

# Estilos de pensamiento como herramienta para la enseñanza de la matemática en estudiantes de ingeniería

Jaime Huincahue Arcos<sup>a</sup> y Claudio Gaete Peralta<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Universidad de Playa Ancha - Campus San Felipe. Chile

<sup>b</sup>Universidad Bernardo O'Higgins. Chile

jaime.huincahue@upla.cl, claudio.gaete@ubo.cl

## Resumen

Este trabajo estudia el perfil cognitivo de la carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Bernardo O'Higgins, para indagar cómo este puede ser considerado dentro de las asignaturas de Matemática que forman parte de su estructura curricular. Este estudio se analiza desde la Teoría del Autogobierno Mental de Sternberg (1997), en donde se realiza una comparación de la evolución de los estilos de pensamiento durante el tránsito de los estudiantes en esta carrera. Se concluye que las asignaturas de Matemática tienen las herramientas para poder guiar un estilo de pensamiento idóneo según el perfil de egreso y el proyecto educativo institucional.

## Introducción

El estudio del proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática ha sido motivo de especial preocupación para educadores, profesores, administradores, directivos, familia y especialmente, para los propios estudiantes. Doerr y Lesh (2011) evidencian los obstáculos que han acompañado durante largo tiempo a

este proceso en los diversos niveles y sistemas educativos, hasta el punto de considerarla uno de los ámbitos de mayor complejidad en la educación, explicando el reducido número de alumnos que logran adecuados grados de competencia y satisfacción por su desempeño (Burgos, 1992). Davis & Hersh (1998) reportan que la Matemática tiende a constituirse en un filtro selectivo en los distintos niveles educativos a escala mundial, evidenciado en las múltiples pruebas nacionales e internacionales.

En carreras como Ingeniería Civil Industrial (ICI), las matemáticas son insustituibles y vitales para la formación académica de sus estudiantes, independiente de la institución universitaria en donde estén insertas. En el diseño de su estructura curricular, la Matemática está agrupada en diferentes cursos y representa la base de múltiples contenidos que trascienden a la disciplina, cursando asignaturas relativas a esta ciencia durante varios semestres consecutivos, incluso estudiando simultáneamente varias asignaturas que no son parte de la Matemática, pero ven a ésta como una herramienta para fines relacionados con la formación.

En la Universidad Bernardo O'Higgins (UBO), el desarrollo de esta ciencia no es la excepción, declarando que "El Ingeniero Civil Industrial de la Universidad Bernardo O'Higgins es un profesional que maneja conocimientos tanto en

las ciencias básicas, ciencias de la ingeniería y de su especialidad" (Ingeniería Civil Industrial, 2014), lo que realza la importancia del desarrollo de esta disciplina en sus estudiantes. Hoy, la Facultad de Ingeniería y Administración de esta casa de estudios, tiene la necesidad de que sus estudiantes sepan modelar fenómenos con Matemática y su aplicación a futuros problemas de su trabajo.

El perfil de ingreso de la carrera de ICI de la UBO presenta ciertas características que la diferencian de otras instituciones chilenas:

- En esta carrera, la casa de estudios no propone criterios de selección, lo que tiene como consecuencia grados de conocimiento que generalmente resultan ser inferiores a otras universidades que sí presentan dichos criterios. Como consecuencia de esto, los conocimientos previos que poseen los estudiantes, resultan ser desconocidos por el docente universitario.
- Los programas de estudios de esta carrera están fuertemente correlacionados al Discurso Matemático Escolar (DME) (Morales, Mena, Vera y Rivera; 2012), dejando de lado, entre otras cosas, las habilidades que se pretenden desarrollar con respecto a su perfil de egreso, no existiendo una integración entre la matemática estudiada y dicho perfil de egreso que posee esta carrera.
- Las clases de Matemática son, en general, uniformes para todos los estudiantes y no se encargan de diferenciar la variedad de conocimientos, aptitudes y actitudes presentes en una sala de clases, factores importantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los estudiantes de ICI, en general, pertenecen a estratos socioeconómicos de nivel medio-bajo, siendo éste un factor en la obtención de bajos

puntajes en la Prueba de Selección Universitaria (PSU). Por otro lado, la Matemática enseñada muchas veces obvia las diversidades antes mencionadas, generando un obstáculo para el proceso de enseñanza y aprendizaje.

### Los estilos de pensamiento

El contexto establecido anteriormente formula la pregunta sobre cómo poder generar la dirección formativa idónea en los estudiantes en el aula. Para ello, la psicología educacional tiene a referentes que hasta el presente han sido capaces de generar propuestas. Howard Gardner (1998) es un referente con la "Teoría de las Inteligencias Múltiples", aunque con dificultades no menores cuando el ámbito educacional es el nivel superior. Además, un estudio desde la inteligencia acota en demasía la problemática de la educación por -al menos- un motivo: la influencia cultural es significativamente potente en la enseñanza de la ciencias cuando las exigencias mínimas consideran la habilidad de modelar, siendo necesario complementar el estudio de la inteligencia con características socioculturales, que sean dinámicas y que ofrezcan un mapeo del ser humano como un agente social, en lo posible, alejándose de la individualidad, sino más bien dirigida hacia las comunidades sociales existentes. En este caso, los estudiantes de ICI de la UBO.

En 1997, Robert Sternberg crea la Teoría del Autogobierno Mental (TAM), y define los estilos como "...una ruta del pensamiento". No es una habilidad, más bien, es una ruta preferida para usar las habilidades que uno tiene. Un estilo se refiere a cómo a alguien le gusta hacer algo" (Sternberg, 1997, p. 8). Estos estilos de pensamiento incluyen variables como el

entorno, la cultura, la escolaridad, la crianza y el género, en donde todas ellas podrán definir un lineamiento en las rutas del pensamiento de un estudiante. Existen ejemplos en la Matemática Educativa que han utilizado esta teoría, como son los trabajos de Borromeo-Ferri (2006) con los Estilos de Pensamiento Matemático relacionado a la Modelación Matemática.

La TAM asume como hipótesis que:

“la forma de gobernar que tenemos en el mundo no es coincidencia. Más aún, ellas son reflexiones externas de lo que ocurre en la mente de las personas. Así, las formas de gobernar que vemos son espejos de nuestras mentes” (Sternberg, 1997, p. 19).

Esto podría indicar por qué un estudiante hace o no hace alguna actividad a partir de sólo una forma de enseñanza mostrada en clases, pero por otro lado, también deja ver que se puede formar un gusto con procesos sociales, es decir, los estilos de pensamientos son dinámicos a través del tiempo, tienen múltiples variables que producen el desarrollo y evolución de éstos, que pueden inferir en las actividades internas y externas de la academia.

Los estilos de pensamiento permiten la caracterización de funciones y formas de pensamiento y niveles, alcances e inclinaciones del autogobierno mental. Según Sternberg (1997), las funciones son legislativas, ejecutivas y judiciales; las formas son monárquicas, jerárquicas, oligárquicas y anárquicas; los niveles son globales y locales; los alcances son internos y externos, y las inclinaciones son liberales y conservadoras. Sternberg genera el instrumento MSG Sternberg-Wagner Thinking Style Inventory (1997) para medir psicométricamente cada

función y forma de pensamiento y niveles, alcances e inclinaciones de su teoría.

La Matemática tiene características capaces de incidir en los estilos de pensamiento de los estudiantes, mediante la forma de enseñanza que utiliza en docente. Consideramos que la Modelación Matemática es una de las habilidades integradoras entre la Matemática y los requerimientos de la carrera de turno, por lo que su tratamiento en todos los cursos no debe ser sobre la base del DME que ya conocen los estudiantes, sino que a las necesidades de la carrera, las que deben trascender de los contenidos disciplinares mismos.

Si observamos los instrumentos evaluativos que son aplicados a estudiantes de secundaria, generalmente son dirigidos hacia un pensamiento convergente por sobre el divergente, ya que los incentivos institucionales son consecuencia de buenos resultados en las pruebas nacionales, como lo son el Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) o la Prueba de Selección Universitaria (PSU). El pensamiento convergente tiene la característica de realizar preguntas de selección múltiple, siendo éstas las únicas consideradas en la construcción de las pruebas anteriormente mencionadas. En síntesis, los estudiantes que salen del sistema secundario generalmente reciben su enseñanza a través de un pensamiento convergente, y según las características demandadas por un perfil de egreso. Es necesaria, entonces, la promoción de un pensamiento divergente en correspondencia con la idoneidad requerida para llegar a ser un Ingeniero Civil Industrial en esta casa de estudios.

## Resultados y discusión

Para conocer el perfil cognitivo del egresado

de ICI de la UBO se ha considerado el perfil de egreso, documentos del Departamento de Formación Integral de la UBO y una entrevista al director de la carrera. En el estudio de los datos se establecen las siguientes características esperadas del profesional:

- La ética es un sello de la carrera.
- La creatividad es una característica que se pretende desarrollar en los estudiantes.
- Son líderes en su ocupación.
- Hoy los egresados poseen un enfoque operacional, pero el horizonte es la creación.
- El egresado debe evaluar reglas y procedimientos y juzgar tareas.
- Debe tener cierto dominio en áreas multidisciplinares. Debe saber gestión en distintas áreas de la industria, habilidades de liderazgo y emprendimiento.
- Debe tener desplante y seguridad.
- En la carrera se requiere que se observen problemas a nivel macro y micro.

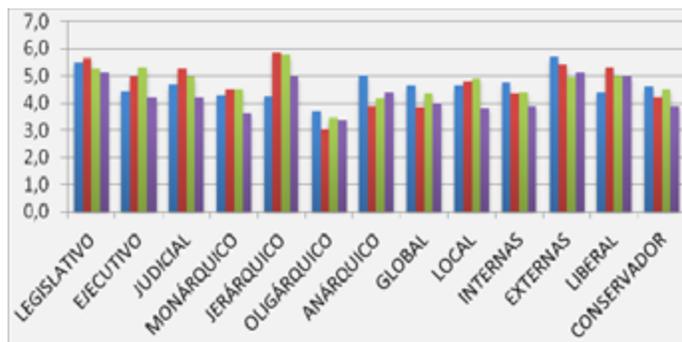
Se ha realizado una experimentación utilizando como instrumento MSG Sternberg-Wagner Thinking Style Inventory (1997), aplicado aproximadamente al 43%, 44% y 33% de los estudiantes hombres en primer, tercer y último año respectivamente. Para una mejor correlación de datos se han considerado sólo hombres, ya que ellos representan el 68% del total de estudiantes de esta carrera.

Los resultados entregan el desarrollo de las funciones, formas, niveles, alcances e inclinaciones de los estilos de pensamiento, en donde las interpretaciones son realizadas a través de Sternberg (1997) y Escurra, Delgado y Quezada (2001). Se observa (Ver gráfica 1), que en la función legislativa no existe una variación significativa, no así en las función ejecutiva y judicial, ya que aumentan progresivamente a

través de la carrera, concluyendo que prefieren seguir reglas, aceptando generalmente las actividades que propone una función legislativa (Sternberg, 1997). Además, que sea judicial significa que en una situación problema, prefieren juzgar ideas y realizar críticas en las formas de hacer las cosas de otras personas. Las formas del pensamiento aluden a que la formación promueve una forma jerárquica, significando que los estudiantes dan diferentes valoraciones a múltiples tareas dentro de su futuro quehacer profesional, aunque muestran indicadores altamente monárquicos, es decir, personas que abordan problemas desde un sólo punto de vista, fijando sus metas solamente sobre la base de sus preferencias, considerando el resto sin mayor importancia. Los bajos indicadores del pensamiento oligárquico y anárquico son correspondidos con las altas puntuaciones de la forma del pensamiento jerárquico y la baja puntuación de la función del pensamiento legislativo, respectivamente, este último es también correlacionado por los niveles de la función ejecutiva. Con respecto a los niveles del pensamiento, se evidencia que los estudiantes prefieren ser más locales que globales, dando evidencia de que la formación aumenta el nivel local, no así el nivel global; esto significa que los estudiantes prefieren mantener el pensamiento en un micronivel más que en un macronivel en cuanto a las tareas de su profesión. No existen diferencias significativas en cuanto al alcance interno del pensamiento, aunque existe una promoción del pensamiento interno, significando que prefieren ser personas más introvertidas que extrovertidas. Finalmente, las inclinaciones del pensamiento son promovidas en una dirección conservadora por sobre la liberal, es decir, evitan el cambio y prefieren seguir una rutina, en vez de ir más allá de los procedimientos y reglas existentes.

A partir de los resultados, notamos que los estudiantes de ICI adquieren el estilo Ejecutivo, en concordancia con el enfoque operacional que los estudiantes poseen actualmente, según lo declarado de forma explícita por su director de carrera.

El estilo liberal puede ser ligado a la innovación y al emprendimiento, deseables en el desarrollo de un ingeniero idóneo. Los estudiantes de ICI ingresan a la UBO no prefiriendo ser liberales, pero al finalizar sus estudios, evidencian ligeras preferencias de este estilo. A partir de esto, interpretamos que la carrera influye en el aprendizaje de este estilo, conforme a los objetivos trazados en su perfil de egreso. Además, se evidencian indicios de que el horizonte de esta carrera apunta hacia constructos creacionales.



Gráfica 1. Resultados de la aplicación del instrumento MSG Sternberg-Wagner Thinking Style Inventory (1997). El color azul, rojo y verde corresponden a los resultados de primer, tercer y último año, respectivamente. El puntaje bajo el nivel de la barra morada significa que no se prefiere el estilo, mientras que sobre el rango morado, existirán preferencias por ese estilo tiene la persona/comunidad.

Existe mayor variación en el estilo conservador, puesto que los estudiantes al momento de ingresar y egresar de esta institución poseen dicha preferencia; lo que podría interpretarse

como una actitud neutral en el desarrollo de este estilo por parte de la UBO. En relación a esto y al realizar un contraste entre los estilos liberal y conservador, interpretamos que la UBO está apuntando a formar ingenieros que buscan innovar, pero que a la vez son conscientes de que están insertos dentro de una estructura de trabajo tradicional. Además, la Matemática es una empresa rígida en su manipulación formal, a partir de una axiomática se levantan resultados con una lógica generalmente aristotélica asociado al tradicional DME, lo que hace resaltar índices conservadores en el uso de la disciplina, esencialmente para respetar los constructos con los que se ha presentado la Matemática.

En cuanto al desplante y seguridad (ligados al alcance Externo), características que deben estar presentes en este tipo de profesionales, dicha casa de estudios tiene claridad que en el perfil de ingreso tales habilidades reflejan lo contrario, por lo que la UBO busca potenciar su desarrollo para cumplir con lo estipulado en su perfil de egreso. Sin embargo, notamos un proceso "inverso" en esta búsqueda: en vez de potenciar esta característica, se debilita.

Durante el presente año, la UBO aplicó el llamado test de Estilos de Aprendizaje de Kolb a 973 estudiantes que cursan primer año. Esto permitió identificar características personales sobre la forma en cómo es procesada la información. Dentro de la carrera de ICI, los resultados de este test arrojaron una identificación con el Estilo de Aprendizaje Divergente: personas que funcionan bien en situaciones que exigen producción de ideas y cuya fortaleza resulta ser la capacidad imaginativa, que tienden a considerar situaciones concretas desde muchas perspectivas. Esto significa que los estudiantes tienen características divergentes del aprendizaje.

La multidisciplinaridad que necesita el profesional requiere en la forma del pensamiento una jerarquización de tareas y un bajo nivel de oligarquía, lo cual inculcado por la institución. Sin embargo, se muestran nuevamente evidencias de bajos índices del pensamiento anárquico, lo que es correlacionado con bajos rasgos de creatividad en su futura práctica (Sternberg, 1997).

Las prácticas del docente requieren cambios de enfoque entre un nivel micro y macro del pensamiento, lo que no se refleja con los resultados obtenidos de los estudiantes.

El estilo local muestra mayor preferencia tanto al momento de ingresar como de egresar, reflejando una tendencia en el transcurso de la carrera. Es decir, la institución mantiene una focalización en cuestiones específicas por sobre las generales. Se concluye que las habilidades que fomenta la Matemática pueden ser tratadas para fortalecer habilidades necesarias del pensamiento en su práctica profesional, desde actividades que robustezcan la creatividad, variaciones en un micro y un macro nivel de las tareas y seguridad y confianza asociados tanto a la creencia de sus resultados como a las rutas elegidas para la resolución de las tareas matemáticas.

Davis, P., & Hersh, R. (1988). *Experiencias matemáticas*. Barcelona: Labor-MEC.

Doerr, H. M., & Lesh, R. A. (2011). *Models and modelling perspectives on teaching and learning mathematics in the twenty-first century*. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling*, (pp. 247-268). New York: Springer.

Escurra L., Delgado A. y Quezada R. (2001). *Estilos de pensamiento en estudiantes de la U.N.M.S.M. Revista de Investigación en Psicología*, 4(1), p. 9-34.

Gardner H. (1998). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*, Paidós: Barcelona.

Ingeniería Civil Industrial (2014). *Perfil de Egreso*. Recuperado el 1 de octubre de 2014 de [http://www.ubo.cl/facultad\\_ingenieria/ingenieria\\_civil\\_industrial\\_ubo.php](http://www.ubo.cl/facultad_ingenieria/ingenieria_civil_industrial_ubo.php)

Morales A, Mena J., Vera F. y Rivera R. *El rol del tiempo en un proceso de modelación utilizando videos de experimentos físicos. Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 237-256.

Sternberg, R. (1997). *Thinking Styles*. New York: Cambridge University Press.

## Referencias

Borromeo-Ferri R. (2006). *Theoretical and empirical differentiations of phases in the modeling process. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 86-95.

Burgos, M. (1992). *Análisis del Rendimiento Académico en Matemáticas. Trabajo de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia*.