

## EVALUACIÓN EN CÁLCULO DIFERENCIAL DE INGENIERÍA POR COMPETENCIAS

M. Alvarado Arellano<sup>1</sup>  
O. A. Cid Turcott<sup>2</sup>  
J. O. Laguna Cortes<sup>3</sup>

### RESUMEN

A partir de 2010 los Institutos Tecnológicos del país, ahora agrupados dentro del Tecnológico Nacional de México, reorientaron su modelo educativo a un enfoque por “competencias”, que considera el saber hacer, el conocer y los valores como parte de la práctica en todas las asignaturas. Sin embargo, ocurre que no existía bibliografía adecuada con enfoque en competencias que guíen a los estudiantes y profesores en el desarrollo y evaluación de los cursos. Así, el objetivo del proyecto se centra en lograr un texto sobre Cálculo Diferencial, que contenga la orientación por competencias y la guía para la evaluación por este enfoque, para que de manera conjunta se reoriente la clase a las competencias que se fortalecen o inician mediante este curso. Los resultados que se han obtenido en la evaluación, resaltan en la riqueza de la discusión que se genera en clase, la visión de los conceptos matemáticos -partiendo desde la propia realidad- es lo que permite que el estudiante reconozca en las Matemáticas un área de aplicación que fortalece a la Ingeniería, que la derivada es una forma de expresar la comprensión de los procesos de cambio y variación, y que este concepto matemático es fuente de toma de decisiones en Ingeniería. Además de desarrollar las competencias del curso, se potencia el trabajo en equipo, la búsqueda de información y manifestación de las propias ideas lo que les permite formular argumentos.

### ANTECEDENTES

El Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) aborda de manera decidida el enfoque por competencias en todas las carreras con planes y programas de estudio a partir de 2010, sin embargo, la capacitación de los docentes correspondiente a esta nueva modalidad fue iniciada con actividades específicas en cada Instituto Tecnológico, la propia Dirección General de Educación Superior Tecnológica (DGEST) a través de la Dirección Académica y más tarde por acciones muy focalizadas como el Diplomado para la formación y desarrollo de competencias docentes impartido por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica (CIIDET).

En particular el Instituto Tecnológico de Puebla (ITP) no fue la excepción y en él, se desarrollaron cursos de capacitación internos y principalmente externos en el Departamento de Ciencias Básicas, sin embargo, en entrevistas con docentes de diversas áreas, externaron su necesidad de ver aterrizado el sobrecargado bagaje teórico que se mostraba sin llegar a dilucidar, en muchos casos, el cambio real que el nuevo enfoque implicaba en el aula.

Paralelamente a esta necesidad de capacitación, se encuentra un amplio déficit de bibliografía en el mercado que contemple dicho enfoque conjuntamente con los urgentes cambios en lineamientos académicos operativos del mismo, por lo que para avanzar en estas debilidades dentro del ITP se preparó un curso con contenido práctico y se impartió al cuerpo directivo y a más del 80% del personal docente, agrupado por academias.

El contenido del curso fue: 1. El enfoque por competencias, 2. Análisis e implicaciones del nuevo Lineamiento de evaluación y acreditación de asignaturas (SEP-DGEST, 2010), 3.

<sup>1</sup> Maestra de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Puebla. [marare@yahoo.com](mailto:marare@yahoo.com).

<sup>2</sup> Maestro de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Puebla. [buran@prodigy.net.mx](mailto:buran@prodigy.net.mx).

<sup>3</sup> Maestro de Tiempo Completo. Instituto Tecnológico de Puebla. [oscardoble@hotmail.com](mailto:oscardoble@hotmail.com).

Instrumentación didáctica, 4. Evaluación en el enfoque por competencias, 5. Rúbricas y escalas como auxiliares de la evaluación, 6. Sugerencias para el registro de la información de la evaluación. La experiencia fue muy importante y de la misma surge el objetivo de realizar bibliografía con el enfoque deseado.

## METODOLOGÍA

Una vez que se abordó el nuevo enfoque académico para impartir los planes y programas de estudio de las carreras 2010 del SNIT en el ITP, y ya como preámbulo a esta modificación del enfoque educativo, se inició la capacitación de los docentes para atender de la manera más adecuada a las nuevas generaciones estudiantiles.

Adicionalmente la DGEST lanzó un conjunto de iniciativas capacitando sobre los elementos básicos de la nueva modalidad a profesores de los diferentes institutos tecnológicos, mismos que se impartieron por profesores del SNIT coordinados por la Dirección Académica de la propia DGEST.

Nuevamente en entrevistas con profesores que asistieron a esta capacitación, el comentario principal versó sobre el excesivo contenido teórico del curso y la falta de experiencias prácticas que dieran luz sobre como efectuar los cambios necesarios en las actividades de gestión del curso y la impartición de los mismos de manera cotidiana.

El contexto en que se planteó este trabajo, se asoció con la necesidad de potenciar la capacidad primaria de *aprender a aprender*, pero también con la urgencia de atender un conjunto cada vez más grande de estudiantes que requieren estrategias de estudio que les permita desarrollar las competencias específicas del curso, empleando de manera más amplia herramientas bibliográficas y tecnológicas caracterizadas por Internet y programas graficadores, con el apoyo de los profesores.

Así, ante la existencia de una necesidad cada vez más creciente de crear estrategias de aprendizaje con enfoque en competencias y la falta de materiales que perfilen esta orientación, se diseñó una estrategia didáctica que por medio de la lectura y el desarrollo de actividades invite a una ambientación que propicie el descubrimiento y el aprendizaje significativo cimentado en aplicaciones reales y, por tanto, cercanas a la propia percepción del estudiante; incluyendo la evaluación con enfoque en competencias.

Por tanto, el tema que se trata encaja de manera amplia en un contexto modernizador de la educación y plantea la posibilidad de crear un microcosmo por cada estudiante, y ampliarlo al universo tan extenso de la participación en equipos o grupal en el aula.

Por estos antecedentes, pero delimitado de manera inicial al espacio de la clase presencial de Cálculo Diferencial en el Instituto Tecnológico de Puebla, la definición específica del proyecto que se reporta es:

*“Diseño de un texto que promueva un espacio de aprendizaje para cada uno de los conceptos que comprende el programa de cálculo diferencial, bajo un proceso de enseñanza-aprendizaje con enfoque en competencias centrado en el alumno, con acciones proactivas que bajo un esquema de investigación y descubrimiento en un espacio colaborativo en el que diversos estudiantes y el facilitador, construyan juntos o de manera*

*individual el aprendizaje significativo que requiera cada estudiante para comprender el fenómeno de variación logrando como meta las competencias preestablecidas en el programa de estudio”.*

El campo problemático elegido corresponde a un método educativo cimentado en estrategias constructivistas de aprendizaje-enseñanza asociadas a la idea fundamental de propiciar el **aprendizaje significativo** por medio de la creación de escenarios de aprendizaje y limitado en nuestro caso particular a “*Un libro de texto de Cálculo Diferencial con enfoque en competencias de acuerdo al programa del SNIT*”.

El elemento fundamental que se considera para la construcción de conocimiento de parte del alumno, es el desarrollo mediante diferentes actividades que este realiza, para atribuir significado a los contenidos que se le presentan, pero sobre todo como reflejo de su vida social y del contacto permanente con el contexto en que se encuentra inmerso de manera cotidiana. Como resultado de sus vivencias, dentro de su estructura cognitiva, inserta los conocimientos, operaciones y actitudes que interioriza de manera continua, al manifestarse un aprendizaje significativo, el individuo es responsable de su propio aprendizaje y en consecuencia establece relaciones no arbitrarias entre aquellas ideas que posee y las nuevas que pretende aprender.

Según Ausubel, Novak y Hanesian (1983), se pueden distinguir tres tipos básicos de aprendizaje significativo: el aprendizaje de representaciones que se ocupa del significado de símbolos o palabras, el aprendizaje de conceptos o ideas unitarias, genéricas o categóricas y, el aprendizaje de proposiciones, donde el significado se expresa por grupos de palabras combinadas en oraciones; sin embargo en este caso, asociado al aprendizaje significativo existe como meta el logro de competencias.

En la bibliografía se observan diferentes definiciones como concepto de competencia, pero se toma una simple y clara, dada por Philippe Perrenoud (Gentile, 2000): “*es la facultad de movilizar un conjunto de recursos cognoscitivos para enfrentar con pertinencia y eficacia una familia de situaciones*”. Se puede leer en esta definición, que una competencia implica el “conocer” acompañado en todo momento con el “saber hacer”. En primera instancia, según se señala en el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española; una facultad humana implica: “*la aptitud, la potencia física o moral, el poder y el derecho para hacer algo*”, de donde se desprende que una competencia habla de aptitud, pero también de su suma con la actitud, porque tener la aptitud o el derecho de hacer algo, no es suficiente, es necesario también tener el deseo de hacerlo.

Así, el conocimiento enciclopédico por sí solo no es una competencia, ya que sí bien este conocimiento representa el marco de referencia de las acciones y las actitudes humanas, debe de ser movilizado, es decir puesto en acción, para convertirse en acto, en actividades que resuelvan situaciones que permitan mejorar la condición de vida de quien ejecuta el acto, de quienes lo rodean o de la propia naturaleza, por lo tanto sólo se es competente si la persona puede resolver una situación específica con eficacia y pertinencia, y esta capacidad se sigue manifestando en toda una familia de situaciones “similares”.

¿Qué se evalúa en la modalidad por competencias? Resulta ser la pregunta clave del proceso estudiado, ya que el aprendizaje no siempre se manifiesta en las situaciones que el

profesor prepara como evaluaciones, sino que como evaluadores se debe ser consciente de que se espera “inferir” esos aprendizajes con base en los productos y actos que se generan en la situación examinada. Por eso se considera que una competencia se manifiesta cuando cuatro componentes se presentan de manera integral en una situación determinada:

1. El conocimiento de la información, que representa el marco de referencia, ámbito de la toma de decisiones.
2. La manifestación de las actitudes, se observa el deseo de realizar las actividades, en actitud positiva, de trabajo colaborativo, entre muchas otras.
3. Los productos, que son los artefactos, escritos, resúmenes, maquetas, y todos aquellos objetos que se generan como producto de la situación bajo examen.
4. El desempeño, es decir la integración de la calidad y pertinencia de la secuencia de actividades observables que desarrolla la persona para resolver la situación bajo estudio.

Entonces cada situación de evaluación que se diseña debe considerar de manera integral y adecuadamente balanceados: conocimiento, actitudes, productos y desempeños.

Quiere decir que en una evaluación no se debe de asignar un porcentaje o ponderación de la calificación a conocimiento, actitudes, productos y desempeños, y aunque hay quienes lo hacen así, con eso se rompe con la condición de que dichas componentes las integra quien posee la competencia y se manifiestan cuando resuelve una situación problemática. Por tanto, no es conveniente desintegrar la competencia en “componentes” por el contrario para la evaluación se deben diseñar instrumentos y situaciones que permitan observarlas de manera holística, para tal efecto la forma de calificación se basa en observaciones globales caracterizadas mediante matrices de evaluación o mediante rúbricas y no simplemente escalas muchas veces subjetivas.

El profesor, como actor del proceso de enseñanza, resulta ser una pieza clave para promover la actividad mental del alumno en la construcción del nuevo conocimiento, ya que éste ha de intervenir para activar las ideas previas de los alumnos, centrar sus actividades en la tarea, focalizar su atención e interés, guiar en la asociación de significado a conocimientos aprendidos y en el desarrollo de actitudes positivas en el momento de la clase y en cualquier actividad cotidiana extramuros; es decir, auxilia al estudiante en focalizar sus competencias genéricas para fortalecerlas y construir las nuevas competencias específicas del curso.

En el caso del texto que nos ocupa, la participación del maestro está prevista como facilitador, dicho facilitador discute en una condición más horizontal con el estudiante, y le invita a un avance más coordinado con el resto del grupo. Paralelamente, la presentación de actividades que se pretende en el libro, invita al estudiante a experimentar su propio ritmo en la interiorización de los materiales, en la reflexión y práctica de las situaciones descritas, se presupone que el facilitador se encuentre con un estudiante más reflexivo y consciente de la aplicación práctica de los conceptos bajo estudio; y más aún el enfoque por competencias implica actividades en donde deben ser observables los cuatro elementos que se han mencionado previamente y de los cuáles el estudiante debe ser plenamente consciente.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al integrar los materiales del texto, bajo un modelo general predefinido, se alcanzan resultados de análisis, que por su propia naturaleza identifican productos de interés:

- El contenido del programa de Cálculo diferencial, se estructura en términos de los conceptos básicos que lo integran y las competencias específicas a desarrollar en cada concepto (unidad del curso).
- Generación para todos y cada uno de los conceptos localizados, de un Escenario de Aprendizaje compuesto de texto en cuatro segmentos:
  - Focalización.
  - Presentación del conocimiento formal (Teoría).
  - Ejercicios y aplicaciones.
  - Autoevaluación.
- Diseño de instrumentos de autoevaluación para cada uno de los conceptos estudiados.
- Estructuración de la instrumentación didáctica del curso y su desarrollo pleno a lo largo del libro.
- Propuesta de rúbricas para evaluación a diferentes tipos de evidencias.

El mejor de los deseos no fue aportar sólo un libro de texto, por ello se generó un material que propicia el autoestudio y sobre todo la observación de los conceptos en la realidad. No en la forma de un libro típico en el que el índice de contenido guía sobre cada uno de los temas de estudio, sino generando una serie de situaciones didácticas que inviten a la búsqueda de nuevo conocimiento significativo, ya que es planeado en situaciones reales que tengan que ver con las vivencias diarias del estudiante.

5. Aplicaciones de la Derivada	
<i>Competencia disciplinar del curso</i>	
El alumno es competente si analiza, abstrae y soluciona situaciones que involucren variación de una sola variable, empleando como herramienta fundamental la graficación y el cálculo diferencial.	
<i>Capítulo 5: Aplicaciones de la Derivada</i>	
Elemento de la competencia disciplinar:	
El alumno es competente si interpreta adecuadamente las diferentes aplicaciones de la derivada de una función de variable real, gráfica funciones de variable real calculando sus propiedades con precisión y resuelve satisfactoriamente problemas de óptimos de una variable, de forma analítica, numérica y gráficamente.	
<i>Calendario del Portafolio de evidencias:</i>	
Fecha	Evidencia
_____	Aplicación 5.1.1
_____	Actividad 5.1.1
_____	Actividad 5.1.2
_____	Aplicación 5.1.2
_____	Aplicación 5.1.3
_____	Actividad 5.3.1
_____	Aplicación 5.3.1
_____	Actividad 5.3.2
_____	Aplicación 5.3.2
_____	Actividad 5.5.1
_____	Actividad 5.5.2

Figura 1. Página ejemplo de competencias específicas por capítulo

El proyecto resulta ser una alternativa de respuesta a la pregunta estudiantil típica de ¿para qué?, a la cual la enseñanza tradicional no reflexiva comenta que en asignaturas posteriores se podrá observar al concepto en acción. No resulta necesario esperar, por el contrario, al llevar el concepto al contexto se provoca que el alumno lo observe en acción y más que matizar el concepto a las diferentes situaciones, se busca que el alumno “*extraiga*” el concepto de la situación contextual y así más fácilmente busque las analogías o situaciones similares en las que éste se presenta, aún antes de que se conozca la definición formal del concepto.

Partiendo de que un concepto corresponde con un constructo ideal concebido para identificar objetos. El aprendizaje de conceptos consiste en formar representaciones para identificar atributos, generalizarlos a los nuevos ejemplos y discernir entre los ejemplares que lo son y los que no lo son. Según la teoría clásica que proviene de la obra de Bruner, los conceptos exigen la formación de reglas que identifican sus características críticas, o sus atributos intrínsecos (necesarios), de tal forma que gracias a la experiencia se formula la “regla” que satisface las condiciones y se retiene en tanto funcione con eficacia (Schunk,1997). Es de señalarse que los atributos que cubre un concepto, son a su vez conceptos, que para propósito de este trabajo se consideran como subconceptos y por tanto no atendibles como una unidad de estudio dentro de este proceso.

Bajo esta concepción, de acuerdo al programa oficial de Cálculo Diferencial en el SNIT, se detectan los siguientes conceptos en la estructura del curso: 1. Números reales, 2. Desigualdades, 3. Función, 4. Límites y continuidad, 5. Derivada, 6. Máximos y mínimos; y adicionalmente fue construido un concepto artificial que se le llamó: 0. Introducción.

Para cada uno de los conceptos previamente señalados, dentro del Libro se establece una estructura didáctica general compuesta por:

- Inicio: Descripción de la competencia a alcanzar y listado de las actividades a desarrollar a manera de índice de contenido.
- Focalización: actividades introductorias compuestas por Aplicaciones y Acciones. La primeras invitan a reflexionar sobre situaciones reales y a “descubrir” el concepto bajo estudio sin una definición previa; mientras que las segundas son actividades en las que el desempeño resulta la clave para construir los conceptos y por tanto fortalecer las competencias genéricas construyendo las específicas. La Focalización es entonces el constructo práctico que guía el enfoque hacia el concepto en acción para “construirlo” sin la necesidad estricta de “definirlo” y partir de la propia definición para después tratar de comprenderlo.
- Teoría: Formalización teórica del principio o concepto bajo estudio.
- Ejercicios: Competencia básica de resolución de actividades para manipular el concepto bajo la algoritmia correspondiente.
- Autoevaluación: ejercicios y situaciones problemas para que el estudiante observe su propio desempeño al comparar las soluciones.

5 Aplicaciones de la Derivada

**Aplicación 5.1.2**  
*Actividad para reflexionar y comentar con compañeros y facilitador.*

**Actividades:**  
 Abstracción de situaciones reales.  
 Atención a las situaciones en que se puede aproximar la derivada mediante aproximación.  
**Desempeños:**  
 Cálculo de la derivada en puntos intermedios de un intervalo, conocidos los valores funcionales en los extremos.  
**Productos:**  
 No es necesario.

**Criterios de Calidad:**

- Preguntas de reflexión en clase sobre las aplicaciones del teorema del valor medio como medio de aproximación a la derivada en un punto.
- Propuesta de conjeturas adecuadas sobre las condiciones de validez de la aproximación.

**Características del producto:**

- Extensión: 1 cuartilla
- Individual  Equipo
- Fecha de entrega
- Obligatorio  Opcativo

**Sugerencias:**

- Actividad y producto optativo en equipo.
- Equipos de 3 personas.
- Es posible solicitar la búsqueda e interpretación del Teorema de Cauchy para funciones continuas.

derivada igual a  $f'(c)$ ?

- Al girar la curva como se hizo, ¿el punto  $c$  sigue teniendo la cualidad de ser un máximo?

- Enuncia tus conclusiones de manera general.
- ¿Qué aplicaciones crees que tiene el presente resultado?

Comparte comentarios con tus compañeros y si tienes dudas apóyate en tu facilitador.

**Aplicación 5.1.2**

- Cuando un objeto se detiene, su velocidad es cero ¿o no?, luego cuando lanzas un objeto hacia arriba ¿se detiene en algún momento? Claro que sí, ¿es el momento preciso en que el objeto alcanza su máxima altura? ¿Cómo lo sabes?
- Si un día pasas por una tienda y ves que el precio de un producto que te gusta mucho es de \$234, vas con gusto a comprarlo al día siguiente pero para tu sorpresa ahora tiene indicado \$275, por lo que decides no adquirirlo. Después de varios días ves ahora que el precio es de \$225. Te acercas y preguntas en la tienda como se comportó el precio, has las conjeturas que consideres pertinente y localiza el precio máximo que tuvo el producto. ¿Se puede aplicar el Teorema de Rolle en esas condiciones?
- Durante la rutina en una fábrica, un encargado de las calderas lleva el registro de la presión cada 10 minutos y observó que a las 9:05 la presión era de  $3.45 \text{ Kg/cm}^2$ , en varias visitas posteriores observó que la presión estaba subiendo. Ya cerca de su salida tomó la presión nuevamente a las 15:25 y ésta era de  $2.77 \text{ Kg/cm}^2$ . Se le pregunta si sabe a qué hora aproximada-

270

Figura 2. Página ejemplo de Aplicaciones del capítulo 5

La Figura 3, muestra esta estructura en la cual las flechas del grafo indican cómo se integran estas estructuras para ir “armando” el escenario de aprendizaje, y como el alumno puede estudiarlas para su aprendizaje. La focalización se presenta como texto aglutinador que va dando estructura a todo el material y sobre el cual fluye la lectura y actividades del curso.

Los instrumentos de evaluación son las propias evidencias que se generan en las Aplicaciones, Acciones y Autoevaluación, mismas que se van solicitando a lo largo de la lectura-actividad y componen el “portafolio de evidencias del estudiante” en el cual se aplican las rúbricas que se proponen al profesor de manera complementaria al texto.

Ante las experiencias señaladas y para complementar la aplicación del texto en el aula –y de manera general al enfoque de competencias del modelo educativo del SNIT, se han impartido cursos a los docentes de las diferentes academias que tienen como productos o temas: 1. El enfoque por competencias; 2. Análisis e implicaciones del nuevo Lineamiento de evaluación y acreditación de asignaturas (SEP-DGEST, 2010); 3. Instrumentación didáctica; 4. Evaluación en el enfoque por competencias; 5. Rúbricas y escalas como auxiliares de la evaluación; y 6. Sugerencias para el registro de la información de la evaluación.

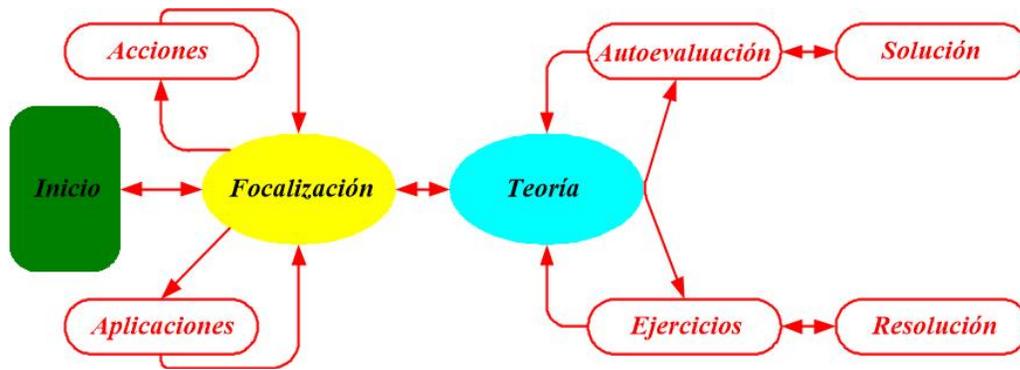


Figura 3. Estructura del estudio de concepto

2. Funciones

**Actividad 2.4.3**  
Evaluación por desempeño o producto.

**Actitudes:**  
Aceptación de las propuestas de otros compañeros.  
Interés en situaciones reales.

**Desempeños:**  
Traducción de la situación a variables, una gráfica y trazo de las gráficas.

**Productos:**  
Trazado y discusión de los gráficos de las situaciones dadas en los 13 cuestionamientos.

**Criterios de Calidad:**

- I. Claridad y congruencia en la explicación de sus propuestas.
- II. Respuesta a todas y cada una de las 13 situaciones.
- III. Planteamiento de las variables y valores adecuados.
- IV. Adecuado trazo de las gráficas propuestas.
- V. Creatividad en ejemplos propuestos para discusión.

**Características del producto:**

- Extensión: 3 cuartillas.
- Individual  Equipo
- Fecha de entrega.
- Obligatorio  Opcional

**Supervenciones:**

- Si es por desempeño emplear una sesión del curso para observarlo.
- En caso de evaluar el producto, realizarlo por equipos.
- Equipos de 3 personas.
- Invitar a la participación en clase con más ejemplos observados por los alumnos a su alrededor.
- Invitar al razonamiento sobre el significado de las variables a emplear.
- Promover el trabajo grupal.

7. Propón al menos cinco ejemplos más de funciones discontinuas. ¿Encuentras alguna en la fotografía de la figura 2.12?

Comenta con tus compañeros y si tiene dudas hazlo con tu facilitador.

**Actividad 2.4.3**

Hasta ahora sabemos que toda función de  $\mathbb{R}$  en  $\mathbb{R}$  tiene una gráfica. En muchas ocasiones no conocemos exactamente sus valores, pero aún así si podemos realizar un trazo aproximado que nos diga cómo se comporta el fenómeno que expresa.

En las siguientes sugerencias realiza un trazo aproximado de cómo crees se comporta el fenómeno señalado, indicando el significado de los ejes.

1. La temperatura ambiental conforme avanza el día.
2. El volumen de aire contenido en un globo conforme se infla.
3. El abrir de una flor.
4. El dinero que tienes.
5. Tus ganas de estudiar.
6. El diámetro de un balón de fútbol cuando se le patea.
7. El ánimo de un jugador a lo largo de un partido.
8. Los puntos acumulados por el América y el Guadalajara a lo largo de un torneo.
9. La estatura de una persona a lo largo de su vida.
10. El color del cielo a lo largo del día.
11. La cantidad de tinta de tu bolígrafo conforme escribes.
12. El "rating" de un programa de televisión.
13. El agua del tinaco de casa a lo largo del día.

Figura 4. Página ejemplo de Actividades del capítulo 2

La experiencia desarrollada en las siete versiones del curso que se impartieron, no fue bajo ninguna circunstancia rutinaria, sin embargo resalta en el desarrollo de los mismos una serie de preguntas persistentes planteadas por los profesores asistentes y que aquí se resumen, ya que representan las dudas que en planteles hermanos pueden tener sus docentes y por otro lado permitieron plantear lo que en el Instituto Tecnológico de Puebla se ha considerado para dar solución a las posibles situaciones novedosas que se a presentan en el cada día de la actividad académica inmersos en el desarrollo de cursos con enfoque en competencias:

- a) ¿Qué es una competencia?
- b) ¿Es lo mismo el enfoque por competencias que por competencias profesionales?
- c) ¿En qué momento se realiza la evaluación?
- d) Mi programa no tiene las competencias por unidad, ¿cómo evalúo por competencias?

- e) Mi programa hace referencia además a varias competencias genéricas, ¿debo de evaluar éstas por separado?
- f) ¿Cómo puedo integrar tantos elementos en el momento de la evaluación?
- g) Entonces mi clase ¿debe de cambiar ahora bajo el enfoque por competencias?
- h) Es mucha información la que se genera al evaluar todos esos criterios, ¿representa mucho trabajo!
- i) ¿Debo entregar mi Instrumentación Didáctica a los estudiantes?
- j) ¿Cuántas oportunidades tiene un estudiante para acreditar un curso?
- k) ¿Cómo empleo la tabla de indicador de alcance en una competencia del artículo 3.3.6 de los Lineamientos de Evaluación y Acreditación del SNIT?

2 Funciones

$f^{-1}(x) = \sqrt{x+4}; -3 < x < 12$

Observe que el cambio de variable  $x = y(a)$  se realiza para que se cubra  $f(f^{-1}(x)) = x$ , pero también  $f^{-1}(f(x)) = x$ .

Esto es una conjetura, porque observar la gráfica no es una demostración de que  $y \in (-3, 12)$ , pero por ahora lo consideraremos suficiente.

**2.1.10** Sea la función:  $f(x) = \sqrt{x-2}$ . Respecto de la gráfica de  $f(x)$ , describa que ocurre con:

$f(x-2)$ ,  $f(x)+3$ ,  $f(x/2)$ ,  $-2f(x)$ ,  $2f(3x-1)$

Compruebe sus afirmaciones trazando las gráficas.

**Solución:**

1. En  $f(x-2)$ , la gráfica se traslada dos unidades a la derecha.
2. Para  $f(x)+3$ , la gráfica sube tres unidades.
3. Con  $f(x/2)$  se expande la función al doble horizontalmente.
4. Una expansión vertical del doble y luego una reflexión es la que se provoca con  $-2f(x)$ .
5. Expansión vertical al doble, con una contracción horizontal a la tercera parte y luego una traslación hacia la derecha de  $1/3$  se provoca con  $2f[3(x-1/3)]$ . Note que se ha hecho un ajuste a la expresión para sacar un factor único en el argumento de  $f[3(-)]$ .

En las figuras 2.47, la gráfica original en verde muestran los efectos de cada caso en rojo.

**Autoevaluación 2.1 – 2.7**

Evaluación por conocimiento, actividad de entrenamiento individual y grupal.

**Actividades:**

- Trabajo en equipo.
- Interés en la abstracción.
- Interés por la investigación.
- Interés por la resolución de situaciones novedosas.
- Compromiso ético.

**Previsión:**

No son necesarios, aunque se espera que el estudiante de manera individual o en equipo intente la solución de cada autoevaluación. Una consideración muy importante respecto de los diferentes problemas corresponde con la visualización gráfica, por lo que resulta muy importante el emplear un software adecuado como el que aquí se señala y sobre todo graficar e interpretar todo lo posible.

**Desempeños:**

No necesario.

**Criterios de Calidad:**

- Presentación de preguntas de interés grupal o individual, respecto de la resolución de los cuestionamientos.
- Presentación en clase o con los compañeros de ejercicios tomados de otras fuentes.

**Sugerencias:**

- Actividad de revisión obligatoria extracase, sin manifestación de productos o desempeños.
- Planear al menos una sesión en la clase para discusión grupal sobre las autoevaluaciones.
- Propiciar el aprendizaje cooperativo.
- Sugerir cuestionamientos de otras fuentes.

Figura 5. Página ejemplo de Autoevaluación del capítulo 2

A cada uno de estos cuestionamientos y de la expresión (h) del listado, se dio respuesta a lo largo de los cursos y tomando como material el libro desarrollado se ejemplificó su aplicación, ya que el texto representa el desarrollo completo de una Instrumentación didáctica para un curso íntegro, en este caso de Cálculo Diferencial para ingeniería.

## CONCLUSIONES

El *Libro* que se diseñó, desde la percepción de los autores (Alvarado, M. y García, C., 2014) rebasa el punto desde el cual se concibió. Sin embargo, no tendrá ningún sentido si no se emplea bajo las características que se previeron en su diseño. Preocupa que haya temas que nunca se contextualizan en una clase tradicional, pero a su vez fortalece el creer que este *Libro* es una aportación seria en ese sentido.

A la fecha han aparecido en el mercado textos que supuestamente se enfocan en competencias, pero no representan una estrategia didáctica real que las aborde, en particular resalta la idea fundamental de que la competencia específica de cada unidad, no debe

señalar el concepto bajo estudio, ya que este se construye dentro del tema estudiado, por el contrario, la competencia por alcanzar o fortalecer debe centrarse en el tipo de acciones o problemas que se podrán abordar con el concepto en “acción”.

Dicha idea ya hace diferente al texto ya que resulta diferente decir “Comprenderá la estructura de los números reales” que “El alumno es competente si aplica correctamente las propiedades de los reales en la resolución de desigualdades”, verbalización que se encuentra más cercana a la aplicación real que es “expresar y resolver situaciones que se pueden expresar como desigualdades”, por ello consideramos que la parte más rica de la discusión docente es poder verbalizar adecuadamente las competencias que se quieren alcanzar, por ello en este ejemplo se consideró que sin el concepto de Función, resultaba más importante la algoritmia y comprensión de los axiomas de los números reales. Discusiones similares se presentaron en el resto de las unidades del libro.

Una consideración adicional que se observa en las páginas muestra de las figuras anexas, es que para cada actividad se plantea una pequeña estructura que plantea las competencias genéricas que se deben evaluar en términos de calidad, actitudes y productos; resaltando que en estos últimos es de donde se infieren los desempeños que se presentan en los estudios y trabajos autónomos; ya que no se pretende en el curso evaluar todos los desempeños *in situ*, sino que al igual que en la vida profesional la competencia es observable en la calidad del producto y en el cumplimiento de sus elementos, calidad y tiempos planificados.

Para la “estructura del estudio del concepto” señalado en la Figura 3, se partió de la idea que el texto debe ser una invitación para buscar situaciones contextuales que nos aporten información para analizar, por ello la principal herramienta es la observación directa de situaciones cotidianas que agucen la percepción de nuevos conceptos o ideas, y adicionalmente la gran disponibilidad que se logra en la búsqueda en internet; por lo que el libro se convierte en un modelo dinámico que el facilitador puede emplear como guía, pero que puede manejar de manera novedosa con información fresca o incluso en tiempo real.

Esta posibilidad es la que mantiene actualmente la máxima reflexión en el equipo de trabajo y posibilita la búsqueda de nuevas ideas bajo el mismo esquema, que ha permitido en sus primeras aplicaciones en el aula, potenciar la reflexión individual y grupal, pero sobre todo ha permitido el trabajo en equipo que es una competencia genérica que los empleadores nos reclaman por su deficiencia en los egresados anteriores, aún no tenemos indicadores de desempeño profesional al respecto, pero éste puede ser un tema de una futura investigación. En cuanto a los profesores, la estructuración de cursos de capacitación y apoyo, se convirtió en un subproducto de este proyecto, mismo que no se previó desde el inicio, ya que el objetivo tal y como se señala fue la generación del libro, sin embargo, al revisar los Lineamientos académicos y “alinear” el libro a dichos requerimientos, resultó ser un excelente ejemplo de cómo estructurar todo el trabajo que debe desarrollarse para la preparación, desarrollo y evaluación en un curso.

Resalta la consideración de poder “desmenuzar” el libro dentro de dichos cursos de capacitación, porque permitió primeramente generar muchos cuestionamientos alrededor

del modelo de evaluación que representa el enfoque por competencias y prever los problemas que podrían aparecer en el aula al aplicar dicha orientación.

Por tanto al analizar las situaciones generadoras de “evidencias” plateadas dentro del libro, permitió un a discusión muy rica en las diferentes áreas del conocimiento de las carreras que se imparten en el ITP, que tomando materiales del libro como plataforma permitieron extrapolar situaciones y generar diversos tipos de actividades que permiten producir evidencias previstas por el modelo de evaluación.

Destaca un subproducto adicional que la bibliografía del tema de competencias no presenta de manera práctica en lo general, las rúbricas y matrices de evaluación, lo que obligó a generar modelos de rúbricas para apoyar la evaluación considerando que para actividad tipo, se fortalecen los mismos conjuntos de competencias específicas y que por dicho motivo, es necesario diversificar diferentes tipos de actividades que fortalecen competencias genéricas diferentes.

En el curso planteado en el texto, se plantean 4 tipos de actividades y se entregó a los profesores participantes rúbricas correspondientes y se discutió dentro del curso la forma de aplicarlas, dichas actividades y sus correspondientes evidencias son: ensayos, ejercicios, autoevaluaciones, evaluaciones, prácticas con uso de software, entre otras. Adicionalmente fundamentados en los Lineamientos académicos del SNIT, se ejemplificó cómo se estructura la calificación sumativa por unidad y por el curso.

Al concluir esta primera etapa de aplicación del texto en el aula y con la estructuración de los cursos para los profesores, han surgido muchas nuevas interrogantes, a la luz de los resultados logrados con los estudiantes, que *grosso modo* evaluamos de manera subjetiva como satisfactorios pero que nos invitan a formalizar investigación al respecto para poder hacer afirmaciones fundamentadas en el futuro.

Finalmente consideramos prudente aclarar, que la Instrumentación Didáctica se convierte en la herramienta más poderosa de nuestra actividad cotidiana en el aula y ésta, aún entraña diversos misterios para muchos de nuestros compañeros profesores, sirva esta nota como un punto de atención para el trabajo posterior.

**BIBLIOGRAFÍA**

Alvarado, M. y García, C. (2014). *Cálculo Diferencial: Competencias*. Instituto Tecnológico de Puebla, (impresión en trámite). México.

Gentile, P. y Bencini, P. (2000). *Construir competencias*, Entrevista con Philippe Perrenoud, Universidad de Ginebra. Observaciones recogidas por Paola Gentile y Roberta Bencini. Texto original de una entrevista "El Arte de Construir Competencias " original en portugués en Nova Escola (Brasil), Septiembre 2000, pp.19-31.

SEP-DGEST, (2010). *Lineamiento de evaluación y acreditación de asignaturas*. DGEST. México.

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (2ª edición). México: Trillas.

Schunk, Dale H. (1997). *Teorías del Aprendizaje*. (2ª edición) México: Prentice-Hall Hispanoamericana.