

USO DE LA TECNOLOGÍA COMO APOYO EN EL APRENDIZAJE DE CÁLCULO

Elena Fabiola Ruiz Ledesma
Escuela Superior de Cómputo del IPN. (México)
efruiz@ipn.mx
Chadwick Carreto Arellano
Escuela Superior de Cómputo del IPN. (México)
ccarreto@ipn.mx

RESUMEN

En el presente artículo se muestra la relevancia que tiene el uso de la tecnología. Al diseñar e implementar un software para apoyar el aprendizaje de los estudiantes que cursan la materia de Cálculo en el nivel superior, así como el desarrollo de competencias.

El software aquí mostrado forma parte del proyecto que se desarrolló en la Escuela Superior de Cómputo en México, titulado: Indicadores teóricos en la reconstrucción del cálculo diferencial e integral en ingeniería con No. de registro en la Secretaría de Investigación y Posgrado 20110343 [1].

Para que el profesor apoye la resolución de problemas, se promovió un proceso continuo para establecer una conexión entre las distintas formas de representación de la función que debe ser obtenida por el estudiante en la resolución de problemas. Estas formas de representación son: gráfica, tabular y numérica.

El software estuvo conformado por: el contenido temático de la Unidad de aprendizaje de Cálculo, actividades de autoevaluación en cada unidad, actividades de aprendizaje, lecturas de apoyo, recursos como foros y blogs, lo que permitió la reflexión y la comunicación entre estudiantes y profesor.

Una vez diseñado el software se procedió a aplicar a una muestra de estudiantes las actividades contenidas en él, por lo que se presentan los resultados obtenidos al trabajar uno de los temas de Cálculo y que es el de razones de cambio relacionadas.

Se concluye que el uso del software mediante el diseño de simulaciones permite modificar las clases de los docentes y adoptar otras estrategias de enseñanza, de tal forma que el ejercitarlas está dirigido a provocar procesos de reflexión sobre la práctica, convirtiéndolos en procesos sistemáticos, así como incorporar conceptos de didáctica de las disciplinas específicas, con la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza impartida.

Palabras clave: software, estrategias didácticas, cálculo, simulaciones, resolución de problemas

1. INTRODUCCIÓN

De manera específica y como una forma de delimitar la investigación que se realizó, nos enfocamos a trabajar actividades con las cuales el docente abordó de manera significativa, para el estudiante, aplicaciones como la de

razón de cambio y optimización, inmersa en problemas del cálculo, [2], materia que cursan los estudiantes de nivel superior en sus dos primeros semestres en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales de la Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional.

En particular, en el presente artículo mostramos la necesidad del uso de actividades de aprendizaje mediante la tecnología al resolver problemas de razón de cambio y hacemos una propuesta mediante el uso de simulaciones, recursos como foros, blogs, que conforman el libro electrónico en la resolución de problemas [1]

Empleamos los diseños elaborados y validados sobre problemas de razones de cambio en diferentes contextos, mismos que surgieron del proyecto titulado "Diseño de estrategias didácticas para competencias del Cálculo Diferencial e Integral en Ingeniería" con No. de registro en la SIP 20100338. [3], el cual lo consideramos como un marco teórico-metodológico para abordar lo relacionado al tema en cuestión.

2. JUSTIFICACIÓN

Tomando como base el modelo educativo del Instituto Politécnico Nacional y los antecedentes de rendimiento y aprendizaje de las matemáticas, y en particular del Cálculo, de nuestros estudiantes en dicha área, [3] y [4]. Se encontró que los estudiantes tienen múltiples dificultades al resolver problemas del Cálculo, lo que es indicativo de la importancia de trabajar en este campo, ya que las causas pueden ser muy diversas en cuanto a la mejor forma de promover el aprendizaje en el alumno con el nuevo rol como profesor mediador entre la disciplina y el alumno.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Proporcionar al docente herramientas para que apoye el desarrollo de su trabajo en el aula que coadyuve el desarrollo de competencias a nivel ingeniería, mediante estrategias didácticas en torno a la resolución de problemas de optimización y razón de cambio. De aquí se desprende la siguiente pregunta de investigación:

¿El empleo de actividades de aprendizaje, recursos como foros, blogs, simulaciones como parte de un software educativo, permite al docente contar con una estrategia de enseñanza en la resolución de problemas que incorporan el concepto de razón de cambio?

4. ASPECTOS TEÓRICOS

En lo concerniente al trabajo que se desarrolló con los profesores para poder determinar estrategias que coadyuven a una mejor calidad en su labor, tomamos en cuenta lo señalado por Ruiz, Camarena y Maya [5], referente a la necesidad de analizar la planeación, instrumentación y evaluación de sesiones de resolución de eventos contextualizados.

Ante este nuevo reto el papel del profesor se concibe dentro de un proceso dinámico en construcción permanente en el que participan todos los agentes educativos, siendo necesario consolidar los espacios de reflexión en los que se define la orientación del ejercicio docente.

En lo que respecta al trabajo propiamente del concepto de razón de cambio, y sobre los registros de representación; gráfica, tabular y numérica, así como resolución de problemas, tenemos a Hitt [6], quien destaca que:

“La *visualización* matemática tiene que ver con el entendimiento de un enunciado y la puesta en marcha de una actividad, que si bien no llevará a la respuesta correcta sí puede conducir al resolutor a profundizar en la situación que se está tratando. Una de las características de esta visualización es el vínculo entre representaciones para la búsqueda de la solución a un problema determinado”. Hitt (2002, p. viii).

Duval [7] habla de la semiosis, sólo que relacionada con las representaciones, escribiendo que:

“Las representaciones semióticas, es decir, aquellas producciones constituidas por el empleo de signos (enunciado en lenguaje natural, fórmula algebraica, gráfico, figura geométrica...) no parecen ser más que el medio del cual dispone un individuo para exteriorizar sus representaciones mentales; es decir, para hacerlas visibles o accesibles a los otros. Las representaciones semióticas estarían, pues, subordinadas por entero a las representaciones mentales y no cumplirían más que funciones de comunicación.” (p. 14).

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS

La orientación metodológica se ubica en una perspectiva cualitativa, lo cual significa que se observaron fundamentalmente los aspectos cualitativos del proceso experimental, la cual se llevó a cabo a través de las siguientes fases:

1. Determinación de la muestra de los docentes a los que se les realizaron las entrevistas y los cuestionarios.
2. De las actividades diseñadas y validadas se seleccionaron las más representativas, para ser discutidas y analizadas a través de entrevistas durante el desarrollo de las mismas.

3. Análisis de las situaciones encontradas para determinar estrategias que coadyuven a que el docente mejore la calidad del ingeniero que está formando.

4. Determinación de resultados y conclusiones.

Se tomó una muestra de 6 profesores que impartían la Unidad de Aprendizaje de cálculo.

Los docentes que participaron en la entrevista señalaron lo siguiente:

- En la resolución de problemas de razón de cambio los estudiantes no logran establecer la función con las que les permitirá trabajar y resolver la situación planteada.
- Los estudiantes están muy acostumbrados a usar el criterio de la primera y segunda derivada para encontrar máximos y mínimos pero no logran darle sentido a esta forma de trabajo. Son muy mecánicos.
- Mencionaron que se requiere hacer explícitas las aplicaciones de razón de cambio mediante el uso del lenguaje gráfico.
- Es fundamental mostrar al alumno la relación que guardan los tres registros de representación: el gráfico, el tabular y el analítico.

En el presente artículo se muestran, por un lado una actividad de aprendizaje diseñada con todos los elementos requeridos para su programación en el software. y por otro la simulación que se encuentra en el software. Dicha actividad es sobre el tema de razones de cambio relacionadas.

En la siguiente parte se muestra la actividad de aprendizaje de razones de cambio relacionadas con su contenido y una autoevaluación:

6. ACTIVIDAD DE RAZONES DE CAMBIO RELACIONADAS:

En la unidad de aprendizaje de cálculo estudiaste que la velocidad es la tasa de variación de la posición respecto al tiempo y que la aceleración es la tasa de variación de la velocidad respecto al tiempo, en este tema utilizaremos la derivación implícita como herramienta para calcular la velocidad o ritmo de variación de dos o más magnitudes relacionadas que están cambiando respecto al tiempo.

Comencemos analizando la expresión $\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$ la cual representa el cociente entre la variación de la variable dependiente (función) y la variación experimentada por la variable independiente, por este motivo se le denomina razón media de cambio de la función $f(x)$, cuando se toma el límite a esta expresión en que $\Delta x \rightarrow 0$, es decir la derivada, se le denomina

también razón instantánea de cambio.

Sugerencia para la resolución de problemas de razón de cambio

Supongamos ahora que, en el contexto de un problema, se tiene una función de la que queremos medir y obtener su razón de cambio (su derivada). Es muy probable que dicha función se encuentre relacionada con otras funciones cuyas derivadas (razones de cambio) se conozcan. La estrategia en este caso consiste en seguir los siguientes pasos:

- 1) Dibujar una diagrama, cuando sea pertinente, e indicar las cantidades que varían.
- 2) Especificar en forma matemática la tasa de variación que se está buscando y recopilar toda la información dada
- 3) Hallar una ecuación que implique la variable cuya tasa de variación se debe hallar.
- 4) Diferenciar respecto a t la ecuación hallada en el paso 3).
- 5) Enunciar la respuesta final de forma coherente, especificando las unidades empleadas.

Para comprender mejor la rapidez de variación de dos o más variables relacionadas se le invita a ver el ejemplo que es un problema denominado depósito cónico y la animación de la situación, realizada con la herramienta flash. (ver figura 1)

Ejemplo

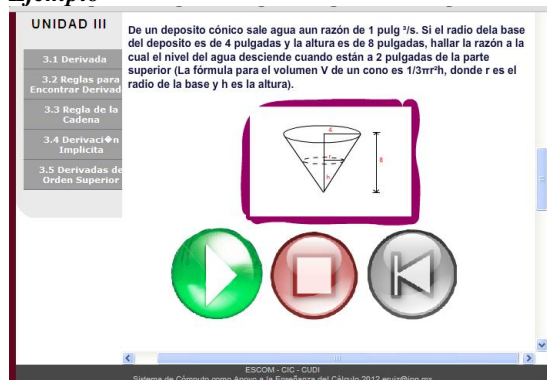


Fig 1. Contiene el texto del problema

Primero la muestra de los 30 estudiantes leyeron el contenido del problema y comentaron sobre el mismo. No todos los estudiantes lograron determinar las variables involucradas. Los alumnos que si lo hicieron procedieron a revisar cuál sería la función que debían derivar para hacer el procedimiento algebraico y solucionar el problema.

Debido a que más del 50% de los estudiantes no lograron determinar con éxito los pasos algebraicos para llegar a la solución, se les presentó la simulación del problema en donde lograron observar el vaciado del depósito cónico, la forma en que se puede dividir en triángulos semejantes para darle sentido a los pasos algebraicos, lo que se muestra en las figuras 2, 3, 4 y 5.

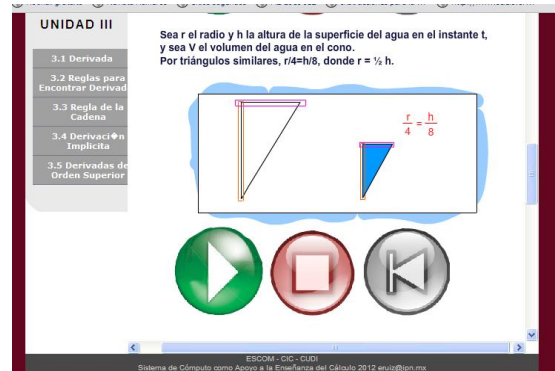


Fig. 2 Imagen de los triángulos semejantes. Fuente: Software de Cálculo Ruiz, Elena, Vásquez Leonardo, Araujo Fernando y Villagómez Daniel

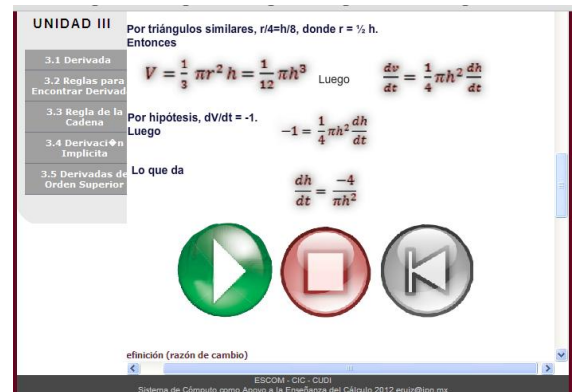


Fig. 3. Pasos mostrados para la resolución del problema. Fuente: Software de Cálculo Ruiz, Elena, Vásquez Leonardo, Araujo Fernando y Villagómez Daniel



Fig. 4. Simulación del vaciado del cono. Fuente: Software de Cálculo Ruiz, Elena, Vásquez Leonardo, Araujo Fernando y Villagómez Daniel.

Los estudiantes resolvieron más actividades de razón de cambio.

7. RESULTADOS

A. Sobre lo obtenido con la actividad de razones de cambio relacionadas

Después de aplicar la actividad de razones de cambio relacionadas, puestas en el software, se encontró lo siguiente:

17 de los 30 estudiantes resolvieron de forma correcta la actividad del depósito cónico. Los estudiantes que resolvieron de forma incorrecta se debió al olvido de fórmulas, al no recordar pasos algebraicos, pero gracias a que la simulación explica cada uno de esos pasos y les permite a los estudiantes visualizar la situación, los alumnos lograron tener éxito en las otras actividades que se les presentaron.

Al respecto los 6 profesores que han dado clases de cálculo y que fueron entrevistados, comentaron que las deficiencias con las que llegan los estudiantes al nivel de ingeniería se debe, en gran medida a la forma de trabajo a la que están acostumbrados que es muy mecánica y sin llegar a la reflexión.

Los 30 alumnos revisaron el contenido del tema de razones de cambio relacionadas junto con las simulaciones donde aparecen la resolución del problema.. Sobre el tema de razones de cambio relacionadas los alumnos comentaron lo siguiente: El uso de las razones de cambio tienen aplicaciones en la física, y en otras áreas. Además para la resolución de los problemas era necesario recordar fórmulas que se trabajaron en geometría como la del volumen de una esfera o la de un cono. También se empleó la regla de la cadena como herramienta del Cálculo Diferencial, en la resolución de los problemas.

8. CONCLUSIONES

Cuando el docente usa únicamente la estrategia expositiva el aprendizaje se torna mecánico, mientras que si emplea otras como el uso de problemas, empleo de la visualización y de los registros de representación semiótica, le permite tener elementos cognitivos y comunicativos que le ayudan en su labor académica. Es decir contribuye al desarrollo de competencias en el estudiante. Resultados que coinciden con Hitt [6] y Duval [7].

Mediante el uso de problemas con apoyo de la tecnología, en este caso en las simulaciones, se considera que los docentes pueden comprender la variedad de estrategias de enseñanza factibles de emplearse en el aula, con el objetivo de que el alumno le de sentido al

tema que trabaja y abandone el uso mecánico de las fórmulas.

Ejercitar otras estrategias de enseñanza está dirigido a provocar procesos de reflexión sobre la práctica, convirtiéndolos en procesos sistemáticos, con la finalidad de mejorar la calidad de la enseñanza impartida. Con ello, la modalidad del trabajo docente tiene como base: Determinar el problema de aula, diseñar acciones didácticas, aplicar y observar, analizar y visualizar conflictos.

9. REFERENCIAS

- [1] Ruiz, L. Elena Fabiola, protocolo del proyecto de investigación Indicadores teóricos en la reconstrucción del cálculo diferencial e integral en ingeniería registrado en la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), del IPN con núm. de registro CGPI 20110343, México, 2011, IPN
- [2] Plan y Programa de Estudios Cálculo 2004 ESCOM. IPN.
- [3] Ruiz, L. Elena Fabiola, Estrategias Didácticas en la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral en Ingeniería, reporte técnico de proyecto proyectos de investigación registrado en la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), del IPN con núm. de registro CGPI 20100398, México, 2010, IPN.
- [3] Ruiz, L. Elena Fabiola Diseño de Estrategias de Enseñanza para el concepto de variación en Áreas de Ingeniería. *Las matemáticas y la Educación. INNOVACIÓN* Vol. 9 Núm 46 2009. IPN. pp. 27-37
- [4] Mejía, A., Cruz, A y Pardo, R. M. Diseño de un instrumento de evaluación del grado de conocimientos de las ciencias básicas del alumno de nuevo ingreso a una carrera de ingeniería y su importancia en el diseño curricular. Memorias del Segundo Congreso Internacional de la Didáctica de las matemáticas en la Ingeniería. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán. 2007, México.
- [5] Ruiz, E. F, Camarena, G y Maya, D . Empleo de simulaciones como estrategia de enseñanza en situaciones de variación. Memorias del Congreso de ESQIE.2009, IPN. México.
- [6] Hitt F. Representations and Mathematics Visualization. International Group for the Psychology of Mathematics Education North American. Chapter and Cinvestav-IPN. México 2002.
- [7] Duval R. Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En Investigaciones en Matemática Educativa II (Editor F. Hitt). Grupo Editorial Iberoamérica. 1998. Traducción de: Registres de Répresentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives, Vol. 5 (1993).