bacon.

Bases curriculares/Programas de Estudio 1° a 4° medio – Matemática. Disponible en: <http://www.curriculumlineameduc.cl/605/w3-propertyvalue-77538.html>. Recuperado el 20 de marzo de 2016.

Clavero, F.H (2001). Habilidades Cognitivas. Notas del departamento de Psicología Evolutiva y de la educación. Universidad de Granada. España

Escalona, M. (2011). El perfeccionamiento de la enseñanza de la Matemática en la educación Superior. Su concreción en las carreras de ingeniería en la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”. Cuba. Revista Iberoamericana de educación ISSN: 1681-5653 n° 56/4. Disponible en: <file:///D:/Vigentes/Downloads/4410Escalona.pdf> . Recuperado el 20 de marzo de 2016.

Ezcurra, A. (2014). Igualdad en la Educación Superior – Un desafío mundial. Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Guzmán A., Obonaga E., Gutiérrez S, (2015). Competencias matemáticas, diseño y selección de tareas para el aprendizaje de las matemáticas en ingeniería. En XIV Conferencia Interamericana de educación Matemática. Chiapas, México.