

FORMACIÓN MATEMÁTICA A TRAVÉS DE SITUACIONES- PROBLEMA

MATHEMATICAL TRAINING THROUGH SITUATIONS-PROBLEM

Carlos Daniel Prado Pérez
Tecnológico de Monterrey (México).
cprado@tec.mx

Resumen

Se presentan en este trabajo los aspectos esenciales del Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey para desarrollar una formación profesional con énfasis en la promoción de competencias disciplinares y personales. El modelo, que inició en agosto del año 2019, abarca a todas las carreras profesionales en las áreas de Negocios, Ciencias Sociales e Ingeniería. En este reporte, se pondrá de realce la formación matemática asociada a éstas. Se señalará también que una característica distintiva del modelo es su apego a situaciones-problema planteadas bajo el contexto de la realidad circundante. El Tecnológico de Monterrey ha materializado el esfuerzo de varios años en aras de ofrecer un Modelo Educativo orientado a la adquisición de competencias para lo cual los programas de estudio de todas las carreras se han desglosado en unidades de formación a las que se ha llamado bloques y materias. Estas unidades de formación tienen aspectos distintivos que los aleja de las interpretaciones convencionales y tradicionales tal y como se explicará en el presente artículo.

Palabras clave: situación, problema, modelo educativo

Abstract

This paper shows essential aspects of the Educational Model of Monterrey Technical College which approaches the development of professional training focused on fostering disciplinary and personal competences. The model, started in August 2019, covers all professional degrees in business, social sciences and engineering areas. This report highlights the mathematical training associated to these areas, and it also points out that a distinguishing characteristic of this model is that it is based on problem situations under the context of the surrounding reality. Monterrey Technical College has materialized its endeavor of many years in the interests of providing an educational model oriented to the acquisition of competences. So, the curricula of all the degree courses have been divided into training units which has been called thematic units and subjects. These training units have distinctive aspects that keep them away from conventional and traditional interpretations; the way it will be explained in this paper.

Key words: situation, problem, educational model

■ Introducción

Estudios realizados en el Tecnológico de Monterrey indican que los alumnos, que toman los cursos de matemáticas, no son capaces de analizar situaciones-problema en contexto debido al débil desarrollo de sus habilidades de resolución de problemas y porque los cursos sólo promueven el estudio de métodos algorítmicos (Santiago, Delgado y Quezada, 2012). Es habitual que, al trabajar con un curso de matemáticas, los profesores presenten los asuntos relacionados a los contenidos, pero deban sacrificar la modelización de la misma. De esta forma, se pierde así la posibilidad de utilizar las herramientas discutidas en el curso para describir fenómenos que ocurren en la economía, la demografía, la ecología, entre muchas otras áreas. Como consecuencia, los algoritmos y fórmulas estudiados no son apreciados y, ante la falta de contexto, pierden significado para los alumnos. Por si esto fuera poco, tampoco se logran avances significativos en sus competencias algorítmicas. Para atender esta situación, es que el Modelo Educativo aquí presentado parte del desarrollo de competencias, y lo hace a través del desarrollo de situaciones-problema cuya descripción se precisará más adelante.

Debe precisarse que la formación matemática que se reporta en este trabajo, está enmarcada dentro de una Educación Basada en Competencias (EBC), propuesta educativa del Tecnológico de Monterrey. Ésta difiere en varios aspectos de la educación tradicional. Por ejemplo, en la educación tradicional, la acreditación de un determinado nivel educativo se apoya primordialmente en un sistema de créditos por hora que se obtienen a lo largo de materias colocadas en una secuencia. En una EBC, se busca un esquema más integrador que parte de la idea de que el aprendizaje se obtiene de un conjunto de experiencias de vida que se entrelazan con el desarrollo cognitivo para desarrollar, además de los conocimientos propios de una disciplina, habilidades y actitudes que conforman la formación del estudiante tanto en el ámbito profesional como, no menos importante, la esfera de lo personal (Argudín, 2006). Bajo este marco educativo integral: persona-profesión, el Tecnológico de Monterrey se propuso brindar una formación disruptiva y alejada del enfoque tradicional para promover la competitividad de los estudiantes en su campo profesional a través de una educación basada en competencias, sin perder de vista su deliberado crecimiento personal (Tecnológico de Monterrey, 2018). La atención que se ha puesto en la educación basada en competencias se apoya en su relevancia para potenciar la capacidad de aprendizaje mediante una conjugación de conocimientos, habilidades y actitudes, aspectos que atienden el propósito de impulsar el binomio persona-profesión (Tecnológico de Monterrey, 2015a).

De esta forma el Modelo Educativo, vigente a partir de agosto de 2019, se apoya en un cambio de la didáctica general de las carreras, pero no solo esto. Como se ha dicho, el ámbito de la persona también es una cuestión de vital importancia que tiene varios reflejos, uno de los cuales se refiere a la administración de las carreras profesionales que ahora contempla tres grandes etapas: exploración, enfoque y especialización. Estas etapas posibilitan al estudiante, que posiblemente no se encuentre seguro acerca de la definición de elección de una carrera profesional, a examinar un panorama general, por ejemplo, de la ingeniería (esto es su propia exploración), antes de enfocarse en una línea particular la de misma (segunda etapa: enfoque), para finalmente, y una vez hecha su elección, especializarse en la ruta de formación profesional que haya decidido (especialización). Ahora bien, cada etapa fue estructurada en unidades didácticas llamadas unidades de formación, éstas son, a saber: bloques y materias, cuya descripción se precisará más adelante.

Como efecto inmediato de este Modelo Educativo, se rompieron los paradigmas tradicionales enfocados en la enseñanza, particularmente en las áreas de ciencias y matemáticas (D'Amore, 2005). De manera particular, en contraposición a una simple secuencia lógica de las materias, el desarrollo de competencias implica un esquema de bloques de conocimientos, entrelazados para atender problemáticas de diversa índole y bajo una idea general: competencias-aprendizaje-vida (Tecnológico de Monterrey, 2015a). Por lo tanto, el conocimiento por sí mismo ya no lo es todo bajo este esquema, otros saberes, acaso olvidados, o cuando menos no fomentados de manera deliberada en la educación tradicional, han tomado un lugar de relevancia capital en concordancia con el enfoque educativo expresado por la UNESCO, (Delors, 1996). De acuerdo con este reporte, la educación debe comprender:

aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a vivir con los demás y aprender a ser; es notable que los últimos dos saberes estén relacionados con la persona.

Por lo tanto y, en resumen, la estructura curricular de todas las carreras profesionales se distribuye tal y como se muestra en la Figura 1.

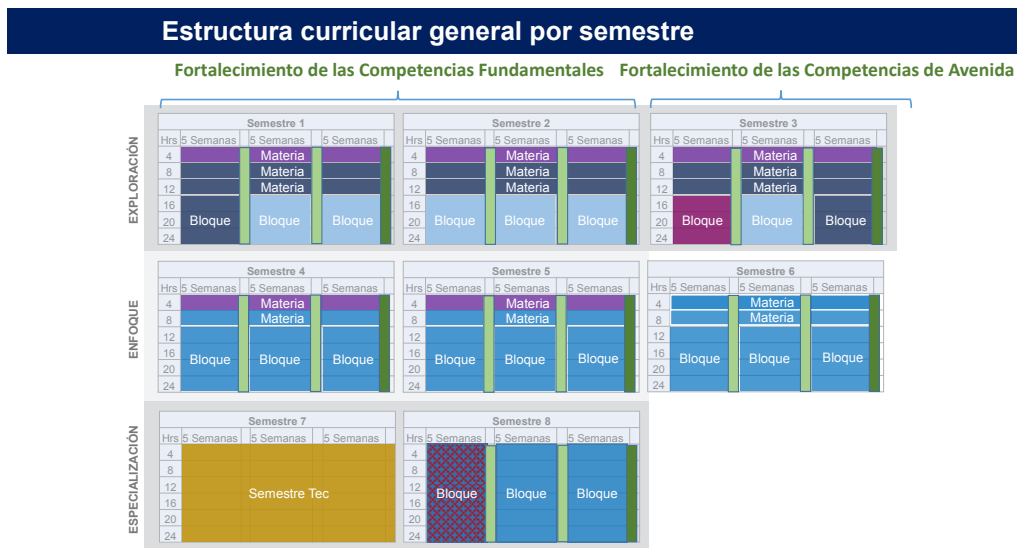


Figura 1. Aspecto general de la distribución de los semestres. Elaboración propia

■ Marco teórico

En este trabajo se propondrá la tesis sobre las delimitaciones y características de una situación-problema en la esfera de la matemática. Las siguientes son algunas precisiones que se requiere exponer para contextualizar el Modelo Educativo basado en competencias del Tecnológico de Monterrey. Como ya se ha indicado, en primer lugar, se debe comprender que el currículo en todas las carreras del Tecnológico de Monterrey se ha fragmentado en unidades de formación llamadas: bloques y materias. Las diferencias aparecen a continuación (Tecnológico de Monterrey, 2015b).

Bloque: Es una unidad de formación que promueve:

- El aprendizaje de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
- Aborda varias disciplinas, razón por la cual de manera natural engloba varias áreas del saber.
- Enfatiza el aprendizaje de procesos, metodologías y estrategias para la solución de problemas.
- Se aplican los contenidos a problemas o necesidades reales y actuales del ámbito profesional, social de área o carrera.
- Promueve un aprendizaje más experiencial y situado en la profesión y la sociedad.
- Incorpora en su mayoría contenidos clásicos, sin embargo, los contenidos que van surgiendo dependiendo de las circunstancias, van en aumento con el fin de lograr una mejor conexión con el contexto actual tanto social como profesional.
- Incluye avances recientes en una o varias disciplinas.
- Promueve el desarrollo de uno o varios niveles de dominio en el logro de las competencias.

Materia: Es una unidad de formación más cercana al enfoque tradicional, pero con diferencias significativas que a continuación se enuncian:

- Promueve el aprendizaje de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales.
- Aborda de manera preferente el contenido de una sola disciplina, sin que esta condición le resulte limitativa.
- Incluye contenidos fundamentales del área o disciplina.
- Promueve el aprendizaje abstracto.
- Vincula los contenidos con situaciones reales, actuales y del entorno.
- Incluye en su mayoría contenidos clásicos.
- Promueve el desarrollo de uno o varios niveles de dominio en el logro de las competencias.

Este trabajo enfoca su atención en la unidad de formación llamada *Materia*, con énfasis en matemáticas. Antes de presentar la definición que delimitará la descripción de una situación-problema en matemáticas en el marco del Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey, se presentan a continuación tres ejemplos extraídos de autores que han puesto particular interés en ofrecer su visión sobre la aplicación de la matemática a la vida. Al finalizar la presentación de estos problemas de aplicación se analizará si satisfacen las condiciones requeridas de una situación-problema.

Problema 1. El Puente New River George. Este puente, tiene una longitud de 923.7 metros. Se terminó de construir en 1977, en Virginia Occidental, y describe el arco con mayor amplitud del mundo. Su peso total es de 4.3×10^7 kilogramos; su pieza más pesada es de 9.1×10^4 kilogramos.

- a) ¿Cuántas veces es más grande el peso total del puente que el peso de la pieza más pesada?
- b) ¿Cuál es la diferencia entre el peso total del puente y el de la pieza más pesada? (Angel, 2004, p. 58).

Problema 2. El promedio anual del gasto familiar es una función del ingreso familiar promedio anual. El gasto promedio puede calcularse por medio de la función:

$$f(i) = 0.6i + 5000, 3500 \leq i \leq 50000$$

Donde $f(i)$ es el gasto familiar promedio e “ i ” es el ingreso familiar promedio.

- a) Trace una gráfica que muestre la relación entre el ingreso familiar promedio y el gasto familiar promedio.
- b) Calcule el gasto familiar promedio para una familia con un ingreso promedio de \$30,000.00. (Tan, 2012, p. 98).

Problema 3. Para una constante positiva C , el cambio de temperatura T en un paciente generado por una dosis D de un cierto fármaco se expresa por medio de:

$$T = \left(\frac{C}{2} - \frac{D}{3}\right) D^2$$

- a) ¿Qué dosis maximiza el cambio de temperatura?
- b) La sensibilidad del organismo a la dosis D de la medicina se define mediante dT/dD .
- c) ¿Qué dosis maximiza la sensibilidad? (Hughes-Hallet, et al., 2009, p. 180).

Antes de iniciar el análisis de los Problemas 1-3 anteriores, se toman como referencia adicional al Modelo Educativo aquí expuesto, dos trabajos (Brousseau, 1999; Sadovsky, 2005). En ellos, se pone de realce la siguiente concepción que viene a modo en la búsqueda de las características de una situación-problema: “*el alumno aprende adaptándose a un medio que es factor de contradicciones, de dificultades, de desequilibrios, un poco como la ha hecho la sociedad humana. Este saber, fruto de la adaptación del alumno, se manifiesta por respuestas nuevas que son la prueba del aprendizaje*”.

Sobre esta base de concepciones y sin perder de vista las necesidades propias del Modelo Educativo, se inicia el análisis de los Problemas 1-3. Las siguientes son observaciones que saltan a la vista:

- En cada uno de los problemas anteriores se proporciona, sin más, la información matemática; es como si ésta surgiera de la nada. No se atiende una cuestión de suma importancia: ¿cómo se logran en la vida real formulaciones como las de los Problemas 2 y 3. En el mundo real se cuenta con datos, no con fórmulas. Es precisamente el enlace entre datos y fenómenos reales contra la formulación matemática, que se halla uno de los asuntos más complicados de la modelización matemática.
- En la modelización, otro aspecto de interés y complicación radica en hallar las formulaciones, o los criterios que den certidumbre para manipular los datos de una situación. Aquí en cambio, en los tres Problemas 1-3, aunque con un cierto disfraz de realidad, todo está hecho. Solo debe manipularse, en el problema más “complicado” con algo de cálculo diferencial. Sin embargo, buena parte del trabajo requerido recae sobre aspectos puramente operativos. En cuanto al manejo de datos, la posibilidad de utilizar tecnología se escapa porque ésta, entre otros elementos, resulta innecesaria dada la naturaleza de los problemas.
- Con planteamientos tan directos como los ejemplificados en los tres problemas anteriores, ¿cómo poner en juego un medio ambiente que le exija al alumno una adaptación a éste (Brousseau, 1999; Sadovsky, 2005)?
- En el Problema 2, se proporciona información de una familia (todo sugiere que es ficticia). El problema entraña artificialidad y la percepción de algo ajeno a una cultura propia, inclusive deba decirse: de poco interés para alumnos que cursan una carrera profesional.
- En el Problema 3, se proporciona una fórmula matemática, pero no se dan señalamientos de la procedencia de la constante C , menos aún de cómo se obtiene la fórmula. Se señala el término “sensibilidad”, pero no se indica qué efecto real tiene sobre el cuerpo, ni cómo se mide. Si la fórmula es experimental o no, no puede saberse tal y como ha sido presentada.
- En cada uno de los problemas se solicitan respuestas muy concretas, sin ir más allá de implicaciones sobre las cuales algún sector de la sociedad pudiese estar interesada.
- El planteamiento de los problemas es tan directo que siguen cayendo en el mismo patrón de un problema típico de libro de texto: se ofrece información (básica) y se solicitan cálculos muy puntuales sin conectar con otras áreas del saber. Los contextos parecen ser tan solo un pretexto para ofrecer la apariencia de aplicabilidad.
- No se deja nada a la averiguación por parte del estudiante, como podría ser una búsqueda. No cabe la necesidad de utilizar bases de datos de diversas fuentes de información. No, no se hace esto; todo se plantea tanto que solo hay que dar un pequeño empujoncito operativo.

En resumen, aunque los problemas aparentan ofrecer una aplicación, ésta se disipa porque cada problema ha perdido su esencia: habilidad-conocimiento-aplicación-vivencia real. Tal y como se desarrollará en lo que sigue, las situaciones-problema deben asociarse a contextos más bastos en cuanto a la generación de aprendizajes, habilidades y conexiones con el “mundo real”. Adaptando la definición de reto de la que hay una descripción muy clara en el Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey, la siguiente descripción para situación-problema (Tecnológico de Monterrey, 2015b) quedaría de la siguiente manera:

“Una situación-problema es una actividad, tarea o situación que implica un estímulo y un desafío para el estudiante y en la que debe poner en juego sus habilidades y conocimientos a fin de ofrecer una solución”.

Por lo tanto, de acuerdo con esto una situación-problema tiene como principio fundamental que los estudiantes aprenden mejor cuando participan de forma activa en experiencias de vida que cuando participan de manera pasiva al recibir una clase en su forma tradicional.

Recientemente, se han dado orientaciones sobre la pertinencia de incorporar el uso de la experimentación computacional y actividades retadoras o problemas reales para provocar una mejora en nuestros conceptos de

matemáticas. Al proponer situaciones-problema reales, factibles de representarse mediante modelos matemáticos, se puede incentivar la contextualización del conocimiento matemático. En general, estos modelos surgen de manera natural cuando se tiene la necesidad de responder preguntas específicas en situaciones reales, cuando se requiere tomar decisiones o cuando es necesario hacer predicciones relacionadas con fenómenos naturales; por ejemplo, analizar resultados médicos, predecir el clima, o decidir cursos de acción ante los fenómenos económicos.

Lehrer y Schauble (2000) sugieren, como hipótesis, que la introducción de la modelización al aula permitirá que los alumnos enfrenten situaciones de interés que desarrollarán su capacidad de explorar y obtener formas de representarlas, que podrán explorar las relaciones que aparecen en esas representaciones y manipularlas para desarrollar ideas importantes y que reducirán sus errores en conceptualización. Sin embargo, en general, el planteamiento no es simple y la construcción de modelos requiere de práctica. Aunque la práctica docente hace dudar ciertamente acerca de las bondades del uso de la modelización y por ende de la generación de la competencia matemática a través de esta metodología, muchos investigadores se adhieren a la idea de que los estudiantes aprenderán por el simple hecho de enfrentarlos, y hacerlos conscientes de ello, a un ambiente de situaciones-problema. De acuerdo con esto, se puede concluir que la solución misma de una situación-problema no es lo único importante, también lo es el proceso mismo. Entre las varias posturas existentes en el ámbito de la modelización, la llamada “Modelos y Modelación” (Trigueros, 2009) se enfatiza la construcción, por parte de los alumnos, de sistemas conceptuales o modelos cuando ellos trabajan con una situación en contexto para favorecer el proceso de matematización.

Esta postura complementa los rasgos distintivos en cuanto a formación profesional de una situación-problema, a saber: la primera, consiste en preparar a los estudiantes para planear y resolver el tipo de problemas que enfrentarán fuera de un ambiente académico. La segunda es relacionar este tipo de problemas con los temas que se estudian en las matemáticas escolares, aunque esa relación no sea clara y evidente. En esta línea de investigación el interés se centra en que los estudiantes desarrollen formas flexibles y creativas de pensar que les permitan abordar las situaciones que se les presentan (Lesh y English, 2005).

■ Diseño de una situación problema

Como se ha ejemplificado en el apartado anterior, el diseño de una situación-problema no se reduce a tan solo colocar una fórmula matemática en un determinado contexto aparentemente real. La tesis de este trabajo es que una situación-problema debe ser tal que:

- Permita la naturalidad de un análisis a través de un modelo matemático con algún enfoque: numérico, gráfico, verbal o analítico, sin quedar limitado a este último.
- Lleve a la explicación de un fenómeno, a la proyección de una estimación, y/o a la simulación de alguna parte de la realidad.
- Promueva la esencia de la modelización: la simplificación de algún aspecto de la realidad que origine interpretaciones de esa realidad.
- Obligue al razonamiento y a la solución de problemas a partir de la elaboración de posibles estrategias, pretextos todos ellos para la generación de competencias disciplinares y transversales.
- Posibilite el uso de diversas bases de datos que lleven a la vinculación, interpretación, simulación y/o predicción de un fenómeno y que por lo mismo no evada el posible uso de la tecnología en cuanto a la búsqueda de información como al uso de software especializado.

Así el marco de condiciones a través de las cuales una situación-problema se califica como idónea en el contexto del Modelo Educativo. El trabajo realizado en matemáticas ha llevado al diseño y generación de situaciones-problema que comprenden las anteriores características. Las materias, y los bloques dentro de los cuales se han

colocado las situaciones-problema y los retos se han situado dentro de un diseño preestablecido en una plataforma llamada CANVAS. La Figura 2 muestra el aspecto del Tablero de materias y bloques dentro de la referida plataforma.

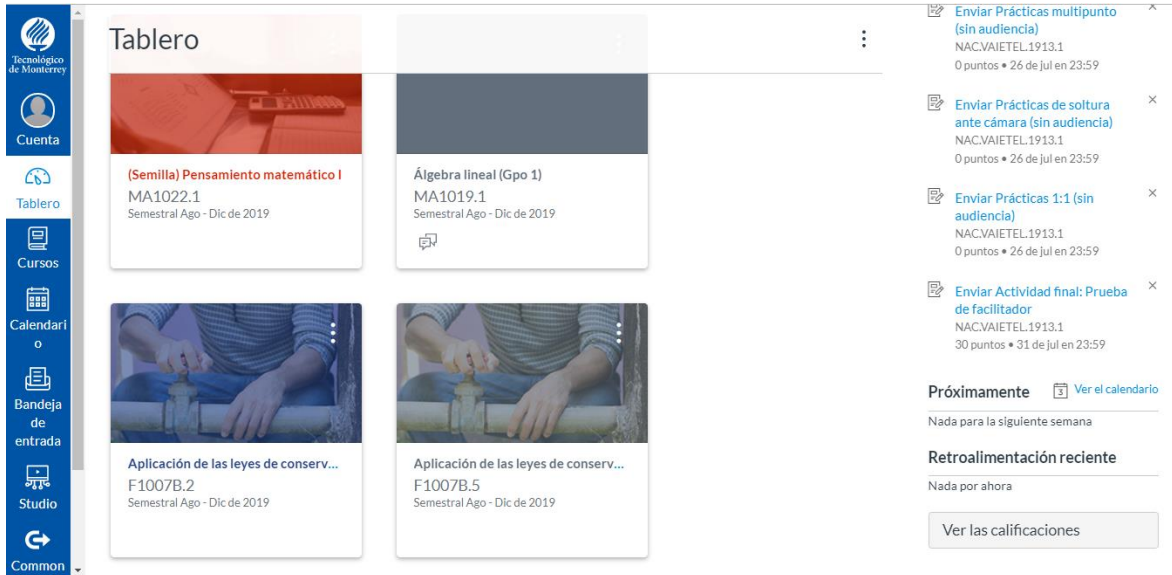


Figura 2. Bloques y materias ubicados en CANVAS. Tablero de CANVAS

La Figura 3 ofrece una vista de la página de CANVAS con sus elementos constitutivos en cuanto a la información básica de una situación problema: competencias, contenidos de aprendizaje, metodología y plan de evaluación.

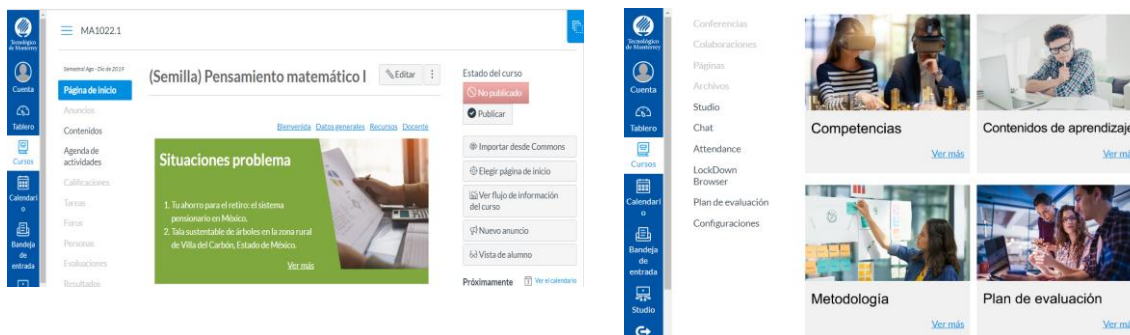


Figura 3. Administración de una materia o bloque. Página de CANVAS

A continuación, se enlistan algunos ejemplos de situaciones-problema que han sido planteados por el autor del presente trabajo y que cubren el perfil indicado.

Problema 1. Realidad pensionaria de las nuevas generaciones en México.

Destinatarios: Primer semestre de todas las carreras de Ciencias Sociales.

De acuerdo con los expertos, para asegurar una pensión digna el trabajador debería ahorrar al menos el 12% de su ingreso, y en caso de aspirar al 100% de su ingreso debería ahorrar hasta el 36% de su sueldo; una condición alejada de la realidad presente. Las noticias sobre el tema abundan. Los aspectos más significativos giran en torno a los aspectos de cobertura, suficiencia, temporalidad y crisis tanto personal como fiscal. Como a las generaciones jóvenes en México les corresponde la ley de pensiones de 1997, toda persona en este caso debe conformar su fondo de pensión, y solo en la medida de su ahorro podrá disfrutar por más tiempo de una pensión suficiente para satisfacer sus necesidades.

Para análisis:

Con base en una estimación a valores presentes (con proyección de valor futuro del dinero), ¿cómo se puede conseguir durante la vida laboral un monto de ahorro suficiente para vivir la vejez con autonomía y suficiencia? La respuesta debe acompañarse con los cálculos y análisis correspondiente.

Problema 2. Tala sustentable de árboles en la zona rural de Villa del Carbón, Estado de México.

Destinatarios: Primer semestre de todas las carreras de Ingeniería.

Una comunidad en Villa del Carbón (zona rural en el Estado de México) siembra y administra la tala de sus recursos madereros. Se cuestiona el momento más conveniente para realizar la tala de una zona de esa región. Se analizan dos posibilidades:

- A) Talar la plantación esperando la total madurez de los árboles
- B) Talar los árboles en algún momento anterior a su total madurez (¿qué momento es el más conveniente?)

Para análisis:

Considerando aspectos de sostenibilidad, ¿cuál es mejor la opción entre las dos anteriores? Fundamenta tu respuesta con argumentos bien sustentados y los cálculos adecuados.

Problema 3. Ingresos promedio de una armadora de vehículos en México.

Destinatarios: Tercer semestre de las carreras en ingeniería, negocios y particularmente finanzas.

Hace unos 6 años ingresó a nuestro país una empresa armadora de automóviles, que con el paso del tiempo adquirió una presencia insospechada en México (por obvias razones se omite el nombre de la empresa). Sobre la base de los datos que la misma empresa colocó en internet, se requirió una valoración de negocios apoyada sobre los ingresos promedio de esta empresa a lo largo de su primer año en México. De haber sido el CEO de KIA hace 6 años, después de analizar el estudio realizado y antes de ingresar en México, ¿te hubiese parecido buena idea penetrar en el mercado mexicano?

En total se han generado alrededor de 23 situaciones-problema de este tipo, todas ellas comparten algunas de las siguientes características:

- Tienen un contexto con verdadero apego a la realidad.
- No se ofrecen fórmulas, los cálculos requeridos no son de aplicación inmediata; sin embargo, se dan las condiciones a fin de que éstos resulten viables dentro de un trabajo en equipo.
- Requieren los contenidos temáticos en matemáticas, pero no se limitan a ellos necesariamente.
- Se espera que los alumnos generen modelos matemáticos de estudio, o que trabajen directamente con datos que ellos mismos deben localizar en diversas fuentes de información.
- Todos requieren software, frecuentemente el enfoque analítico no es viable debido a su complejidad.
- Se proponen para que se desarrollen en ambientes de trabajo en equipo.

- Tienen como intención educativa el desarrollo de competencias.
- Todas ellas han sido colocadas en alguna página electrónica, CANVAS o Weebly.

■ Investigación

Como se ha dicho en este trabajo, el Modelo Educativo iniciará su implementación a partir de agosto de 2019. Aunque la educación basada en competencias cuenta con investigaciones al respecto de sus puntos fuertes y débiles (Conchado y Carot, 2013), debe decirse que éstos no pueden aplicarse inmediatamente en lo concerniente al modelo aquí presentado porque el Modelo Educativo, del que trata este trabajo, no es un esfuerzo aislado por parte de un profesor, no tiene que ver solo con algunas carreras, ni con una parte de alguna de ellas; uno de los aspectos fuertes del Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey es su aplicación irrestricta y generalizada en todas las áreas, en todas las unidades de formación y a lo largo de todas y cada una de las carreras profesionales en todos sus Campus. En efecto, hay diversos aspectos que este trabajo, dado su enfoque prácticamente exclusivo para el área de matemáticas, no ha mostrado con relación al esfuerzo integral de toda la institución.

Sigue, por supuesto, la interrogante: en los términos y objetivos que se ha planteado la institución para potenciar el binomio persona-profesionista, ¿es mejor para este fin, la educación basada en competencias o la que está orientada por los contenidos de la curricula tradicional de una carrera profesional? La respuesta no es trivial, y no puede plantearse a corto plazo porque el desarrollo de competencias y la correspondiente evaluación de las mismas, requiere mucho más que la evaluación de los conocimientos del enfoque tradicional.

La atención se centra ahora en la formación integral de los estudiantes en cuanto al binomio persona-profesionista, y tendrá que darse tiempo para valorar si en la medida en que se implemente o se complete una primera generación el resultado, en cuanto a competencias personales y profesionales, ha dado los resultados esperados. El Tecnológico de Monterrey tiene contemplada esta valoración a través de su departamento de Efectividad Institucional, pero por el momento solo podrá confiarse en la experiencia que a favor han señalado muchos investigadores especialistas en el tema, y varias instituciones de educación superior que han implementado un modelo semejante con resultados muy favorables.

■ Resultados

Una cuestión de indudable interés en el proceso de implementación estriba en la percepción que de las situaciones-problema se hayan formado los estudiantes en los cursos de matemáticas hasta este momento. Lo que se presenta en las siguientes Figuras 4-6 corresponde a la opinión que los alumnos en el Campus Estado de México del Tecnológico de Monterrey han emitido sobre este particular. Estas evaluaciones se han generado dentro de un preámbulo a la implementación integral del Modelo Educativo aquí presentado. Tal vez, uno de los aspectos a destacar sea el que se refiere a que, en general, los alumnos se sorprenden al notar cómo la matemática puede tener aplicaciones tan francas en la vida diaria:

Campus Estado de México	[MA1016] Matemáticas I	2	31	21	Aplica la clase a cosas útiles y reales
-------------------------	------------------------	---	----	----	---

Figura 4. Comentario acerca de la incorporación de situaciones-problema. Sistema de Encuestas del Tecnológico de Monterrey, 2019

La implementación de un proceso educativo en el que se insiste en modelación matemática puede no ser tan simple como aquella didáctica en la que se lleva al estudiante a la repetición de ideas y procedimientos discutidos en clase:

Campus Estado de México	[MA1016] Matemáticas I	2	31	21	Estoy aprendiendo mucho en las clases, aunque me cuesta un poco a veces razonar yo solito.
-------------------------	------------------------	---	----	----	--

Figura 5. Percepción sobre dificultad en el análisis de situaciones-problema. Sistema de Encuestas del Tecnológico de Monterrey, 2019

La valoración que hace el estudiante es del todo alentadora.

Campus Estado de México	[MA1016] Matemáticas I	5	33	30	Es el mejor profesor de matemáticas que he tenido, además es muy práctica la manera en que muestra las matemáticas y las enfoca en un uso real.
-------------------------	------------------------	---	----	----	---

Figura 6. Percepción sobre motivación por la incorporación de situaciones-problema. Sistema de Encuestas del Tecnológico de Monterrey, 2019

■ Conclusiones

El Modelo Educativo que se ha expuesto en este artículo le ha significado al Tecnológico de Monterrey todo un reto durante al menos 5 años. En éstos, se han conjugado los esfuerzos diversos del cuerpo académico y administrativo en aras de ofrecer una educación donde la atención a la persona, eventualmente el profesionista de alguna de sus carreras profesionales, sea un punto-enfoque de importancia capital. Y éste será posiblemente uno de los aspectos más relevantes de la propuesta educativa. Al margen de que esto no signifique que otros enfoques no hayan logrado avances sustanciales en este sentido, subsiste como tesis de este trabajo que lo que aquí se presenta tiene un carácter deliberado, metódico y sistemático a tal punto que ha movido la curricula tradicional en varios sentidos. Lo que aquí se ha señalado, se ha indicado tan solo para la formación matemática, pero ésta es en última instancia tan solo una de las caras de un conjunto enorme de éstas con las que el esfuerzo de un gran grupo de personas ha buscado dar un sentido humano a la educación, una revolución educativa que conforme mejores profesionistas, pero mejor aún que esto: mejores seres humanos.

■ Referencias bibliográficas

- Angel, A. (2004). Álgebra intermedia. México: Pearson.
- Argudín, Y. (2006). Educación Basada en Competencias: nociones y antecedentes. México: Trillas.
- Brousseau, G. (1999). Educación y Didáctica de las Matemáticas. México: Educación Matemática.
- Conchado, A. y Carot, J.M. (2013). Puntos fuertes y débiles en la formación por competencias. Revista de docencia universitaria, Vol. 11 (1) Enero-abril, 2013. Recuperado de: dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4244037.pdf.
- D'Amore, B. (2005). Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la Didáctica de la Matemática. Ciudad de México: Editorial Reverté.
- Delors, J. La educación encierra un tesoro: Informe para la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI. México: Ediciones UNESCO, 1996.
- Hughes-Hallett, D., Gleason, A., Lock, P., Flath, D., Gordon, S., Lomen, D., Lovelock, D., McCallum, W., Osgood, B., Quinney, D., Pasquale, A., Rhea, K., Tecosky-Feldman, J., Trash, J., Tucker, T. (2009). Cálculo Aplicado. México: Grupo Editorial Patria.
- Lehrer, R., & Schauble, L. The development of model-based reasoning, *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21(1), 2000, pp. 39-48.

- Lesh, R. & English, L. Trends in the evolution of the Models and Modeling perspectives on mathematical learning and problem solving, *ZDM, The International Journal on Mathematics Education*, 37(6), 2005, pp. 487-489.
- Sadovsky, P. (2005). La Teoría de Situaciones Didácticas: un marco para pensar y actuar la enseñanza de la Matemática [Archivo electrónico]. Recuperado de https://www.fing.edu.uy/grupos/nifcc/material/2015/teoria_situaciones.pdf
- Santiago, R., Delgado, D. & Quezada, M. (2012) Sistema de apoyo para el aprendizaje de las matemáticas basado en Web. Compendio de innovación Educativa 2012.
- Tan, S. (2012). Matemáticas Aplicadas a los Negocios, las Ciencias Sociales y de la Vida. México: CENGAGE Learning.
- Tecnológico de Monterrey (2015a). Reporte EduTrends “Educación Basada en Competencias”. Recuperado de: <https://observatorio.itesm.mx/redutrends/>
- Tecnológico de Monterrey (2015b). Reporte EduTrends “Aprendizaje Basado en Retos” Recuperado de: <https://observatorio.itesm.mx/redutrends/>
- Tecnológico de Monterrey (2018). Reporte EduTrends “Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey”. Recuperado de: <https://observatorio.itesm.mx/redutrends/>
- Trigueros, M. (2009). El uso de la modelación en la enseñanza de las matemáticas. *Innovación educativa*, 9(46), 75-87.