

Propuesta de un prototipo educativo de diagnóstico y autoevaluación a través de dispositivos móviles

Proposal of an educational prototype of piagnosis and self-evaluation through mobile devices

Dra. María Alejandra Rosas Toro

Tecnológico Nacional de México Campus Cerro Azul, México

maria.rt@cerroazul.tecnm.mx

Orcid: [0000-0002-5366-6602](https://orcid.org/0000-0002-5366-6602)

Mtra. Alicia Magdalena Bridat Cruz

Tecnológico Nacional de México Campus Cerro Azul, México

alicia.bc@cerroazul.tecnm.mx

Orcid: [0000-0003-0471-2622](https://orcid.org/0000-0003-0471-2622)

Lic. María Teresa Cobos Ponce

Tecnológico Nacional de México Campus Cerro Azul, México

maria.cp@cerroazul.tecnm.mx

Orcid: [0000-0001-5106-0511](https://orcid.org/0000-0001-5106-0511)

Resumen

Este artículo presenta un prototipo educativo de diagnóstico y autoevaluación para las materias de ciencias básicas, el cual puede ser usado para la enseñanza presencial y a distancia, pues consiste en una página web dinámica a la que se tiene acceso desde cualquier dispositivo móvil de manera ubicua. Con este prototipo se pretende mejorar el rendimiento académico de los estudiantes del área de ciencias básicas, y reducir los altos índices de reprobación y deserción, sobre todo en las materias de matemáticas. Este prototipo está centrado en el estudiante, utiliza las teorías de apren-

dizaje modernas y puede ser usado dentro de los cursos como parte de las actividades de aprendizaje significativo y constructivista que requiere el modelo educativo para el siglo XXI que propone el Tecnológico Nacional de México. El prototipo tiene una interfaz amigable que lo hace de fácil manejo para el estudiante y sirve de gran ayuda a los profesores dentro de su quehacer docente.

Palabras clave: aprendizaje constructivista, aprendizaje ubicuo, dispositivo móvil, educación a distancia.

Abstract

This article presents an educational prototype of diagnosis and self-evaluation for the subjects of basic sciences, which can be used for classroom and distance education, since it consists of a dynamic web page that can be accessed from any mobile device in a ubiquitous way. This prototype aims to improve the academic performance of students in basic sciences, and reduce the high rates of failure and dropout, especially in the areas of mathematics. This prototype is student-centered, uses modern learning theories and can be used within the courses as part of the significant and constructivist learning activities required by the educational model for the 21st century proposed by the Technological National of Mexico. The prototype has a friendly interface that makes it easy for the student to use and serves as a great help to teachers in their teaching work.

Keywords: constructivist learning, ubiquitous learning, mobile device, distance education.

Introducción

Dada la presente preocupación sobre el futuro de la educación superior ante los nuevos escenarios de la sociedad del conocimiento, el Tecnológico Nacional de México (TecNM) desea ofrecer alternativas educativas, enfocadas en las generaciones de los nativos digitales. Por esta razón, el TecNM tiene la necesidad de actualizar su forma de realizar la práctica de enseñanza-aprendizaje para responder con prontitud, equidad, eficiencia y calidad a las demandas que le plantea la sociedad mexicana, y ser competitivo en los entornos internacionales, como lo establece la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) (2009).

En este artículo se propone un prototipo educativo de diagnóstico y autoevaluación para las materias de ciencias básicas de las carreras de ingeniería. Este consta de una página web dinámica como parte de la formación virtual asumida por la educación superior, con el propósito de llegar a todos los rincones, sin distinción de clases, género y otras tantas barreras construidas a lo largo del tiempo (Diago, 2013).

Dado el aumento de los dispositivos móviles y las redes inalámbricas se deben generar estructuras educativas que permitan formar profesionistas que sean un factor determinante en el desarrollo

nacional e internacional, con una amplia perspectiva de inclusión, equidad y calidad (Tecnológico Nacional de México, 2015). Precisamente, el prototipo presentado es una estrategia curricular que emplea las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) y maneja escenarios múltiples, soportados en entornos virtuales para ser usados tanto en la educación presencial como en la no presencial o a distancia, pues su acceso se realiza de manera ubicua.

La ubicuidad significa que las oportunidades de aprendizaje estructuradas pueden suceder en “en cualquier momento y en cualquier lugar” (Burbules, 2014). Por su parte, el prototipo educativo montado en un servidor de páginas web permite que la virtualidad sea cubierta como parte de las estrategias educativas ofrecidas por el Instituto Tecnológico de Cerro Azul, ya que el estudiante puede tener acceso a través de cualquier dispositivo móvil que tenga una conexión a internet.

Un problema que frecuentemente enfrenta el departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Cerro Azul (ITCA) es el bajo rendimiento escolar de los estudiantes de nuevo ingreso de las carreras de ingeniería. A estos, al carecer de conocimientos previos para la asimilación de futuros conocimientos, se les dificulta el proceso enseñanza aprendizaje. Lo comentado da como resultado la reprobación y deserción excesiva (Sánchez, 2015), sobre todo en las materias de matemáticas que, por su gran contenido de abstracción y conceptualización, requieren de un tratamiento especial, y representan un reto para los estudiantes (Herrera, Novelo, Díaz y Hernández, 2016). Como consecuencia de lo anterior, los planes de estudio por unidad no se cumplen y se da mayor tiempo al trabajo repetitivo que se origina de la aplicación y revisión de exámenes. En sí, la administración de tiempo efectivo de trabajo se interrumpe y crea fricciones entre lo establecido como meta y lo que realmente se obtiene.

La disminución de los índices de reprobación estudiantil es una tarea que demanda la participación de todos los actores (Amado, García, Brito, Sánchez y Sagaste, 2014), por esto, se requiere de un cambio en el modo en que los estudiantes adquieren sus conocimientos y en el que el docente realiza su labor. Por lo tanto, es importante cuestionarse ¿cómo influye la instrumentación de un prototipo educativo de diagnóstico y autoevaluación asistido por multimedios sobre el rendimiento académico?

Como parte de las estrategias para alcanzar la misión del ITCA que es “Formar profesionistas de calidad promotores del desarrollo tecnológico, social y cultural en beneficio de la humanidad” (ITCA, 2014,2016). De esta forma, se ha propuesto implementar un prototipo educativo de diagnóstico y autoevaluación para las materias de matemáticas en las carreras de ingeniería. Este es un modelo creado con la premisa de que el objeto central de la práctica educativa debe ser provocar la reconstrucción de las formas de pensar, sentir y actuar de las nuevas generaciones de estudiantes, inmersas en el Modelo Educativo para el siglo XXI (Dirección General de Educación Superior Tecnológica, 2012), ofreciéndoles como instrumentos o herramientas de trabajo los esquemas conceptuales que ha ido creado la humanidad.

En el prototipo, el estudiante aplica las TIC haciendo uso de sus dispositivos móviles de manera ubicua, para autoevaluarse y provocar que sus esquemas cognoscitivos sean modificados, con el propósito de lograr un aprendizaje significativo y constructivista que permita ampliar sus competencias para la vida y favorecer su inserción en la sociedad del conocimiento (Diario Oficial de la Federación, 2014).

Al implementar el prototipo, el ITCA obtendrá un cambio cultural que generará impacto social, ya que contará con estudiantes de calidad y con alcance mundial. De este modo, cumplirá con la visión de ser una institución líder en educación superior con alto desempeño y servicios de calidad (ITCA, 2016).

Metodología

La investigación corresponde a un paradigma cuantitativo, pues, a través de pruebas estadísticas, se pretende interpretar la diferencia entre el grado de aprovechamiento de los estudiantes al emplear un *software* educativo como estrategia de enseñanza y al prescindir de estas herramientas. Para esto se realizó un estudio de campo entre los diferentes grupos de la materia Cálculo Diferencial del ITCA, se eligieron dos, uno tomado como grupo experimental con el objetivo de conocer las habilidades matemáticas de los estudiantes al aplicarles el prototipo educativo de diagnóstico y de autoevaluación para las materias de matemáticas, y otro, considerado como grupo piloto donde no se emplea dicho *software*.

Las hipótesis que se plantean son las siguientes:

- H_i : Habrá mayor aprovechamiento educativo entre un grupo expuesto a un método de enseñanza virtual con el prototipo educativo de diagnóstico y de autoevaluación para las materias de matemáticas, denominado grupo de investigación, y un grupo de control que no se expone a ningún método.
- H_o : No habrá mayor aprovechamiento educativo entre un grupo expuesto a un método de enseñanza virtual con el prototipo educativo de diagnóstico y de autoevaluación para las materias de matemáticas, denominado grupo de investigación, y un grupo de control que no se expone a ningún método.

El prototipo fue aplicado a estudiantes del primer semestre del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales que se imparte en el Tecnológico Nacional de México, Campus Cerro Azul, tomando como muestra a un grupo de la materia de Cálculo Diferencial, el cual cursaba, específicamente, la Unidad 1. Las calificaciones obtenidas por los estudiantes que participaron en el grupo de muestra se compararon con las calificaciones logradas en otro grupo piloto de la misma materia, a los cuales no se les aplicó el modelo de enseñanza desarrollado. El instrumento de medición fue a través de la prueba t de Student.

Desarrollo

El prototipo consta de una página web dinámica apoyada en múltiples tecnologías, la cual actúa como un aula virtual y facilita la formación de los estudiantes, ya que no se limita a un aprendizaje presencial, pues se puede tener acceso por cualquier dispositivo móvil, desde cualquier lugar y en diferentes momentos. La página contiene dos módulos principales: Estudiantes y Docentes. El módulo Estudiantes consta de tres tipos de actividades: diagnóstico, enseñanza y autoevaluación. El prototipo cuenta con una base de conocimiento y un mecanismo que permite generar automáticamente exámenes diferentes dentro de las actividades de diagnóstico y autoevaluación, con los cuales se evalúa el conocimiento adquirido por el estudiante. En las actividades de enseñanza el prototipo contiene una guía donde se muestran los contenidos de los temas que el estudiante debe conocer antes de iniciar el curso, así como también los contenidos referentes a las unidades de la materia. En este sentido, cada tema se apoya con animaciones de algunas funciones y *applets* que permiten que los estudiantes interactúen directamente y muestren los efectos resultantes al modificar los valores de las variables o cambiar las expresiones.

Por su parte, el módulo de docentes permite a los profesores inscribir y dar de baja a los estudiantes que pertenezcan a su grupo, así como consultar las calificaciones y adicionar reactivos a la base de conocimiento de cada unidad.

La figura 1 muestra la página principal del prototipo; al dar un clic en el ícono de la flecha se accede a la segunda página, donde se visualizan los módulos principales, el usuario debe seleccionar uno de acuerdo con su rol, ya sea estudiante o docente (ver figura 2).

Figura 1. Página principal. Acceso desde un Smartphone.



Fuente: Adaptado de "Sistema Integral de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul", por Instituto Tecnológico de Cerro Azul (s.f.).

Figura 2. Módulos principales del prototipo.



Fuente: Adaptado de “Sistema Integral de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul”, por Instituto Tecnológico de Cerro Azul (s.f.).

Cuando el usuario accede con el rol de estudiante, debe registrar el grupo al que pertenece y, posteriormente, se identificará con su número de control y contraseña para verificar si se encuentra inscrito en la materia. Si los datos son correctos se accede a la página que se muestra en la figura 3, de lo contrario el acceso es denegado.

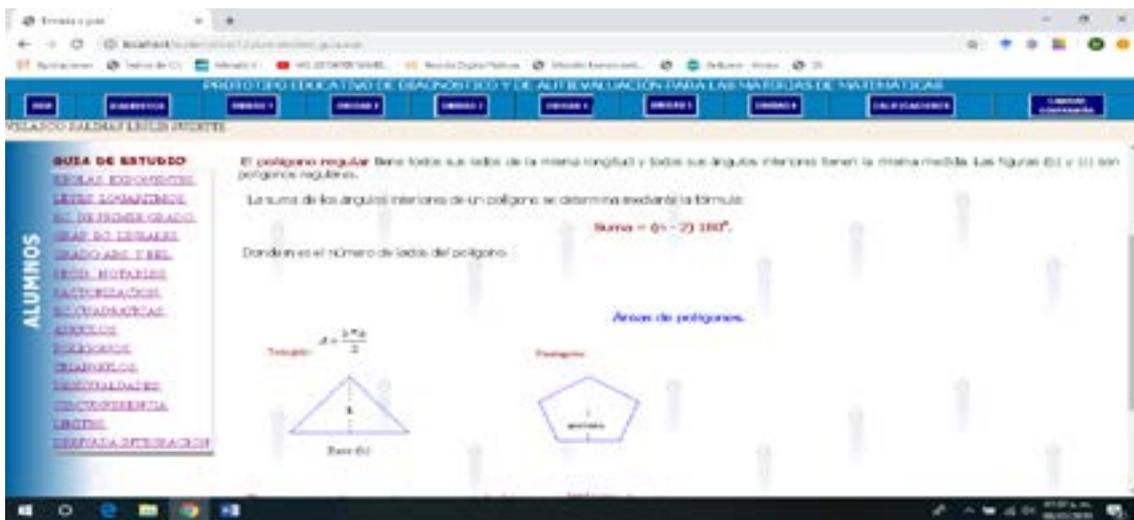
Figura 3. Menú de opciones para los alumnos.



Fuente: Adaptado de “Sistema Integral de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul”, por Instituto Tecnológico de Cerro Azul (s.f.).

Para navegar en la página se tienen un conjunto de botones con las actividades que debe desarrollar el estudiante. Primeramente, se debe entrar al módulo Guía; en el panel izquierdo se presenta una lista de temas que el estudiante debe conocer antes de iniciar el curso, al dar clic en alguno se mostrará el contenido de este en el panel central (figura 4). El objetivo de este módulo es lograr lo establecido en el modelo educativo para el siglo XXI (Dirección General de Educación Superior Tecnológica, 2012), que indica que el estudiante debe obtener un aprendizaje constructivista, por lo que se requiere que cuente con conocimientos previos de la materia, razón por la que se brinda apoyo para estudiar dichos contenidos.

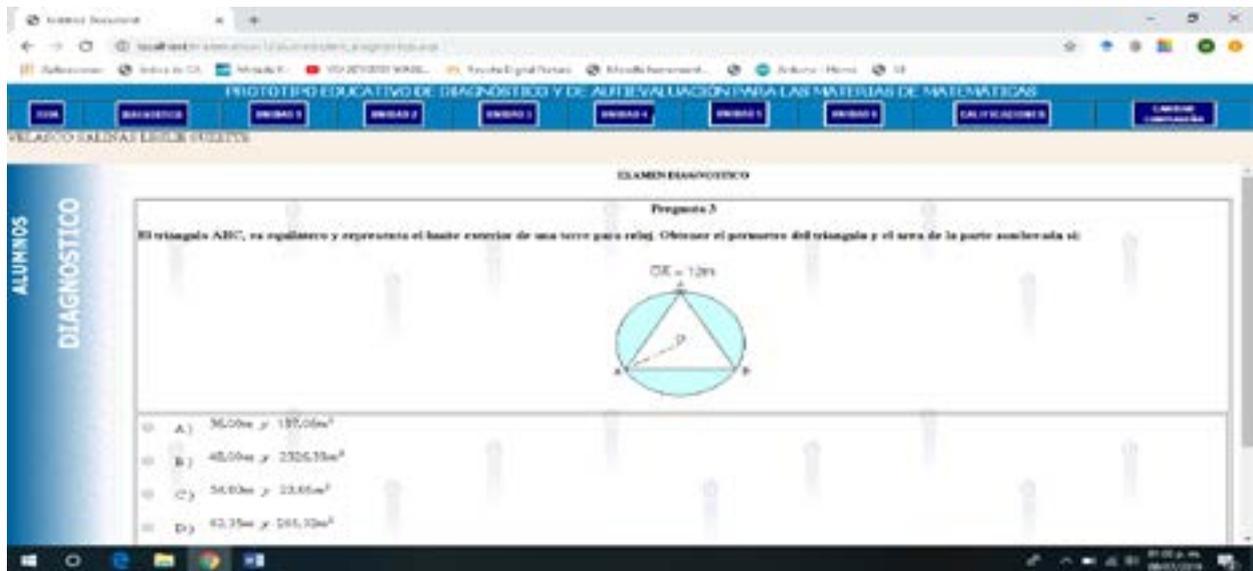
Figura 4. Presentación de contenidos del módulo Guía



Fuente: Adaptado de “Sistema Integral de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul”, por Instituto Tecnológico de Cerro Azul (s.f.).

El alumno debe consultar y estudiar los contenidos de cada tema, esto lo pueden realizar de manera ubicua (desde cualquier lugar y a diversas horas) y a través de algún dispositivo móvil que cuente con un navegador y una conexión a internet. Una vez que el estudiante considere que ya posee los conocimientos previos, debe diagnosticarse para determinar el grado de conocimientos que ha adquirido; para esto puede pulsar el botón Diagnóstico. La evaluación debe efectuarse las veces que sean necesarias, pues, aunque no afecta la calificación del curso, al no tener una calificación aprobatoria, no se tendrá acceso al resto del curso. Cada vez que se entre a una evaluación el sistema generará un examen diferente (ver la figura 5).

Figura 5. Evaluación diagnóstica.



Fuente: Adaptado de “Sistema Integral de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul”, por Instituto Tecnológico de Cerro Azul (s.f.).

La evaluación está compuesta de 15 reactivos de opción múltiple, con 5 alternativas, de las cuales solo una pertenece a la respuesta correcta. El sistema evalúa el examen y da a conocer al estudiante el resultado obtenido, si este no es aprobado informará los temas que debe estudiar más (figura 6) para, posteriormente, contestar un nuevo examen diagnóstico.

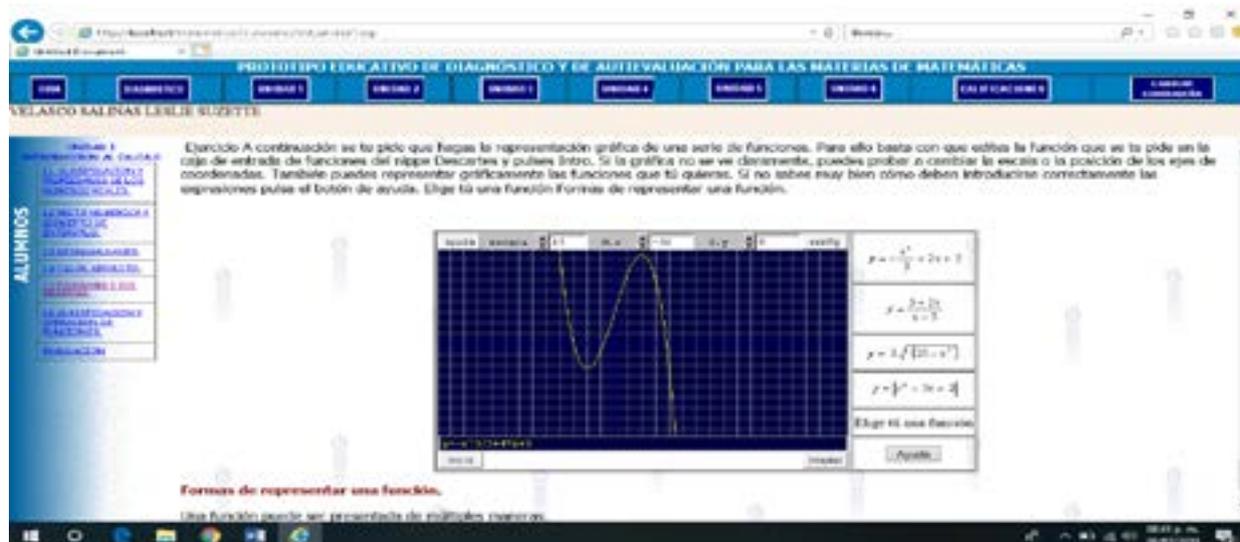
Figura 6. Temas que requieren de más estudio.



Fuente: Adaptado de “Sistema Integral de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul”, por Instituto Tecnológico de Cerro Azul (s.f.).

Solo hasta que la evaluación diagnóstica sea aprobada, el estudiante podrá iniciar con la Unidad 1. Cada una de las unidades del curso tiene la misma estructura que la guía, en el panel izquierdo se presentan los temas de la unidad y el acceso al examen de evaluación. Parte de la propuesta del prototipo es empotrar *applets* en los contenidos de los temas que permitan al estudiante interactuar directamente con la página y visualizar los efectos que se tienen al modificar los valores de las variables o las expresiones completas (véase la figura 7). Algunos de estos *applets* fueron extraídos del Proyecto Descartes.

Figura 7. Applet de una función.



Fuente: Adaptado de “Sistema Integral de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul”, por Instituto Tecnológico de Cerro Azul (s.f.).

Al finalizar el estudio de los temas de cada unidad, el estudiante debe presentar la evaluación correspondiente a esta, la cual tiene la misma estructura que la presentada en el examen diagnóstico. Al obtener una calificación aprobatoria se tendrá acceso a la siguiente unidad.

Este prototipo es de gran ayuda en para el docente que puede tomar las calificaciones obtenidas directamente del sistema.

Resultados

El prototipo educativo de diagnóstico y de autoevaluación para las materias de matemáticas fue aplicado a un grupo de investigación, compuesto por estudiantes de la materia Cálculo Diferencial del Programa Educativo de Ingeniería en Sistemas Computacionales, durante el semestre agosto-diciembre de 2018, específicamente en la Unidad I. Este grupo estuvo compuesto por un total de 15 estudiantes del primer semestre. Las calificaciones obtenidas en la evaluación de la Unidad 1 (figura 8) se capturaron en una hoja electrónica y se calcularon las medidas de tendencia central

y dispersión:

- Media = 80.93
- Desviación Estándar = 13.50

Figura 8. Calificaciones de los estudiantes que usaron el prototipo.



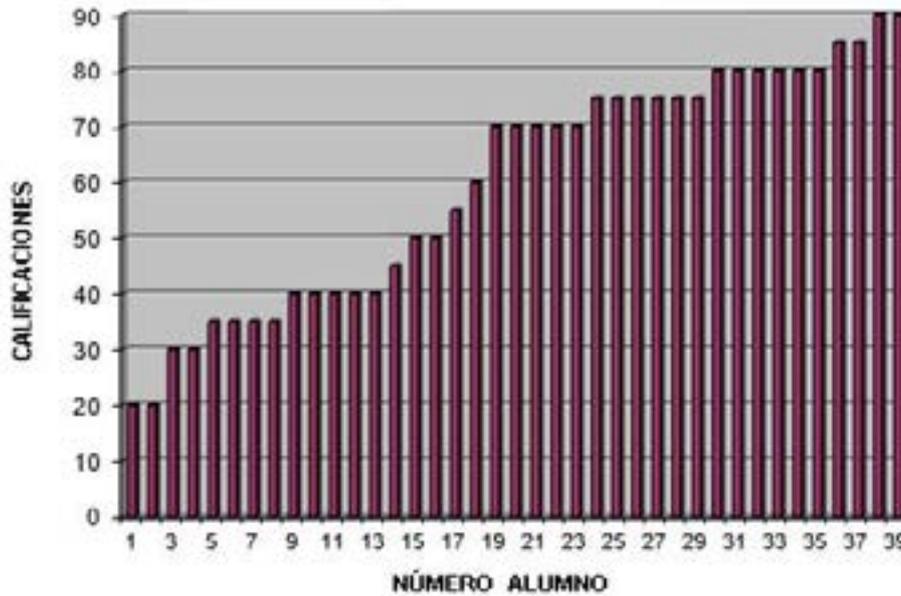
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se compararon los resultados con otro grupo piloto de la misma materia de Ingeniería Industrial, en el cual no se aplicó el prototipo desarrollado. Las calificaciones obtenidas por este grupo se muestran en la gráfica de la figura 9, estas también fueron capturadas en la hoja de cálculo y se procedió a calcular sus medidas de tendencia central y dispersión:

- Media = 59.74
- Desviación Estándar = 21.30

Figura 9. Calificaciones de los estudiantes que no usaron el prototipo.

CALIFICACIONES DEL GRUPO PILOTO



Fuente: Elaboración propia.

Con las medidas de tendencia central y dispersión, se calculó el parámetro t de Student para probar la hipótesis planteada. La variable de aprovechamiento se midió en una escala del 0 al 100 y el nivel de medición por intervalos.

Los datos obtenidos fueron:

$$S_1=13.50 \quad N_1=15 \quad \bar{x}_1 = 80.93$$

$$t = \frac{80.93 - 59.74}{\sqrt{\frac{13.5^2}{15} + \frac{21.30^2}{39}}} \quad \bar{x}_2 = 59.74$$

De aquí se obtiene:

$$t = 4.3134$$

$$g_1 = (15 + 39) - 2 = 52$$

Al acudir a la tabla de la distribución t de Student se encontraron los siguientes valores:

Grados de libertad	.05	.01
40	2.70	2.42

El valor calculado de t es igual a 4.3134, el cual resulta superior al valor de la tabla en un nivel de significancia de 0.05; además del valor de significancia de 0.01, por lo que se concluye la aceptación de la hipótesis de investigación y se rechaza la hipótesis nula.

Se pudo observar una mayor uniformidad en los valores del grupo sometidos a la investigación contra los del grupo piloto, además, con relación a la desviación estándar es notable que es más pequeña en el grupo de investigación, lo cual, aunado a la prueba t de Student efectuada, permite aceptar la hipótesis de investigación con mayor contundencia.

El prototipo propuesto fue creado bajo la tecnología Active Server Page (ASP), pero se pretende migrar a tecnología PHP o a JEE. También, debe mencionarse que en esta investigación el prototipo fue creado, específicamente, para la materia de Cálculo Diferencial, pero, de acuerdo con los resultados obtenidos, puede aplicarse para cualquier materia y programa educativo.

Conclusiones

En la actualidad, el valor estratégico del conocimiento y de la información para las sociedades contemporáneas refuerza el rol que desempeñan las instituciones de educación superior. El dominio del saber, al constituir el principal factor del desarrollo, fortalece a la educación, la cual aporta un valor fundamental en las naciones.

Con la aplicación del prototipo educativo de diagnóstico y de autoevaluación para las materias de matemáticas se pudo observar la influencia que las nuevas tecnologías y los dispositivos móviles, aplicados a la educación, tienen sobre la población estudiantil. Es sobresaliente observar la forma de actuar de los estudiantes de ingeniería, sometidos a esta nueva concepción de estudio, donde la construcción de conocimientos se lleva a cabo de manera autónoma y sistemática, y su flexibilidad da origen a la estabilidad emocional.

Se puede concluir que la apertura a las nuevas estructuras del conocimiento permitirá enfrentar los retos que la educación plantea para un futuro próximo. Si lo comentado es cierto, este prototipo puede ser el principio de una serie de actividades que se susciten encadenadamente para ofrecer educación de calidad y eficiencia en las escuelas de educación superior.

Referencias

Amado, M., García, A., Brito, R., Sánchez, B. y Sagaste, C. (noviembre de 2014). Causas de reprobación en ingeniería desde la perspectiva del académico y administradores. *Ciencia y Tecnología*, (14). https://www.researchgate.net/publication/312245776_Causa_de_reprobacion_en_ingenieria_desde_la_perspectiva_del_academico_y_administradores

Burbules, N. (noviembre de 2014). Los significados de “aprendizaje ubicuo”. *Archivos Analíticos de*

Políticas Educativas, 22(104). <https://www.redalyc.org/pdf/2750/275031898105.pdf>

Diago, F. (enero-junio de 2013). De la visión a la acción. Declaración Mundial sobre Educación Superior. *Punto de vista*, 4(6). <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiR9p-5xODnAhUJ16wKHa0oAGcQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4776901.pdf&usg=AOvVaw3g-bKdKfQgPZFqnepPSTaEm>

Diario Oficial de la Federación. (23 de julio de 2014). *Decreto que crea el Tecnológico Nacional de México*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5353459&fecha=23/07/2014

Dirección General de Educación Superior Tecnológica. (2012). *Modelo Educativo para el Siglo XXI. Formación y desarrollo de Competencias Profesionales*. Dirección General de Educación Superior Tecnológica.

Herrera, S., Novelo, S., Díaz, J. y Hernández, H. (enero-junio de 2016). Estrategias de enseñanza para las matemáticas en el nivel superior. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, (4). https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj1t8vtxeDnAhVDI6wKHSYwBiUQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.pag.org.mx%2Findex.php%2FPAG%2Farticle%2Fdownload%2F434%2F473&usg=AOvVaw1_7YecMdpAZx94DmjKkxrA

Instituto Tecnológico de Cerro Azul. (2014). *Informe de Rendición de Cuentas 2014*. Instituto Tecnológico de Cerro Azul.

Instituto Tecnológico de Cerro Azul. (2016). *Misión*. <http://www.itcerroazul.edu.mx/index.php/quienes-somos/mision>

Instituto Tecnológico de Cerro Azul. (s.f.). *Sistema Integral de Información*. <http://sii.itcerroazul.edu.mx/sistema/>

Proyecto Descartes. (s.f.). *Unidades Didácticas*. <https://proyectodescartes.org/uudd/todos.htm>

Sánchez, C. (2015). Competencias TIC en educación para la intervención socioeducativa en contextos diversos y vulnerables. En M. Cacheiro, C. Sánchez y J. González, *Recursos Tecnológicos en contextos educativos*, pp.55-87. Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Tecnológico Nacional de México. (2015). *Modelo de Educación a Distancia del Tecnológico Nacional de México*. http://cc.itvillahermosa.edu.mx/archivos/normativos/2015/modelo_educacion_distancia.pdf

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2010). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior - 2009: La nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183277_spa



Todos los contenidos de la Revista CNCI se publican bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional, y pueden ser usados gratuitamente para fines no comerciales, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia.