

CB-1.226

INTEGRACIÓN DE FÍSICA Y MATEMÁTICAS EN LA MODALIDAD DE RETOS, UNA EXPERIENCIA

Rubén Darío Santiago Acosta – Ma de Lourdes Quezada Batalla
ruben.dario@itesm.mx – lquezada@itesm.mx
Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México, México

Núcleo temático: VI, Matemáticas y su integración con otras áreas.

Modalidad: CB

Nivel educativo: 6, Educación de adultos.

Palabras clave: Retos, Integración curricular, Ciencia

Resumen

En este trabajo se muestra el esquema utilizado para integrar cursos de las áreas de física y matemáticas que se imparten en las carreras de ingeniería del Tecnológico de Monterrey. La metodología usada en los cursos fue el aprendizaje basado en retos donde una situación real es la línea conductora y el origen de módulos de aprendizaje y problemas de apoyo. El esquema se implementó en los semestres enero-mayo y agosto-diciembre de 2016 en los bloques integrados de Mate I y Física I, Mate II y Física II y Mate III y Electricidad y Magnetismo. En esta experiencia participaron 130 alumnos. Los retos que los estudiantes resolvieron estuvieron relacionados con la divulgación de la ciencia en escuelas primarias marginadas de la zona norte del Estado de México. Los eventos organizados fueron: “Día del niño, día de la ciencia”, “Festival de la Ciencia” y “Fiesta de la ciencia”. Se muestran además los resultados obtenidos en el desarrollo de competencias transversales y en conocimientos disciplinares en los estudiantes.

Introducción

En general, los contenidos de las materias de física y matemáticas tienen poca relación entre ellos. Muy pocas veces se abordan problemas complejos desde estas dos perspectivas complementarias, se pierde así la posibilidad de que el alumno desarrolle competencias de análisis y se reduce su capacidad para resolver problemas cotidianos complejos. Las nuevas tendencias didácticas sugieren utilizar retos o problemas reales de nuestra sociedad que motiven al estudiante a dar propuestas de solución basadas en los conocimientos y habilidades que él posee, y que consideren el punto de vista de muchas áreas. Por otro lado, la integración curricular ha mostrado sus fortalezas en la enseñanza de las ciencias básicas y es una modalidad de enseñanza- aprendizaje a que incorpora adecuadamente tanto el uso de herramientas tecnológicas como de técnicas didácticas. En resumen, los actuales cursos de

103

las áreas de física y matemáticas carecen de una integración que permita la solución de problemas reales y la escasa motivación de los estudiantes para estudiar estas áreas del conocimiento humano. La propuesta de este trabajo es utilizar la integración curricular de física y matemáticas mediante el aprendizaje basado en retos para potenciar las capacidades analíticas de los alumnos y mejorar la motivación que tiene al interesarse más en la solución de problemáticas reales. En esencia, los objetivos de este trabajo son: estudiar el desarrollo de competencias transversales provocados por situaciones complejas y retadoras de nuestra sociedad en cursos integrados de física y matemáticas; y determinar los efectos de cursos integrados de física y matemáticas basados en retos en el rendimiento escolar y en la motivación de los estudiantes del primer tercio de las carreras de ingeniería. Del Tecnológico de Monterrey.

Marco teórico

De acuerdo con el ITESM (2015) una competencia es la integración consciente de conocimientos y metodologías propias de la disciplina, así como las habilidades, actitudes y valores que permiten enfrentar exitosamente situaciones estructuradas y de incertidumbre y que pueden implicar procesos mentales de orden superior como: análisis, evaluación y creación, razonamiento lógico, juicio y pensamiento crítico, resolución de problemas y pensamiento creativo.

A partir de esta definición surge el modelo educativo Tec-21 del Tecnológico de Monterrey, cuya esencia es el desarrollo y evaluación de competencias transversales y disciplinares mediante experiencias retadoras y vivenciales. Las competencias transversales se desarrollan a lo largo del proceso formativo de los estudiantes, son útiles para la vida del egresado e impactan directamente en la calidad del ejercicio de su profesión. Las competencias disciplinares se refieren a los conocimientos actitudes y valores que se consideran necesarios para el ejercicio profesional. Otras dos características importantes del modelo son la flexibilidad en el cómo, cuándo y dónde se realiza el proceso de enseñanza aprendizaje y el uso de nuevas tecnologías.

En años recientes, se han utilizado nuevas tecnologías y técnicas didácticas para el diseño de cursos con buenos resultados en la generación y/o fortalecimiento de competencias analíticas de alto nivel (Alanís, Cantoral, Cordero, Farfán, Garza y Rodríguez, 2008). Otra posibilidad es mostrar la matemática en un contexto integrado con otras disciplinas, algunos estudios del

Programa Principia del Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México, muestran que los alumnos desarrollan una mejor habilidad de transferencia de la matemática cuando se desarrolla los conceptos con problemáticas de otras áreas (Delgado, Santiago y Prado, 2002). Los objetivos de este proyecto fueron: dar seguimiento a los aprendizajes de matemáticas y física, incorporar las nuevas tecnologías de la información, usar nuevas técnicas didácticas en los cursos de estas áreas y establecer un modelo educativo para estudiantes de Ingeniería que integrara el currículum básico de las áreas de Ciencias Básicas en los primeros semestres de las carreras de Ingeniería. En Principia el modelo desarrolló una metodología de enseñanza y aprendizaje cuyos ejes fundamentales fueron el aprendizaje basado en la resolución de problemas y en la investigación apoyados por la tecnología y se obtuvieron buenos resultados en el logro de aprendizajes de alto nivel (Delgado, F., Santiago, R. D., Prado, C., Polanco, R., & Quezada, L., 2001)

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es una metodología derivada del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que suele ser utilizada en el desarrollo de competencias disciplinares y transversales. En esta metodología, un reto es una experiencia vivencial diseñada para exponer al alumno a una situación atractiva y desafiante del entorno, es una situación que exige una respuesta, tiene significado y desafía la inteligencia del alumno, se resuelve colaborativamente, es multidisciplinaria y no tiene solución única (ITESM, 2015). En el ABR se promueve la participación de todos los integrantes de los equipos, responde a necesidades reales e intereses institucionales, es formativo e informativo, la estrategia de solución del reto mantiene a los alumnos motivados, exige para ellos amplíen sus razonamientos y es aplicable a todas las disciplinas, permitiendo que varias de ellas se interrelacionen naturalmente. En este ambiente, los estudiantes adquieren mayor responsabilidad de su propio aprendizaje y aplican, en proyectos reales, las habilidades y conocimientos adquiridos en la clase o por su propia cuenta (Santiago y Quezada, 2016). El ABR es, por lo tanto, un punto de partida para los cambios en la enseñanza y el aprendizaje que la sociedad exige ya que permite desarrollar las competencias y habilidades de los alumnos para resolver problemas cotidianos complejos (ITESM, 2015). Generalmente, el ABR se estructura mediante retos tipo y módulos de aprendizaje necesarios para su solución.

Diseño

Este trabajo se realizó en cuatro fases. La primera, en el semestre agosto-diciembre de 2015, consistió en seleccionar el reto semestral para la integración de los cursos de Física II y Matemáticas para Ingeniería II, los retos parciales y los módulos de aprendizaje de apoyo para el curso integrado CI-2. En la segunda fase, se implementó este curso en el semestre enero-mayo de 2016. En ese mismo semestre se realizó la tercera fase, similar a la primera, elaborando los cursos integrados CI-1 con Física I y Matemáticas I y el curso CI-3 formado por Electricidad y Magnetismo y Matemáticas III. La cuarta fase se llevó a cabo en el semestre agosto-diciembre de 2016 implementando los cursos integrados CI-1 y CI-3. En la tabla 1 se muestran el esquema de los cursos, el reto base, los retos parciales y los módulos asociados.

Tabla 1. Cursos integrados de Física y Matemáticas

Curso I. Reto tipo: Festival de la ciencia en zonas marginadas						
Retos Parcial	Taller científico		Aparatos científicos		Obras científicas	
Módulo Mate	M1: Desmos-funciones	M2: Función vectorial	M3: La derivada	M4: Derivadas Mathe-	M5: Aplicación	M6: Integración básica
Módulo Física	F1: Movimiento	F2: Movimiento circular	F3: Newton	F4: Cinemática	F5: Rotacional	F6: Trabajo
Curso II. Reto tipo: Día del niño, día de la ciencia						
Retos parcial	Juegos y Juguetes		Museo Móvil		Teatro científico	
Módulo Mate	M1: Diferencial	M2: Métodos	M3: Integral doble	M4: Series	M5: Campos	M6: Taylor
Módulo Física	F1: Hidro-estática	F2: Trabajo	F3: Oscilador	F4: Transferencia de Calor	F5: Hidro-dinámica	F6: Ondas
Curso III. Reto tipo: Festival de la ciencia en zonas marginadas						
Retos parcial	Talleres		Prototipos científicos		Historia de la ciencia	
Módulo Mate	M1: Campos vectores	M2: Función varias var.	M3: Mathematica y funciones	M4: Derivada	M5: Integral múltiple	M6: Integral de línea
Módulo Física	F1: Gauss	F2: Campo Electrico	F3: Magnetismo	F4: Potencial	F5: Biot-savart	F6: Ampere

Una problemática en México es la escasa y pobre difusión de la ciencia, prácticamente nula en zonas marginadas. Por esa razón, los retos tipos de los cursos integrados están relacionados con la difusión de la ciencia y la matemática para niños de escasos recursos. En estos retos, los alumnos deben diseñar, planear e implementar diferentes eventos de divulgación de la ciencia en escuelas primarias. Los retos parciales tienen como objetivo apoyar el reto semestral mediante la creación de todos los materiales necesarios para los diferentes eventos, por ejemplo: juguetes y aparatos científicos, talleres de divulgación, museo móvil y obras de teatro.

Los módulos consideraron materiales ya existentes de diferentes autores que contienen propuestas didácticas cercanas al ABR. Para Física I se usó el texto de Santiago, Delgado y Villegas (2013) y para Matemáticas I y II de Ingeniería los textos de Prado et al. (2007) y Santiago et. al. (2008), todos ellos comparten la metodología de enseñanza basado en solución de problemas. Algunas de las actividades desarrolladas fueron, por ejemplo: “El juego de ajedrez”, donde los estudiantes construyen un ajedrez a partir de los perfiles de las piezas usando el paquete Mathematica y calculan sus propiedades físicas; “La influenza ¿epidemia?”, donde analizan y modelan los datos de enfermos de influenza de las temporadas invernales 2014-2015 y 2015-2016.

Investigación

Los cursos se impartieron a 130 alumnos del primer tercio de las carreras de ingeniería: 42 alumnos del primer, 40 del segundo y 48 del tercer semestre. Para evaluar el desarrollo de competencias se analizaron los reportes escritos de los retos propuestos mediante rúbricas típicas que consideran aspectos como redacción, uso de tecnología, uso de conceptos de física y/o matemáticas. Los prototipos y juguetes fueron evaluados mediante listas de cotejo que incluyen aspectos como funcionalidad, creatividad, resistencia e interactividad. Al final, se encuestó a los alumnos sobre su percepción de los cursos y sobre los retos y actividades desarrolladas.

Resultados

Los alumnos presentaron sus trabajos a las comunidades de las escuelas primarias y los profesores, alumnos de esas comunidades tuvieron el rol de evaluador, ver figura 1. Se observa que las preguntas asociadas a la creatividad de los estudiantes (CR), la motivación

(MO) y la comunicación de ideas (CO) fueron claras. La escala de evaluación fue de 1 a 4 donde 4 es totalmente de acuerdo y 1 en desacuerdo.

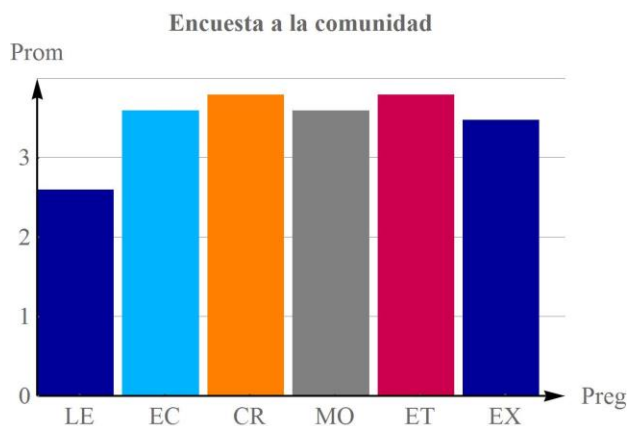


Figura 1. Encuesta a las comunidades de las escuelas primarias.

Los reportes de cada reto parcial y del reto semestral fueron evaluados por los profesores de los grupos, algunos de los elementos considerados fueron redacción (R), uso de conceptos matemáticos y físicos (MF), uso de herramientas tecnológicas (HT), estructura (ES), entre otros, con escala de 0 a 100, ver figura 2.

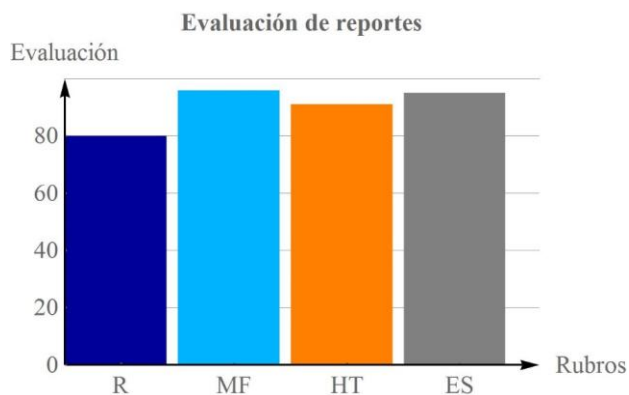


Figura 2. Resultados de reportes escritos de retos.

Los prototipos fueron evaluados considerando características asociadas al funcionamiento como: facilidad de uso (F), interactividad (I), la resistencia (R), estética (E) y creatividad (C), entre otros aspectos. Los resultados promedio se muestran en la figura 3. Los prototipos

cumplen, en general, con su propósito: fácilmente manipulables, funcionales y estéticos. Se percibe una mejora en creatividad.

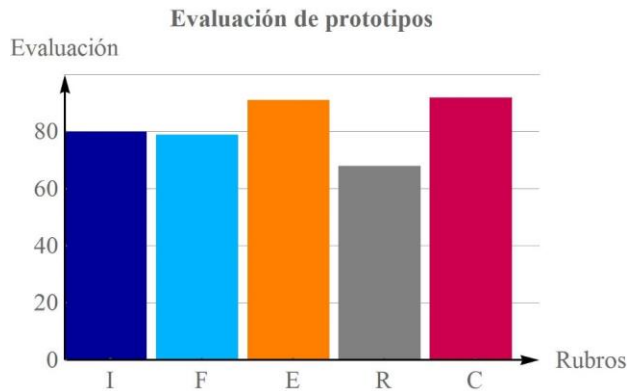


Figura 3. Evaluación de prototipos.

Los alumnos contestaron una encuesta sobre el desarrollo de sus competencias y sub-competencias transversales. Este resultado se contrastó contra el análisis promedio de los reportes de las actividades de resolución de problemas hechas por los profesores. Para la competencia de solución de problemas se consideraron las sub-competencias: análisis de la situación (AS), estrategia elaborada (AE), planeación y desarrollo de la estrategia (PD), uso de herramientas tecnológicas (HT), uso de roles y trabajo colaborativo (TC), análisis de la solución propuesta (SP), comunicación escrita mediante reportes (CE), conclusiones (C), uso de referencias (UR), comunicación oral por presentación (CO). Los resultados se muestran en la figura 4.

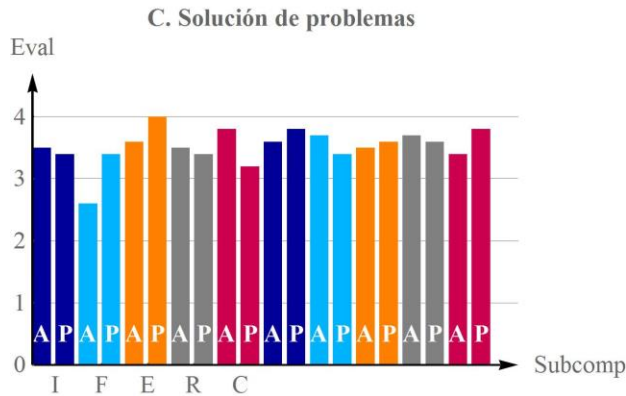


Figura 4. Encuesta sobre desarrollo de competencias en alumnos.

Discusión

Los resultados de este trabajo indican que la presentación de actividades y retos de resolución de problemas integrando los cursos de física y matemáticas permite que los alumnos desarrollen mayor motivación para aprender estas áreas. Se encontró, por ejemplo, que la motivación para resolver problemas de nuestra sociedad aumenta al presentar retos de nuestra vida cotidiana, que no siempre aparecen en los cursos convencionales. Además, al analizar el desarrollo de las competencias mediante el estudio de sub-competencias permite ver que los alumnos desarrollan muy bien la competencia de solución de problemas, donde destacan los resultados obtenidos en las sub-competencias de análisis de la solución y de herramientas tecnológicas. Estos resultados concuerdan en gran medida por los reportados por Delgado, Santiago & Prado (2002), donde se analiza el impacto de un curso integrado de física y matemáticas. Como ganancia adicional de este trabajo, se observa un aumento en la conciencia social y ciudadana de los alumnos participantes. El hecho de enviarlos a zonas marginadas para apoyar el crecimiento intelectual de niños en escuelas primarias, les permite coadyuvar en la solución de problemas sociales de forma efectiva y clara. La percepción de estas comunidades escolares es que los eventos desarrollados les ayudan a comprender mejor los aspectos positivos de la ciencia.

Conclusiones

Los cursos tradicionales de matemáticas y física no desarrollen eficientemente las habilidades en la solución de problemas complejos de los estudiantes. En este trabajo se

percibe que una mayor integración en la enseñanza de estas áreas permite una mejor comprensión de sus contenidos y un mejor desarrollo de competencias transversales.

Por otra parte, la escasa difusión de la ciencia en México llevó a construir un reto guía semestral para integrar los cursos de física y matemáticas del primer tercio de las carreras de ingeniería. Los retos “Divulgación de las ciencias en comunidades marginadas” logran que las materias de matemáticas y física sean atractivas para los estudiantes de carreras profesionales y posiblemente, los conocimientos adquiridos sean mejor comprendidos. Con eventos como: “Día del niño, día de la ciencia”, “Festival de la Ciencia” y “Fiesta de la ciencia”, el estudiante participante aumenta su compromiso social para contribuir activamente en la solución de problemas nacionales.

Además, la integración curricular de áreas permite que los alumnos cambien su percepción de las ciencias exactas, aumenta su aprecio por ellas y se le valora más en términos de sus aplicaciones y usos.

Referencias bibliográficas

Alanís, J., Cantoral, R., Cordero, F., Farfán, R., Garza, A., Rodríguez, R. (2003). Desarrollo del pensamiento matemático. México: Editorial Trillas.

Delgado, F., Santiago, R. D., Prado, C., Polanco, R., & Quezada, L. (2001). Programa Principia: experiencias de un curso con currículum integrado en ambientes colaborativos y con uso de tecnologías en el aprendizaje. In ANALES de la Universidad Metropolitana (Vol. 1, No. 1, pp. 39-55). Universidad Metropolitana.

Delgado, F., Santiago, R., & Prado, C. (2002). Principia program: experiences of a course with integrated curriculum, teamwork environment and technology used as tool for learning. In the Proceedings of 2nd International Congress of Teaching Mathematics; Crete, Greece.

ITESM. (2015). Modelo educativo Tec21. <http://observatorio.itesm.mx/edutrendsabr/> Consultado 20/05/2017

Prado, C., Santiago, R., Quezada, L., Gómez, J., Zuñiga, L. (2007). Cálculo diferencial para ingeniería. México: Pearson Ed.

Santiago, R., Delgado, D. & Villegas, M. (2013). Física I. México: Editorial Digital ITESM.

Santiago, R., Prado, C., Gómez, J., Quezada, L., Zuñiga, L., Pulido, J., Barajas, L. & Olmos, O. (2008). Cálculo integral para ingeniería. México: Pearson Ed.

Santiago, R. & Quezada, L. (2016). Modelos de inventarios, una experiencia con alumnos de ingeniería industrial. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 29.