

Reflexión sobre el nivel de competencia en matemáticas básicas por parte de estudiantes de cálculo diferencial en educación superior

Andrés Hernández-Quintana

Instituto Tecnológico de Chihuahua II
andres.hernandez.quintana@gmail.com

Jesús Humberto Cuevas Acosta

Instituto Tecnológico de Chihuahua II
jesus.humberto.cuevas@outlook.com

Resumen

Se reflexiona sobre la importancia de conocer el nivel de competencia en *álgebra*, *trigonometría*, *geometría analítica* y *geometría plana* que tienen los alumnos de nuevo ingreso en instituciones de educación superior. Paralelamente, se hace una propuesta de trabajo para aplicarse en un Instituto Tecnológico Federal a partir de los niveles de respuesta de la Taxonomía SOLO.

Palabras clave: matemática básica, cálculo diferencial, taxonomía SOLO.

Introducción

La enseñanza de las ciencias básicas es considerada una de las actividades más demandantes para el profesorado. Es en esas áreas donde se presentan la mayoría de los problemas de índole académica que aquejan a estudiantes, docentes, investigadores y autoridades en todos los niveles educativos. Así, enseñar matemáticas, física, química y biología, implica la consideración de múltiples factores como el dominio disciplinar del profesor, los antecedentes académicos del estudiantado e incluso aspectos de índole social y económica para alcanzar los objetivos establecidos en los planes y programas de estudio.

Producto de lo anterior, se han realizado numerosos estudios -desde diferentes perspectivas y alcances- para evaluar los efectos de dichos factores en el desempeño escolar.

En el caso particular de las ciencias matemáticas, sobresalen las indagaciones efectuadas en las áreas de *álgebra*, *trigonometría*, *geometría*, *estocástica* y *cálculo infinitesimal*. La mayoría de estas indagaciones han tenido como propósito someter a prueba didácticas específicas, probar métodos alternos de evaluación, examinar las actitudes de estudiantes y profesores respecto de las matemáticas, medir la calidad y estilos de aprendizajes, entre otros. Se han obtenido resultados valiosos que han permitido caracterizar de mejor manera la problemática existente, sin embargo se siguen presentando altos índices de reprobación, rezago y deserción escolar en todos los niveles. En consecuencia, se han creado foros académicos nacionales e internacionales para analizar la problemática, compartir experiencias y generar alternativas de solución. Muchos de estos foros los han auspiciado organismos y asociaciones académicas de reconocido prestigio, la mayoría de ellos con el apoyo de gobiernos locales y nacionales.

En el caso de México, esta situación no ha pasado desapercibida. De acuerdo con los resultados de la prueba ENLACE 2012 aplicada en el nivel medio superior (décimo, undécimo y duodécimo grado), aplicación que contempla los niveles de dominio *insuficiente*, *elemental*, *bueno* y *excelente*, aproximadamente el 69.2% de los estudiantes están por debajo del nivel *bueno* en habilidad matemática (SEP, 2012). En la siguiente figura se muestra un panorama general de los resultados oficiales:

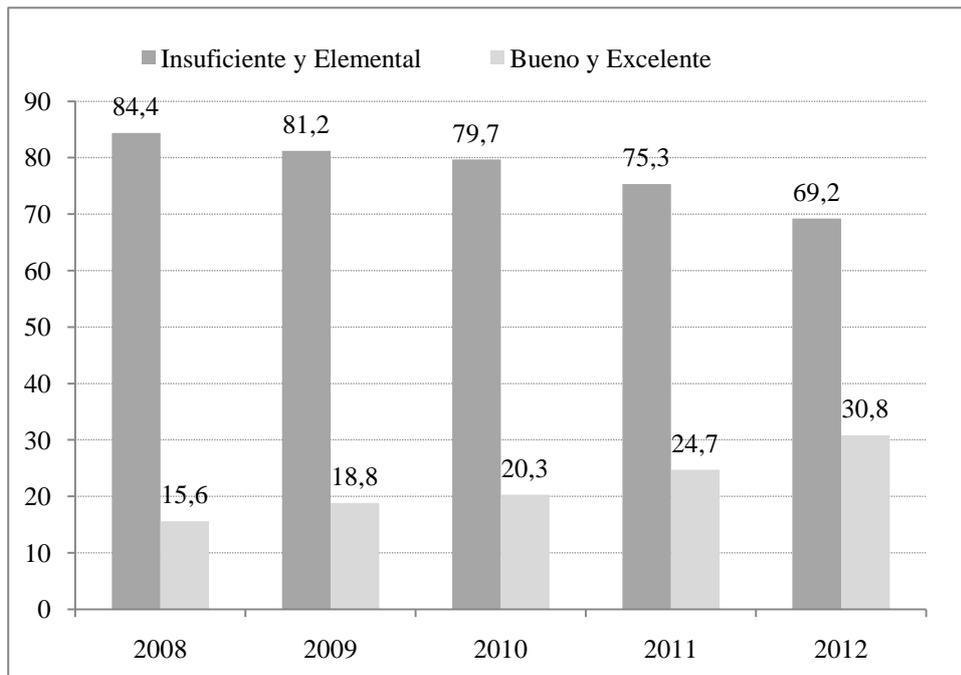


Figura 1. Resultados en habilidad matemática por estudiantes en último grado de bachillerato

Ciertamente, hay avances respecto de los resultados de las cuatro aplicaciones anteriores, sin embargo, la problemática es aún grave si se considera que una proporción importante de estos estudiantes intentarán ingresar a una institución de educación superior al terminar su ciclo escolar.

El Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) integra una gran cantidad de instituciones de educación tecnológica en la nación. Hoy en día existen 261 instituciones, de las cuales 125 son Institutos Tecnológicos Federales (ITF), 130 Institutos Tecnológicos Descentralizados (ITD), 4 Centros Regionales de Optimización y Desarrollo de Equipo (CRODES), un Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) y un Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET). Este sistema actualmente atiende alrededor de 440,116 estudiantes inscritos en alguno de los 30 programas de licenciatura, 98 de maestría, 6 especialidades y 18 doctorados en las 31 Entidades Federativas y el Distrito Federal. Es importante mencionar que aunque su oferta académica es variada, está orientada principalmente a la ingeniería. (DGEST, 2008).

El Instituto Tecnológico de Chihuahua II (ITCH II) es una institución representativa del SNIT creada en 1987. Actualmente oferta 6 carreras profesionales y dos programas de maestría en las que cursan sus estudios alrededor de 2,500 estudiantes, la mayoría de ellos en cuatro carreras de ingeniería, a saber, *Industrial (II)*, *Sistemas Computacionales (ISC)*, *Gestión Empresarial (IGE)*, e *Informática (IINF)*. En sus 25 años de trabajo continuo, el ITCH II ha formado una gran cantidad de profesionales que se han insertado de forma exitosa en el sector productivo de la región. También ha colaborado en diversos programas de apoyo social y goza de gran aceptación por parte de la comunidad.

No obstante, también ha enfrentado problemas de distinto tipo. Uno de los más representativos es el alto índice de reprobación estudiantil, especialmente en las asignaturas de ciencias básicas. Este problema ha generado preocupación en la comunidad académica debido a las consecuencias que acarrea como el rezago y deserción escolar. Esta problemática se presenta regularmente en el curso de las asignaturas de matemáticas, que en el caso de las carreras de ingeniería, son al menos cinco: *cálculo diferencial*, *cálculo integral*, *álgebra lineal*, *cálculo vectorial* y *ecuaciones diferenciales*. Este fenómeno se hace más notorio en la materia de *Cálculo diferencial* que se cursa en el semestre inicial de las carreras. De acuerdo con las cifras de la institución los índices de reprobación en los últimos cinco años se han comportado como se muestra en la siguiente figura:

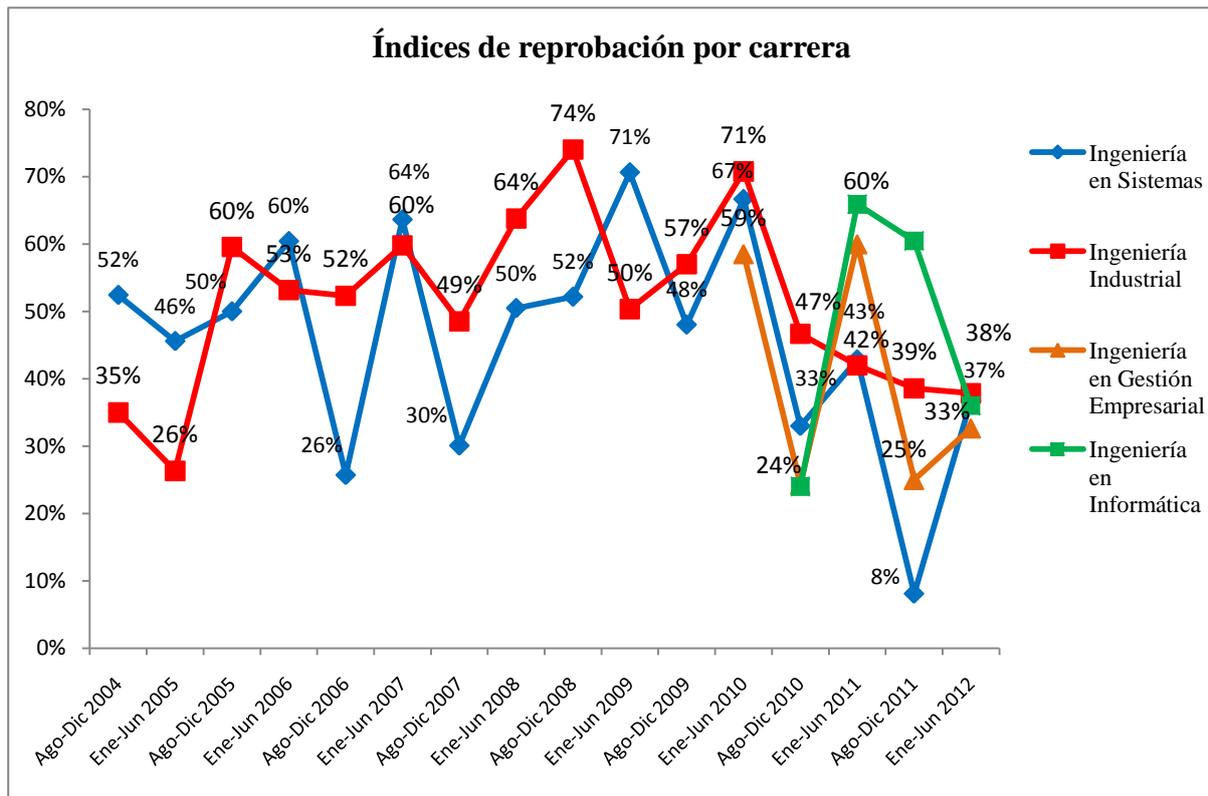


Figura 2. Índices de reprobación en Cálculo diferencial de los últimos 5 años en el ITCH II

Puede notarse que el problema de reprobación en Cálculo diferencial continúa en todas las carreras. Los índices de reprobación no han descendido y siguen un patrón de comportamiento horizontal en todas las carreras, incluyendo las de reciente creación como IGE e IINF.

Una consecuencia inmediata de estos resultados es el rezago académico del estudiantado y el aumento en el riesgo de formar parte de la estadística de deserción posterior, ya que en los *Lineamientos para la Evaluación y Acreditación de Asignaturas 2009-2010* (DGEST, 2010) se estipula que se tienen tres oportunidades para acreditar una materia: *ordinario*, *repetición* y *especial*. El mismo documento indica que:

“4.2.14 Si el estudiante no acredita la asignatura en el curso especial será dado de **baja definitiva** de los Institutos Tecnológicos dependientes de la Dirección General de Educación Superior Tecnológica”. (DGEST, 2010, pp. 5)

Como se indicó líneas atrás, existen diversos factores que pueden causar los problemas de reprobación y sus consecuencias posteriores. Unos estrictamente académicos, otros de características socioeconómicas y quizá algunos más de tipo indeterminado. En el caso de los factores académicos, regularmente se consideran los siguientes: (1) dominio de la disciplina por parte del profesor, (2) didáctica utilizada, (3) métodos para evaluar aprendizajes, (4) estilos de aprendizaje estudiantil, y, (5) antecedentes escolares del alumnado.

En la materia de *cálculo diferencial*, los resultados de las entrevistas con el profesorado señalan que las causas principales de reprobación obedecen a un bajo dominio y reducidas *competencias en matemáticas básicas*. En el caso específico de éstas últimas, el programa de estudios contempla como antecedentes a las siguientes (DGEST, 2009):

- Manejar operaciones algebraicas.
- Resolver ecuaciones de primer y segundo grado con una incógnita.
- Resolver ecuaciones simultáneas con dos incógnitas.
- Manejar razones trigonométricas e identidades trigonométricas.
- Identificar los lugares geométricos que representan rectas o cónicas.

Se observa que para lograr los objetivos planteados en la materia es necesario ser competente en las disciplinas de *álgebra*, *trigonometría*, *geometría plana* y *geometría analítica*.

En virtud de que la gran mayoría de los estudiantes de esta materia son de nuevo ingreso en el ITCH II, resulta necesario conocer su grado de dominio disciplinar y el nivel de competencia que forma parte de su bagaje cultural con el que trabajarán los tópicos en cálculo.

Por otra parte, durante los últimos 6 años, el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) ha diseñado, aplicado y monitoreado la Evaluación Nacional

de Ingreso a la Educación Superior (EXANI-II). De acuerdo con este centro, este examen es una prueba de selección que tiene como objetivo medir habilidades y conocimientos para quienes aspiran a realizar estudios profesionales. De acuerdo con el CENEVAL, la prueba:

“... proporciona información integral a las instituciones sobre quiénes son los aspirantes con mayores posibilidades de éxito en los estudios de licenciatura y cuál es su nivel de desempeño en áreas fundamentales para el nivel superior.

Integra dos pruebas:

EXANI-II de selección, que explora la capacidad de razonamiento a partir de mensajes verbales, numéricos y gráficos, y además mide el acervo alcanzado por los sustentantes en las áreas de razonamiento lógico-matemático, razonamiento verbal, matemáticas, español y tecnologías de información y comunicación. Su objetivo es establecer el nivel de potencialidad de un individuo para lograr nuevos aprendizajes, por lo que todo sustentante debe responderlo. Ofrece a las instituciones usuarias información útil al tomar decisiones sobre el ingreso de los aspirantes.

EXANI-II de diagnóstico, que revela el nivel de habilidades y conocimientos de la población que sustentó el examen en cinco áreas temáticas fundamentales, relacionadas con el perfil de la carrera a la que se desea ingresar”. (CENEVAL, 2011, pp. 7-8).

Es pertinente señalar que estas pruebas tienen sólidas propiedades de medida y continuamente están en revisión por parte de expertos en evaluación de reconocido prestigio internacional. Por tales motivos, la prueba es un excelente mecanismo para examinar habilidades y conocimientos globales, destacando los relacionados con la matemática básica.

Sin embargo, las características de la problemática de los altos índices de reprobación que se presentan en *cálculo diferencial*, hace necesario conocer el grado de dominio y desempeño competencial en los tópicos específicos mencionados con antelación. Con la prueba del CENEVAL es difícil saber de manera puntual el nivel de desempeño específico en esos tópicos, se pueden conocer resultados y puntajes globales por área disciplinar, pero es difícil tener datos sobre el desempeño en tópicos puntuales. De manera particular, es necesario dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Cuál es el nivel de competencia en las disciplinas de *álgebra*, *trigonometría*, *geometría analítica* y *geometría plana* que tienen los alumnos de nuevo ingreso?, ¿qué proporción de alumnos tienen un nivel de competencia “insuficiente” en estas disciplinas?, ¿en qué dominios específicos presentan los alumnos de nuevo ingreso mayores deficiencias?, ¿qué proporción del alumnado tienen un nivel de competencia “suficiente” en *estas disciplinas*?, ¿cuáles son las diferencias y similitudes en el desempeño en cada una de estas disciplinas?, ¿cuáles son los tópicos particulares en los que presentan mayores deficiencias en cada una de las disciplinas?, y ¿en qué medida se asemeja el nivel de competencia en estas áreas del saber entre los alumnos de nuevo ingreso que cursan la materia de *cálculo diferencial* en las carreras de *II*, *ISC*, *IGE* e *IINF*?

En este estudio se plantea una propuesta de trabajo que permita describir el nivel de competencia puntual en las disciplinas de *álgebra*, *trigonometría*, *geometría plana* y *geometría analítica* con que cuentan los estudiantes inscritos en la asignatura de *Cálculo diferencial* que se imparte en las carreras de ingeniería del ITCH II. Especialmente interesa determinar el grado de competencia en tópicos torales en cada disciplina.

IMPORTANCIA DE EFECTUAR UN ESTUDIO DIAGNÓSTICO.

Los estudiantes de nuevo ingreso a las carreras de ingeniería que oferta el ITCH II provienen de diversos subsistemas de educación media superior. Así, es común encontrar estudiantes procedentes de Colegios de Bachilleres (COBACH), Centros de Bachillerato Tecnológico (CBTis y CBTa), Colegios de Educación Profesional Técnica (CONALEP), Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT), preparatorias generales, abiertas y a distancia, entre otros. Si a lo anterior se suma que los bachilleratos tienen orientaciones diametralmente opuestas –física y matemáticas, economía y administración, química y biología, humanidades, entre otras-, el bagaje cultural en el campo de las matemáticas es muy diverso. Por tal razón es pertinente realizar un diagnóstico puntual que permita conocer nivel de desempeño en estas áreas.

Realizar un diagnóstico puntual generará información valiosa respecto de *qué saben*, *cómo lo saben* y *en qué medida saben* y son capaces los estudiantes de resolver situaciones-

problema que demanden el uso de métodos y operaciones algebraicas, trigonométricas y geométricas de uso común –y necesario- en Cálculo diferencial, y que difícilmente se pueden dilucidar con la prueba del CENEVAL. Por otra parte, esta información se obtendrá de manera individual y grupal, lo cual le confiere mayores ventajas a la hora de tomar decisiones.

El profesorado de ciencias básicas se verá beneficiado porque con los datos obtenidos en el estudio podrá adoptar medidas de acción colegiadas para instrumentar actividades de intervención didáctica y de evaluación individual y grupal de manera inmediata. En consecuencia, el alumnado estará informado sobre las áreas en que su desempeño es el adecuado y en las que necesita mejorar.

Debido a que en el ITCH II existe un programa de tutorías relativamente consolidado, los datos emanados de este estudio pueden favorecer las actividades del tutor, especialmente en lo relacionado con la orientación académica y acercarle recursos humanos y materiales para que el estudiante progrese satisfactoriamente en la asignatura.

La institución se verá beneficiada por diversas razones. La primera es que el estudio le permitirá caracterizar al estudiantado de nuevo ingreso desde la perspectiva académica en las disciplinas antes enunciadas. La segunda es que conocer los atributos de sus nuevos estudiantes proporcionará evidencia objetiva para mejorar la interacción con los subsistemas de educación media superior. También coadyuvará a tomar otras líneas de acción para prevenir y reducir los altos índices de reprobación escolar y reducir el costo económico por alumno asociado al rezago escolar.

El estudio es factible de realizar porque no se requiere de una gran inversión económica, se dispone del tiempo suficiente para hacerlo, se cuenta con la plataforma informática necesaria, pero sobre todo porque se tiene cercanía con la población bajo estudio.

¿QUÉ ALCANCE DEBE TENER UN ESTUDIO DE ESTAS CARACTERÍSTICAS?

Para lograr el propósito de esta indagación y responder a las interrogantes formuladas se requiere examinar aspectos desde la perspectiva *disciplinar*, así, el alcance del estudio

transitará por diversas fases a medida que avance. Para efectos de utilizar una categorización claramente diferenciada, se consideró útil usar la nomenclatura de Sampieri, Fernández y Baptista (2010).

El estudio será *exploratorio* debido a que se han hecho pocos estudios de este tipo en el contexto del ITCH II y porque se examinará el nivel de competencia estudiantil en tópicos muy particulares en disciplinas de matemáticas básicas. Tradicionalmente los análisis se hacen de manera global, lo que hace difícil tomar decisiones precisas. También será *descriptivo* porque se pretende caracterizar al estudiantado términos de su desempeño disciplinar, además de identificar, describir y comparar las principales fortalezas y debilidades en dichas disciplinas. El estudio también contará con un componente *correlacional* porque se intentará medir grados de asociación entre diversas variables.

GUÍA TEÓRICA Y PROCEDIMENTAL

En virtud de las características de la problemática planteada líneas atrás, del subsistema educativo al que pertenece el ITCH II, y al propósito de esta indagación, es necesario tener una guía teórica y procedimental congruente con el modelo educativo que opera en el Sistema Nacional de los Institutos Tecnológicos (SNIT). De igual forma, también se valora necesario utilizar una taxonomía para determinar la estructura de los resultados de aprendizaje esperado, especialmente para medir la calidad de una respuesta. Esta taxonomía también deberá tenerse en cuenta al momento de elaborar los reactivos de medición.

Inicialmente, es importante indicar que el *Modelo Educativo para el Siglo XXI* es el eje rector en la elaboración de planes y programas de estudio en las instituciones pertenecientes al SNIT. De acuerdo con el documento maestro (SNIT, 2004) este modelo se sustenta en tres dimensiones: (1) filosófica, que con base en valores le dan sentido y dirección humana, histórica y política; (2) académica, que integra los parámetros de referencia para la formación profesional, la concepción del aprendizaje y sus condiciones, así como los estándares de la práctica educativa en el SNIT; (3) organizacional, que coadyuva al cumplimiento de los fines del modelo y garantiza la correcta aplicación de los recursos. De igual manera, en este documento se menciona que estas tres dimensiones conforman un

modelo sistémico regido por un *proceso educativo* integrado por cinco procesos estratégicos, a saber, académico, planeación, administración de recursos, vinculación y difusión de la cultura, y el de innovación y calidad.

Por otra parte, es pertinente señalar la dificultad para conceptualizar de manera puntual el término *competencia*. Como mencionan Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Maletá, M., Siufi, G., & Wagenaar, R. (2007), la definición del término competencia no es un ejercicio sencillo ya que conlleva nociones como concepción del modo de producción y transmisión del conocimiento, la relación educación-sociedad; misión, valores y propósitos del sistema educativo, prácticas de enseñanza y evaluación de los docentes y desempeño del estudiantado.

En este estudio, se asume el concepto de competencia como combinación dinámica de conocimiento, comprensión, capacidades y habilidades de un individuo para resolver una situación problema particular. Asimismo, se adopta la clasificación de competencia como genérica y específica, entendiendo las primeras como las competencias comunes a cualquier estudiante por egresar de nivel superior, y las segundas orientadas a cada campo del saber particular.

Debe decirse que los modelos educativos basados en competencias han tenido una gran aceptación en diversas naciones en los cinco continentes. En el caso de América Latina, fueron 19 países los que formaron parte del Proyecto Tuning, incluyendo a México (Benetoin, et al, 2007). De alguna manera, este proyecto influyó en la planeación y confección de las reformas en los planes de estudio de los Institutos Tecnológicos.

Respecto de la taxonomía que se recomienda utilizar como guía para elaborar y categorizar el instrumento de medición y evaluar la calidad de las respuestas de los estudiantes en términos de aprendizaje, se considera que la *Taxonomía SOLO* (Structure of the Observed Learning Outcome) desarrollada por Biggs & Collis (1982) reúne las características necesarias para alcanzar el propósito planteado en el estudio.

El origen de esta taxonomía se remonta a la década de 1980. Tiene una gran influencia de los postulados de Jean Piaget relacionados con el desarrollo cognitivo. De acuerdo con sus creadores, al utilizarla deben tenerse presentes dos aspectos, a saber, los *modos de funcionar* y los *ciclos de aprendizaje*. Los modos están relacionados con las etapas piagetanas y los ciclos tienen relación con la descripción de la estructura de una respuesta como un fenómeno en si mismo. Según Huerta (1999), Biggs & Collis (1991) observaron que:

... «en la progresión desde la incompetencia hasta la maestría, los estudiantes muestran una secuencia consistente, o ciclo de aprendizaje, que es generalizable a una gran variedad de tareas y en particular a las tareas escolares». Esta secuencia se refiere a un progreso jerárquico en la complejidad estructural de sus respuestas, cualquiera que sea el modo de funcionar o modo de representación en el que se exprese el aprendizaje. Esta jerarquía, se dice, puede darnos información de hasta dónde ha llegado el aprendizaje en relación con una cierta maestría y con referencia a un modo particular de funcionar y que además puede usarse para clasificar los resultados del aprendizaje dentro de un modo dado (Biggs y Collis, 1991).

Este sistema jerárquico es lo que constituye la taxonomía SOLO y, según los autores, puede usarse tanto para evaluar la calidad del aprendizaje como para establecer los objetivos del currículo (Huerta, 1999, p. 292).

Los niveles de respuesta contemplados en la taxonomía son: (1) *preestructural*: representa el uso, en la respuesta, de aspectos no relevantes del modo de funcionar; es decir, respuestas en las que no se usan aquellos elementos que son necesarios para poder identificar un modo de funcionar; (2) *uniestructural*: respuestas en las que se usa sólo un aspecto relevante del modo de funcionar; (3) *multiestructural*: respuestas en las que se procesan diferentes aspectos disjuntos del modo de funcionar, normalmente en una secuencia; (4) *relacional*: respuestas en las que se manifiesta una comprensión integrada de las relaciones entre los diferentes aspectos usados del modo de funcionar; y, (5) *abstracción ampliada*: respuestas que hacen uso de principios, hechos, procesos, etc. más abstractos que aquéllos que describen el modo de funcionar actual. En la siguiente figura se presentan estos niveles, extrapolados al ámbito educativo:

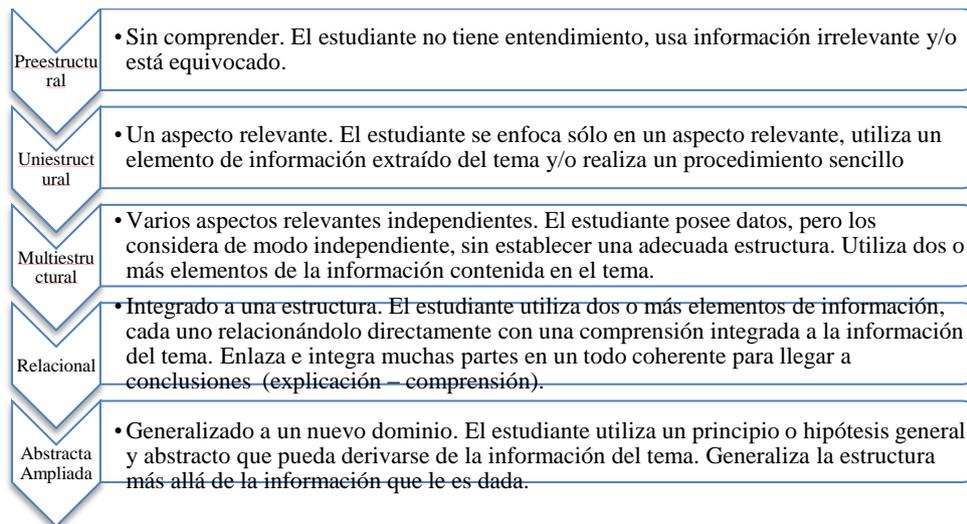


Figura 3. Niveles de la Taxonomía SOLO.

Es necesario señalar que esta taxonomía se ha utilizado en múltiples indagaciones en distintos campos del saber. La literatura existente es abundante, algunos de los trabajos más representativos son: de Anglat (2010a, 2010b); Brabrand & Dahl (2007, 2009); Rosario, Núñez, González, Almeida, Soares & Rubio (2005); Carrascal (2010); Ramírez, Chavarría, Barahona & Mora (2009); Vallecillos & Moreno (2003); Biggs & Tang (2011); González (2010); y Young (2009).

MÉTODO DE TRABAJO

Debido a las características de la problemática a examinar y al objetivo del estudio, se cree necesario utilizar un enfoque de trabajo mixto, aunque con preponderancia en el uso de técnicas cuantitativa en la mayoría de las fases del estudio.

La población bajo análisis estará constituida por los estudiantes de nuevo ingreso a las diversas carreras de ingeniería en el ITCH II. Se utilizará un muestreo estratificado, en el que los estratos estarán conformados por los diferentes bachilleratos cursados anteriormente por los estudiantes –físico matemático, económico administrativo, químico biólogo, tecnológico y humanidades-.

Para la realización del estudio se tienen contempladas cuatro fases relacionadas entre sí. Durante la fase 1, se identificarán los tópicos más representativos en los campos de *álgebra*, *trigonometría*, *geometría plana* y *geometría analítica*, en los que es necesario tener cierto

nivel de competencia para poder desempeñarse adecuadamente en la asignatura de *cálculo diferencial* que se imparte en las carreras de Ingeniería. Posteriormente, en la fase 2 se diseñará y validará un instrumento para acopiar información puntual sobre el desempeño del estudiantado. En la fase 3 se aplicará el instrumento a los participantes. Finalmente, en la fase 4 se efectuará un análisis cualitativo y cuantitativo de los resultados, a la luz de los niveles de respuesta de la *Taxonomía SOLO*.

Es importante señalar que para cada tópico examinado, se elaborarán un máximo de cuatro reactivos -el nivel 1 de la taxonomía implica la no comprensión-, uno por cada nivel taxonómico. En el anexo 1 se muestra un ejemplo de lo anterior. De forma paralela, se consultará a expertos en enseñanza de las matemáticas para establecer los grados de dificultad de cada reactivo.

La aplicación del instrumento se hará de manera digital a través de un portal web creado ex profeso. Para codificar los reactivos y dar tratamiento estadístico a los datos, se utilizará el programa de cómputo SPSS v.21 en español.

Conclusión

Tradicionalmente se ha considerado a la enseñanza de las ciencias básicas como una de las actividades más demandantes para el profesorado. Aún hoy, es donde se presentan la mayoría de los problemas académicos como reprobación, rezago y deserción escolar. Destaca la proliferación de estos problemas en el campo de la matemática en todos los niveles educativos, especialmente en nivel superior.

En este trabajo se hace una propuesta para determinar el nivel de competencia puntual en las disciplinas de *álgebra*, *trigonometría*, *geometría plana* y *geometría analítica* con que cuentan los estudiantes inscritos en la asignatura de *cálculo diferencial* que se imparte en las carreras de ingeniería del ITCH II. Especialmente interesa determinar el grado de competencia en tópicos torales en cada disciplina.

Creemos necesario detectar cuales son los tópicos que representan mayores dificultades para los estudiantes. Sin embargo, interesa aún más determinar el nivel de competencia en cada uno de ellos, es decir, consideramos pertinente evitar diagnósticos extremos del tipo “si sabe”, “no sabe”, y mejor emitir dictámenes que indiquen *qué sabe, en qué medida lo sabe, en qué medida lo extrapola*.

Bibliografía

Beneitone, P., Esquetini, C., González, J., Maletá, M., Siufi, G., & Wagenaar, R. (2007). *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina. Informe final - Proyecto Tuning- América Latina 2004-2007*. (C. E. P. ALFA, Ed.) (p. 432). Bilbao, España: Universidad de Deusto.

Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SoloTaxonomy*. Academic Press, New York

Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university* (4th ed.). Open University Press.

Brabrand, C., & Dahl, B. (2007). Constructive alignment and the SOLO taxonomy: a comparative study of university competences in computer science vs. mathematics. *Seventh Baltic Sea Conference on Computing Education Research*. Obtenido de <http://itu.dk/people/brabrand/koli-2007-keynote.pdf>

Brabrand, C., & Dahl, B. (2009). Using the SOLO taxonomy to analyze competence progression of university science curricula. *Higher Education*, 58(4), 531–549. doi:10.1007/s10734-009-9210-4

Carrascal, N. (2010). Taxonomía SOLO (structure observed learning outcomes): un método de análisis de la calidad de los aprendizajes desde la perspectiva de la gestión del currículo. *1er Simposio internacional y 2do Coloquio Regional de Investigación educativa y pedagógica*. Retrieved from <http://www.edunexos.edu.co/emasued/simposio/Conferencias/CarrascalTorresNohemy.pdf>

De Anglat, H. D. (2010a). La Taxonomía SOLO en la evaluación de la producción escrita académica. In V. Castel & L. Cubo (Eds.), *La renovación de la palabra en el bicentenario de la Argentina. Los colores de la mirada lingüística*. (Mendoza: E., pp. 457–462). Retrieved from

<http://mendoza->

[conicet.gov.ar/institutos/incihusa/ul/cs12/Difabio de Anglat 62 CSAL12.pdf](http://conicet.gov.ar/institutos/incihusa/ul/cs12/Difabio_de_Anglat_62_CSAL12.pdf)

De Anglat, H. D. (2010b). La escritura de tesis de licenciatura en educación y la taxonomía "Solo". *Educere*, 48, 147–158. Retrieved from

<http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/32239>

CENEVAL. (2011). Guía del examen nacional de ingreso a la educación superior EXANI-II. México: Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior A.C. Obtenido de

<http://www.ceneval.edu.mx/ceneval-web/content.do?page=1738#exam05>

DGEST. (2008). Anuario Estadístico 2011. México: SEP. Obtenido de

[http://www.dgit.gov.mx/archivos/Area/cspds/Anuario Estadistico 2011.pdf](http://www.dgit.gov.mx/archivos/Area/cspds/Anuario_Estadistico_2011.pdf)

DGEST. (2009). Programa de Cálculo Diferencial. México: SEP

DGEST. (2010). Lineamiento para la evaluación y acreditación de asignaturas versión 1.0.

Planes de estudio 2009-2010. México: SEP. Obtenido de

<http://departamentos.itistmo.edu.mx/Desarrollo/blog/wp->

[content/uploads/2010/11/Lineamiento-para-la-Evaluaci%C3%B3n-y-Acreditaci%C3%B3n-](http://departamentos.itistmo.edu.mx/Desarrollo/blog/wp-content/uploads/2010/11/Lineamiento-para-la-Evaluaci%C3%B3n-y-Acreditaci%C3%B3n-de-Asignaturas.pdf)

[de-Asignaturas.pdf](http://departamentos.itistmo.edu.mx/Desarrollo/blog/wp-content/uploads/2010/11/Lineamiento-para-la-Evaluaci%C3%B3n-y-Acreditaci%C3%B3n-de-Asignaturas.pdf)

González, L. A. (2010). Aprendizaje y evaluación por competencias. *Quaderns digitals*.

Revista de Nuevas Tecnologías y Sociedad, 62, 1–15. Obtenido de

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3174541>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (5a. ed., p. 613). Perú: McGraw-Hill.

Ramírez, G., & Barquero, J. (2011). Análisis de las Pruebas de Diagnóstico en Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica. *tec-digital.itcr.ac.cr*, 11, 1–10. Retrieved from

<http://www.tec->

[digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V11_N2_2011/GRAMIREZJBARQUERO_V11](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V11_N2_2011/GRAMIREZJBARQUERO_V11)

[N2_2011/GR_JB_V11N2_2011.pdf](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V11_N2_2011/GRAMIREZJBARQUERO_V11_N2_2011/GR_JB_V11N2_2011.pdf)

Ramírez, G., Chavarría, J., Barahona, C., & Mora, M. (2009). Análisis de las conceptualizaciones erróneas en conceptos de geometría y sistemas de ecuaciones: un estudio con estudiantes universitarios de primer.

Revista digital Matemática, Educación e Internet,

10, 1–28. Obtenido de <http://www.tec->

[digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V10_N1_2009/ANALISIS_CONCEPTUALIZACIONES/Analisis de las conceptualizaciones.pdf](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V10_N1_2009/ANALISIS_CONCEPTUALIZACIONES/Analisis_de_las_conceptualizaciones.pdf)

[ONES/Analisis de las conceptualizaciones.pdf](http://www.tec-digital.itcr.ac.cr/revistamatematica/ARTICULOS_V10_N1_2009/ANALISIS_CONCEPTUALIZACIONES/Analisis_de_las_conceptualizaciones.pdf)

Rosário, P., Núñez, J. C., González-Pienda, J. A., Almeida, L., Soares, S., & Rubio, M. (2005). El aprendizaje escolar examinado desde la perspectiva del “ Modelo 3P” de J. Biggs. *Psicothema*, 17, 20–30. Obtenido de

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1070686>

SEP. (2012). Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares. México: SEP

SNIT. (2004). *Modelo Educativo para el Siglo XXI*.

Vallecillos, A., & Moreno, A. (2006). Estudio teórico y experimental sobre el aprendizaje de conceptos y procedimientos inferenciales en secundaria. *Tarbiya*, 61–78. Obtenido de

<http://www.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/articulos/Tarbiya038-061-078.pdf>

Young, S. F. (2008). Theoretical frameworks and models of learning: tools for developing conceptions of teaching and learning. *International Journal for Academic Development*, 13(1), 41–49. doi:10.1080/13601440701860243

Anexo 1. Ejemplo de reactivos incluidos en el instrumento para medir el nivel de competencia en *álgebra* de acuerdo a los niveles de la taxonomía SOLO.

Nivel 2

1.-De las opciones presentadas a continuación seleccione aquella que representa la factorización la expresión: $x^2+8x+16$

- a) $(x+2)(x+8)$
- b) $(x+1)(x+16)$
- c) $(x+4)^2$
- d) $(x+20)(x-4)$

Nivel 3

2.- De las opciones presentadas a continuación seleccione aquella que representa la factorización la expresión: a^2b^4-16

- a) $(ab^2-4)^2$
- b) $(a^2+4)(b^4-4)$
- c) $(ab-8)^2$
- d) $(ab^2-4)(ab^2+4)$

Nivel 4

3.- De las opciones presentadas a continuación seleccione aquella que representa la factorización la expresión: $x^2-16x+64-y^6$

- a) $(x-y^3-8)(x+y^3-8)$
- b) $(x+8y)(x-8y)$
- c) $(x-8)^2 y^6$
- d) $(ab^2-4)(ab^2+4)$

Nivel 5

4.- Si el área de un cuadrado está definida por la función: $A(x,y)=x^6-4x^3y^2+4y^4$, determine cuál de las siguientes opciones representa el perímetro en función de "x" y "y"

a) $P(x,y)=x^3+2y^2$

b) $P(x,y)=x^3-2y^2$

c) $P(x,y)=4x^3-8y^2$

d) $P(x,y)=4(x^3+2y^2)$