

Empleo de un Libro Electrónico de Cálculo en el Desarrollo de Competencias de Estudiantes de Ingeniería

Elena F. RUIZ

Departamento de Posgrado-Escuela Superior de Cómputo del Instituto Politécnico Nacional
Ciudad de México, Gustavo A. Madero. 07738, México

RESUMEN

En el presente artículo se muestra la importancia del uso de libro electrónico como apoyo en el desarrollo de competencias al resolver problemas correspondientes a la Unidad de Aprendizaje de Cálculo en el Nivel Superior.

Previo al diseño del libro electrónico se aplicaron cuestionarios a estudiantes y docentes, así como se realizaron entrevistas para la detección de las dificultades cognitivas que presentan los alumnos en la resolución de problemas del Cálculo Diferencial. Se establecieron indicadores teóricos y se procedió a llevar a cabo las acciones didácticas y computacionales que formaron parte de las actividades de aprendizaje.

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 libro electrónico 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. De esta forma los docentes adoptaron otras estrategias de enseñanza.

Palabras Claves: Cálculo, Evaluación, Estrategias de Enseñanza, Resolución de problemas, Tecnología.

1. INTRODUCCIÓN

Existen elementos cognitivos en el desarrollo de la ingeniería, los cuales son centrales en el desarrollo de competencias laborales y profesionales, entre estos se encuentra el concepto de función. De manera específica y como una forma de delimitar la investigación que se realizó, se trabajaron 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, [1], materia que cursan los estudiantes de nivel superior en sus dos primeros semestres en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales de la ESCOM.

En particular, en el presente artículo se muestra la necesidad del uso de actividades de aprendizaje mediante la tecnología al resolver problemas de optimización y de razón de cambio y se hace una propuesta mediante el uso de simulaciones, recursos

como foros, blogs, que conforman el libro electrónico en la resolución de problemas [2]

Se emplearon los diseños elaborados y validados sobre problemas de optimización y 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 función?

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 función, 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 [6].

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

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) Fase 1. Determinación de la muestra de los docentes a los que se les realizaron las entrevistas y los cuestionarios.
- 2) Fase 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) Fase 3. Análisis de las situaciones encontradas para determinar estrategias que coadyuven a que el docente mejore la calidad del ingeniero que está formando.
- 4) Fase 4. Determinación de resultados y conclusiones.

Fase 1

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:

- 1) En la resolución de problemas de optimización los estudiantes no logran establecer la función con las que les permitirá trabajar y resolver la situación planteada.
- 2) 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.

3) Mencionaron que se requiere hacer explícitas las aplicaciones de optimización mediante el uso del lenguaje gráfico.

4) Es fundamental mostrar al alumno la relación que guardan los tres registros de representación: el gráfico, el tabular y el analítico o algebraico.

En el presente artículo se muestran, por un lado una actividad de aprendizaje diseñada con todos los elementos requeridos para su programación en el libro electrónico. Dicha actividad es sobre el tema de razones de cambio relacionadas.

Por otro lado se muestra un problema de optimización empleando una simulación tal y como aparece en el libro electrónico.

En la siguiente parte se muestra la actividad de aprendizaje de razones de cambio relacionadas con su contenido y una autoevaluación. En el cuadro 1 se presentan las instrucciones de la práctica de razón de cambio.

Fase 2: Actividades

Práctica 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. Antes de iniciar con el estudio del tema es importante que recuerdes algunos conceptos que se utilizarán en el desarrollo del tema. Te invito a realizar una *autoevaluación*, cuya finalidad es que identifiques los conceptos que se requieren reforzar.

Cuadro 1. Se muestran las instrucciones de la práctica de razones de cambio.

Algunas preguntas de la autoevaluación que se presentó a los alumnos se muestran en el cuadro 2.

Autoevaluación: Revisión de conceptos previos

Instrucciones

- 1.- Responde el cuestionario de autoevaluación de 5 reactivos de opción múltiple.
- 2.- En este cuestionario debes seleccionar una de las cuatro opciones, piensa bien tu respuesta porque sólo tienes una oportunidad.
- 3.- Para ingresar a la autoevaluación pulsa la siguiente liga [Autoevaluación de conceptos](#)

Cuál de las siguientes opciones expresa la definición de razón

- a) Cociente entre dos magnitudes.
- b) Producto entre dos magnitudes.
- c) Adición entre dos magnitudes.
- d) Potencia entre dos magnitudes.

La rapidez de cambio se expresa como:

- a) El cociente entre la variación de la variable dependiente y la variable independiente.
- b) La diferencial de una función.
- c) El producto de la derivada de la primera función, por la segunda más el producto de la derivada de la

segunda función, por la primera función.

- d) El límite del cociente entre la variación de la variable dependiente y la variable independiente.

Cuál es la definición de derivada como límite

- a) Es la pendiente de una recta.
b) Es el límite del incremento de la función entre el incremento de la variable cuando dicho incremento se aproxima a cero.
c) Es el límite de la pendiente de una recta.
d) Es el límite de un incremento de variables cuando la variable se aproxima a cero.

Cuál de las siguientes expresiones muestran la aplicación de la regla de la cadena

- a) $\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dr} \frac{dr}{dt}$
b) $\frac{dV}{dr}$
c) $\frac{dV}{dt} = 100$
d) $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.

Dado el siguiente enunciado Se bombea aire a un globo esférico, de tal modo que su volumen aumenta con una rapidez de 100 cm³/s.

¿Cuál de las siguientes fórmulas muestra la rapidez de cambio del aumento del volumen de un globo esférico?

- a) $\frac{dV}{dr} = 4\pi r^2$.
b) $V = \frac{4}{3} \pi r^3$.
c) $\frac{dV}{dt} = 100$
d) $\frac{dr}{dt} = 100$ l.

Cuadro 2. Se muestran las preguntas con sus opciones de la autoevaluación.

Después de haber realizado la autoevaluación se le pide al estudiante revisar el siguiente contenido:
Comencemos analizando la expresión (1).

$$\frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x} \quad (1)$$

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 el incremento de x tiende a cero, lo que se expresa como $\Delta x \rightarrow 0$, es decir a la derivada, se le denomina también razón instantánea de cambio.

Este concepto se aplica también en cinemática al expresar la posición de un cuerpo con movimiento unidimensional en función del tiempo $x = x(t)$, en tal caso la razón instantánea de cambio de la posición, corresponde al concepto de rapidez instantánea y se muestra en la expresión (2).

$$v = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta t} = \frac{dx}{dt} \dots\dots\dots (2)$$

Después de revisar el contenido del tema de razón de cambio, se le proponen al estudiante ideas para resolver problemas de razón de cambio, lo que se muestra en el cuadro 3.

Para encontrar entonces la razón de cambio se debe determinar en primer lugar la relación entre las variables mediante una función y posteriormente obtener su derivada. Es decir en un problema de razones de cambio relacionadas, la idea es calcular la razón de cambio de una de las cantidades en términos de la razón de cambio de la otra (que se puede medir con mayor facilidad). El procedimiento consiste en hallar una ecuación que relacione las dos cantidades y, luego, aplicar la regla de la cadena para derivar ambos miembros con respecto al tiempo.

Cuadro 3. Ideas sobre cómo resolver 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 algunos pasos. En el cuadro 4 se muestran algunos de los pasos que se proponen en el libro electrónico.

- 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.

Cuadro 4. Propuesta de pasos a seguir al resolver un problema de razón de cambio.

Para comprender mejor la rapidez de variación de dos o más variables relacionadas se les invita a los estudiantes a revisar algunos ejemplos.

Ejemplo 1 y su solución: Encontrar la rapidez de variación del volumen de un cubo con respecto a la longitud de un lado.

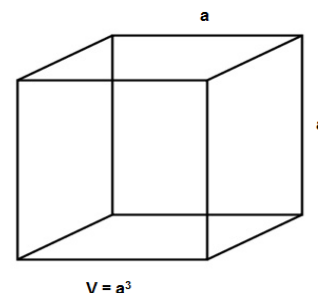


Figura 1. Imagen del problema del cubo.

Solución: Los datos del problema son.

Volumen del cubo (expresión número 3).

$$V = a^3 \dots\dots\dots (3)$$

Si la relación entre el volumen de un cubo (V) y la longitud de una de sus aristas (a) es la función a la que se le asignó el número (1), entonces al obtener la derivada de la velocidad con respecto al tiempo, que se expresa como dV/dt , se tiene la variación, recordemos que dV/dt es la fórmula de la rapidez de cambio del volumen, es decir la derivada del volumen con respecto al tiempo.

$$\text{Esto es: } V' = 3a^2 \dots\dots\dots (4)$$

Ejemplo 2: Se vierte agua en un estanque cilíndrico de 2 metros de radio basal y 4 metros de altura a razón de 50 litros por minuto. ¿Con que rapidez asciende el nivel del agua?

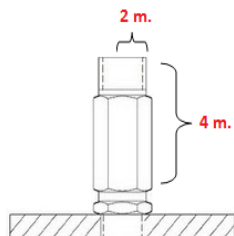


Figura 2. Imagen del problema 2

Solución: Datos

Altura del cilindro: 4 metros

Radio basal: 2 metros

$$\text{Fórmula del volumen del cilindro } V = \pi r^2 h \dots\dots\dots (5)$$

Lo que se pide obtener es: Rapidez de cambio de la altura con respecto al tiempo

Llamando h a la altura del nivel de líquido en cualquier momento, se puede expresar el volumen del contenido en función de h de la forma como se muestra en la expresión (6)

$$V = \pi r^2 h \dots\dots\dots (6)$$

despejando h se tiene la expresión (7)

$$h = \frac{V}{\pi r^2} \dots\dots\dots (7)$$

en donde π y r son constantes, luego derivando resulta la expresión (8)

$$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{\pi r^2} \frac{dV}{dt} \dots\dots\dots (8)$$

pero dado que ingresa agua a razón de 50 litros por minuto (dV/dt) entonces se obtiene la expresión (9).

$$\frac{dh}{dt} = \frac{1}{12.56} 0.050 = 0.0398 \text{ m/min} \dots\dots\dots (9)$$

Después de mostrar ejemplos, se le invita al estudiante a realizar actividades como la que se muestra en el cuadro 5. En

esta actividad el estudiante puede observar la simulación del problema y se le guía en el proceso de análisis para llegar a la solución.

Actividad de aprendizaje : Globo esférico

Para reforzar los conocimientos del tema es importante que resuelvas problemas, por ello te invitamos a resolver la siguiente actividad.

Se bombea aire a un globo esférico, de tal modo que su volumen aumenta con una rapidez de 100 cm³/s. ¿Con qué rapidez aumenta el radio del globo cuando su diámetro es de 50cm?

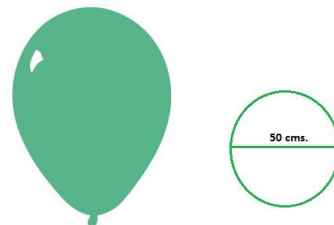


Figura 3. Globo esférico

1. En el siguiente menú elige los datos que corresponden al problema, dando click en el dato que consideres correcto:

Fórmula del volumen de una esfera

- a) $V = \frac{4}{3} \pi r^3$
- b) $V = \pi r^3$
- c) $V = \frac{1}{3} \pi r^3$

2. Escribe con número el diámetro de la esfera: _____
3. Escribe con número y las unidades correspondientes a la rapidez del volumen con respecto al tiempo:

En caso de que los datos que anotaste no sean correctos se te remitirá al contenido del tema 1.1

4. Si los datos que escribiste son correctos continua resolviendo el problema, para ello apóyate dando respuesta a las preguntas que se te formulan a continuación:
 - a) Cómo expresas, mediante fórmula, la rapidez del volumen con respecto al tiempo y a qué es igual?
 - b) ¿Cómo expresas, mediante fórmula, la rapidez de cambio del radio?
 - c) Expresa la rapidez de cambio del volumen empleando las fórmulas de la derivada del volumen con respecto al tiempo y la derivada del radio con respecto al tiempo.
 - d) Sustituye en tu fórmula los datos y simplifica algebraicamente
 - e) Da tu respuesta en términos de las unidades empleadas.
5. Escanea el proceso de solución del problema o bien tómale una fotografía con tu celular .y guarda el archivo con tu nombre y el número de actividad.
6. Mueve hacia abajo la barra de desplazamiento que se encuentra en el lado derecho de su pantalla.
7. Localiza en la parte inferior el recuadro que dice “Subir un archivo”
8. Pulsa el botón “examinar”.
9. Localiza tu documento, recuerda que debe tener tu

- nombre y número de actividad.
10. Selecciona el archivo.
 11. Finalmente pulsa el botón “subir este archivo”
 12. Una vez que has subido tu archivo, ingresa al blog y comparte con tus compañeros las respuestas que diste. Revisa las de ellos y haz comentarios

Cuadro 5. Actividad del globo Esférico.

Este procedimiento será la única manera en la que el estudiante podrá subir su actividad a la plataforma, y que ésta quede registrada.

Esta actividad de aprendizaje sobre razones de cambio relacionadas forma parte del diseño del libro de cálculo. Esta actividad se puso en práctica con un grupo de 30 estudiantes y 6 maestros.

Antes de revisar los resultados se muestra la segunda actividad que es sobre problemas de optimización.

Problema de optimización

En las figuras 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se muestra un ejemplo de problema sobre optimización.

Problema

Un fabricante de camaras digitales averigua que puede vender x instrumentos por semana a p pesos cada uno, siendo $5x=375-3p$. El costo de la producción es $500+15x+x^2/5$ pesos.

Demostrar que se obtiene la máxima ganancia cuando la producción es alrededor de 30 instrumentos por semana.

Solución

Figura 4. Planteamiento del problema de optimización

Solución

Primero generamos la ecuación con la que obtendremos la solución.
Si: $5x = 375 - 3p$ entonces despejamos el precio unitario p :

$$p = 375/3 - 5x/3 = 125 - 5x/3$$

Si multiplicamos por x obtenemos el ingreso total (productos por costo xp):

$$xp = 125x - 5x^2/3$$

Así la acución que define la ganancia (G) esta dada por Ingreso Total (I) menos Costo (C):

$$G = I - C = (125x - 5x^2/3) - (500 + 15x + x^2/5)$$

Simplificando nos queda:

$$G = -28x^2/15 + 110x - 500$$

Atrás Solución

Figura 5 Expresiones algebraicas para su solución

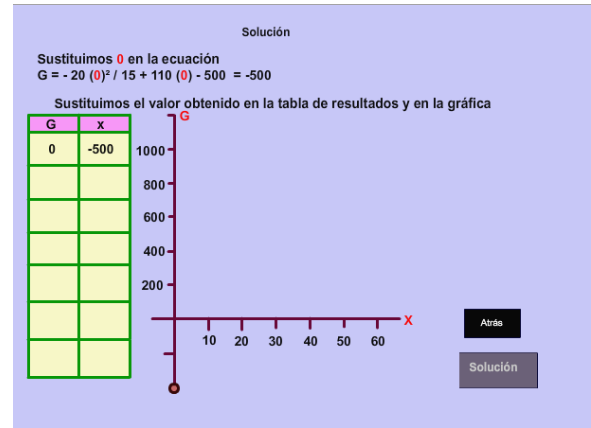


Fig. 6 Relación de los tres registros de representación

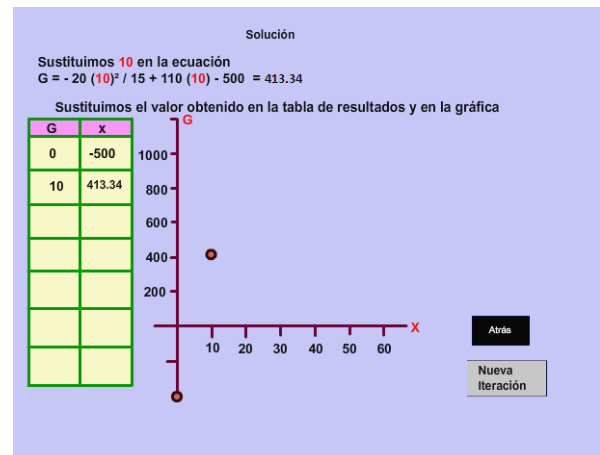


Figura 7. Se añaden datos numéricos a la table y se refleja en la gráfica.

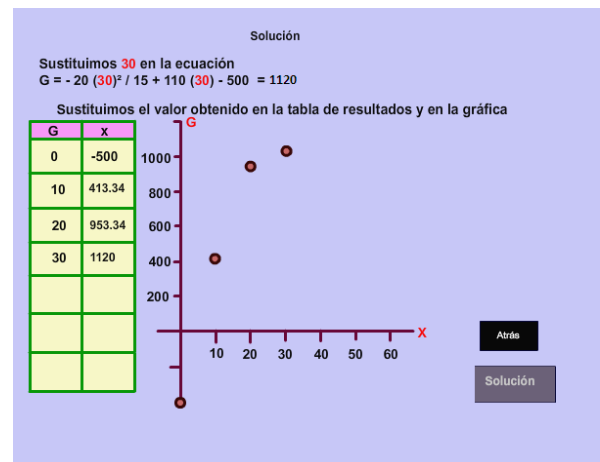


Figura 8. Se añaden datos numéricos a la table y se refleja en la gráfica.

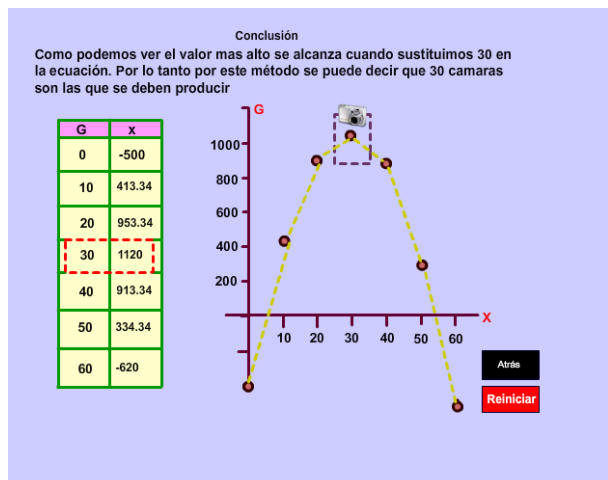


Figura. 9. Se obtiene la resolución del problema en los tres registros de representación.

Antes de revisar los resultados de los problemas aplicados, se presentan pantallas de la versión final del libro electrónico con sus explicaciones correspondientes.

Menú de las 5 Unidades

En la figura 10 se aprecia que del lado izquierdo de la página de inicio se encuentra el menú del cual se puede seleccionar alguna de las 5 unidades que comprende el Plan de estudios de Cálculo de la Escuela Superior de Cómputo.



Figura 10.

Al dar clic sobre el link de la *Unidad I* se cargará en el navegador la siguiente página. Del lado izquierdo se presenta el temario de toda la Unidad I en forma de menú, y por *default* se cargará el contenido del subtema 1.1.1. Cada Unidad tiene asociada una teoría, problemas propuestos, problemas resueltos, lecturas y autoevaluaciones. (Ver fig. 11).



Fig. 11

En la figura 12 se muestra la forma en la que se encuentra organizado el contenido de cada una de las unidades. Basta con posicionar el cursor sobre cada uno de los temas para desplegar los subtemas correspondientes.



Figura 12

Problemas Propuestos: Cada una de las unidades temáticas contiene un compendio de problemas propuestos. Para acceder a estos basta con dar clic al enlace “problemas propuestos” para mostrarlos. Estos problemas están divididos por temas o por subtemas. (Ver figura 13).

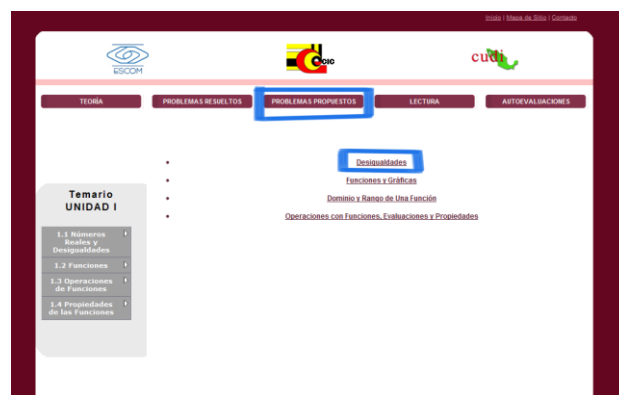


Figura. 13

En la figura 13, se observa que se ha seleccionado el compendio de problemas propuestos referentes al tema de “desigualdades” y en la figura 14, pude verse que se muestran

en el navegador todos estos problemas. Estos están contenidos en un archivo pdf, el cual puede descargar el alumno a su computadora.

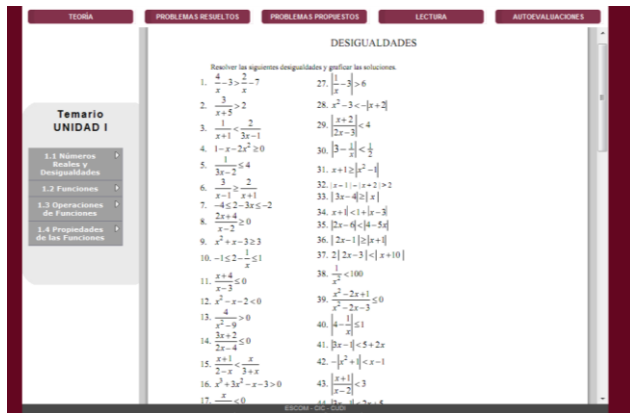


Figura. 14

Pantallas emergentes: Como se aprecia en la figura 15 algunos de los ejemplos se colocaron en pantallas emergentes, para poder visualizarlos, basta con hacer clic en los textos que aparecen en rojo a lo largo del libro electrónico de Cálculo.

En el siguiente caso se muestra cómo la solución de un ejemplo está dividida en dos casos y cada uno de estos presentado al alumno en una pantalla emergente, dentro del mismo navegador.

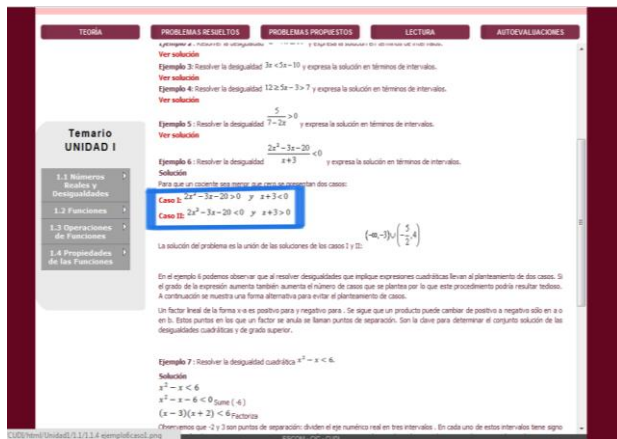


Figura. 15

Al dar clic en alguno de los textos en rojo que contengan una de las pantallas emergentes ésta se mostrará como se ve en la figura 16. Para volver al contenido, basta con presionar la etiqueta “close X” que aparece en la parte inferior derecha de todas las pantallas emergentes.

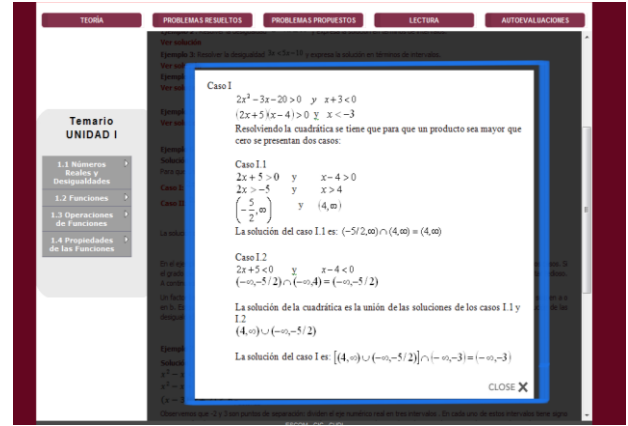


Figura. 16

En la figura 17 se muestra otro ejemplo de una pantalla emergente. Esta es la correspondiente a la descripción de los números reales.

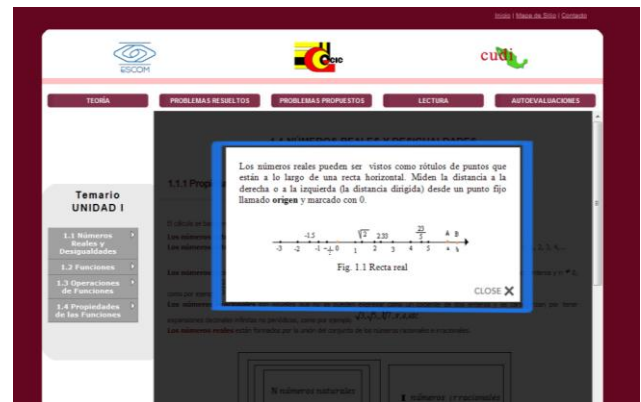


Figura. 17

Simulaciones: Algunos de los textos en rojo hacen referencia a simulaciones, estos es, animaciones que tienen la finalidad de hacer más gráfico el concepto que se esté tratando. En la figura 18 se muestra un ejemplo de la obtención de un intervalo, que corresponde al subtema Intervalos y desigualdades en la unidad 1.

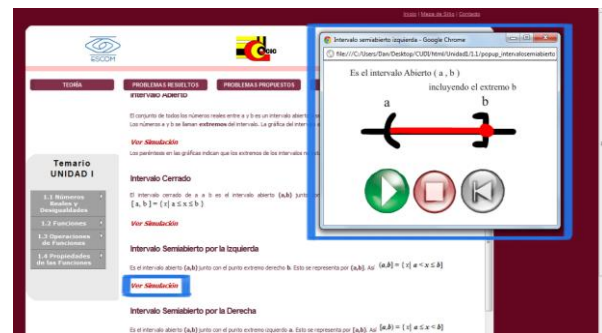


Figura. 18

Después de haber mostrado imágenes del libro electrónico se procede a mostrar los resultados de los problemas aplicados a la muestra de 30 estudiantes.

6. RESULTADOS

Fase 3: Análisis de las actividades.

Sobre lo obtenido con la práctica de razones de cambio relacionadas: Después de aplicar la práctica de razones de cambio relacionadas puesta en el libro electrónico, se encontró lo siguiente:

Nueve de los 30 estudiantes (30%), resolvieron de forma correcta la autoevaluación, 14 de los 30 alumnos (47%), tuvieron 3 respuestas correctas y 7 estudiantes de los 30 (23%), sólo tuvieron una respuesta correcta.

Al respecto los 6 profesores que han dado clases de Cálculo Diferencial e Integral y que fueron entrevistados, comentaron que los resultados señalados, son ejemplo de las deficiencias con las que llegan los estudiantes al nivel de ingeniería y mucho de ello se debe a la forma de trabajo a la que están acostumbrados ya 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 de los dos problemas, el del cubo y el del cilindro. Al final 28 de los 30 estudiantes lograron realizar de manera correcta la práctica del globo esférico al responder correctamente las preguntas solicitadas.

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.

En relación a la segunda situación planteada que es sobre el tema de optimización se tiene que.

Los 6 profesores que habían sido entrevistados emplearon distintas simulaciones de problemas de optimización. El que se muestra en el presente artículo es sobre la máxima ganancia que se obtiene al vender cierta cantidad de cámaras.

Con el empleo de esta simulación los profesores mencionaron su forma de trabajo y los resultados que obtuvieron:

Los docentes solicitaron a los estudiantes explicar el contenido del problema, formularon preguntas para determinar las variables involucradas y dieron aproximaciones como respuesta para lo cual emplearon una tabla dando valores, pero también graficaron y ubicaron puntos. De esta forma encontraron una respuesta haciendo uso de la tabla, la expresión algebraica y la tabla. Las simulaciones les permitió a los estudiantes desarrollar su visualización y establecer una relación entre los tres registros señalados, tal y como lo mencionan Hitt [6], y Duval [7],

7. RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Al respecto resultó que 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 dé 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.

8. CONCLUSIONES

9.

Debido a la libertad de cátedra, la forma de enseñar del profesor tiene que ver con sus creencias. En general la forma de enseñar en el nivel medio superior y Superior del IPN es a través de exposición de teoría, procedimientos algorítmicos, resolución de ejercicios, así como problemas, algunas prácticas con calculadora graficadora, algunas verificaciones así como demostraciones, en la medida en que el profesor considere que los estudiantes requieren de estas tareas.

El enfoque epistemológico (conocimiento disciplinario) del curso, debiera permitir la integración de los aprendizajes previos de aritmética, álgebra, geometría, trigonometría y geometría analítica, estructurados en los semestres llevados en la Vocacional, para que desde este nivel educativo sean recuperados, con el fin de abordar de manera significativa los conceptos esenciales de funciones, límites y derivadas, con sus diferentes técnicas, procedimientos y aplicaciones a un nivel de profundidad conceptual, que permitan el planteamiento y la resolución de problemas en contexto, que involucren a las funciones algebraicas como trascendentes, así como las derivadas de dichas funciones.

El ingeniero diseña y construye, por ello en sus inicios los dibujos, las gráficas, los diagramas eran un recurso inherente a su tarea, debemos rescatar el uso de los tres registros de representación (gráfico, tabular y analítico) dentro de la formación de ingeniero, para que el nivel de visualización que alcance le permita un ágil desarrollo de proyectos.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [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 No. 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.** Vol. 1, No. 1, 2007, pp.33-40.
- [5] Ruiz, E. F, Camarena, G y Maya, D. “Empleo de simulaciones como estrategia de enseñanza en situaciones de variación”. **Memorias del Congreso de ESIQIE. IPN.** México. Vol. 1 No. 2. 2009, pp-67-73.
- [6] Hitt F. Representations and Mathematics Visualization. International Group for the Psychology of Mathematics Education North American. Chapter and Cinvestav-IPN. México. Vol. 2, No. 4, 2002, pp.678-688.
- [7] Duval, R. “Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento”. In: F. Hitt (Ed.), **Investigaciones en matemática educativa II.** Grupo Editorial Iberoamérica, Vol. 5 No. 1, 1998. pp. 101- 120.