

EVALUACIÓN Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE CON ENFOQUE EN COMPETENCIAS PROFESIONALES DE CÁLCULO DIFERENCIAL PARA INGENIERÍAS DEL TECNM

EVALUATION AND LEARNING OUTCOMES WITH A FOCUS ON PROFESSIONAL SKILLS OF DIFFERENTIAL CALCULUS FOR TECNM ENGINEERING

ÉVALUATION ET RÉSULTATS D'APPRENTISSAGE EN METTANT L'ACCENT SUR LES COMPÉTENCES PROFESSIONNELLES DU CALCUL DIFFÉRENTIEL POUR L'INGÉNIERIE TECNM

Sandra Luz Rodríguez Hernández¹
Víctor Larios Osorio^{2*}
Luisa Ramírez Granados^{3*}

¹ *Tecnológico Nacional de México (campus Querétaro)*

¹ *Correo: sandralrh@hotmail.com,*

¹ *ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0370-89821>*

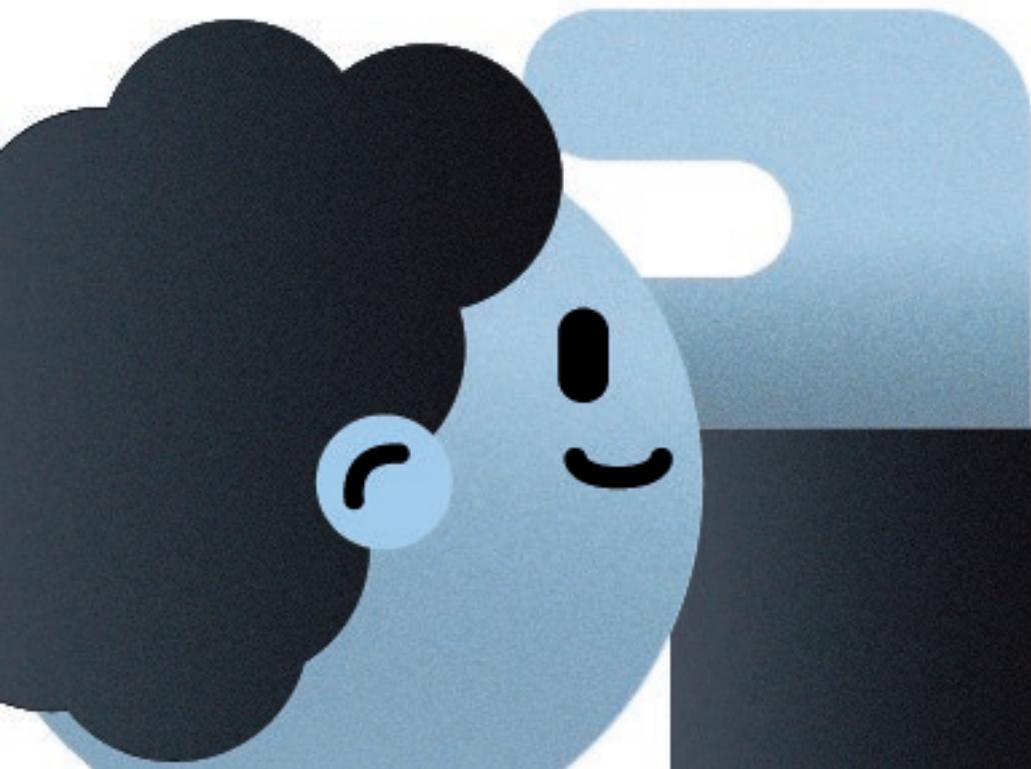
^{2*} *Universidad Autónoma de Querétaro**

² *Correo: vil@uaq.mx*

² *ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4454-8516>*

³ *Correo: luisa.ramirez@uaq.mx*

³ *ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9814-662>*



RESUMEN

La reciente implementación del sistema educativo por competencias ha replanteado las concepciones de formación, instrucción, docencia y evaluación de los aprendizajes. El rendimiento de una competencia profesional se evidencia en el desempeño académico de los estudiantes en cada asignatura: su capacidad de explorar, comprender, analizar, sintetizar y aplicar el conocimiento adquirido. En consecuencia, trabajar por competencias requiere que el alumno entienda el aprendizaje como un circuito multidireccional que debe gestionar de manera crítica, ética, creativa y sensible para favorecer su propia formación integral. De ahí emerge la importancia de adecuar instrumentos que evalúen de manera confiable las competencias adquiridas por los estudiantes. En este trabajo se dan a conocer los resultados de una evaluación con un enfoque por competencias en tres grupos de nivel licenciatura en la asignatura de Cálculo Diferencial. El aumento observado en el índice de aprobación refleja que el enfoque por competencias mejora la apropiación de los conocimientos.

La implementación del modelo de enseñanza por competencias ha mostrado un mejor desempeño en los alumnos. En este artículo se describen los aspectos más importantes de este modelo educativo y sus repercusiones en un caso específico: la evaluación de tres grupos de cálculo diferencial a nivel licenciatura.

Palabras clave: evaluación, competencias, enfoque por competencias, instrumentos de evaluación.

ABSTRACT

Keywords: Evaluation, Competences, Approach by competences, Evaluation instruments.

RÉSUMÉ

En raison de sa mise en œuvre récente, le sujet des compétences a généré des changements dans la conception de la formation, de l'instruction, de l'enseignement et dans l'évaluation des apprentissages, ce qui conduit à de nouvelles approches dans la conception, le développement et l'évaluation de ces informations. L'évaluation d'une compétence professionnelle se traduit par l'exploration, la connaissance, la compréhension, l'application, l'analyse, la synthèse et l'évaluation de la gestion du projet ou de l'activité académique que l'étudiant travaille, individuellement ou collectivement, dans chaque matière. Par conséquent, travailler par compétences signifie que l'étudiant doit comprendre l'apprentissage comme un circuit multidirectionnel où il doit prendre l'initiative et stimuler une capacité critique, éthique, créative et sensible dans la gestion de ses apprentissages à tous les niveaux pour favoriser sa formation complète. C'est pourquoi il est important de mettre en place des instruments appropriés qui permettent une évaluation fiable des compétences acquises par les étudiants. Dans ce travail, les résultats obtenus lors de la mise en œuvre dans divers groupes de premier cycle en calcul différentiel, une évaluation avec une "approche par compétences" sont présentés. Les résultats obtenus à la fin du cours reflètent la façon dont l'évaluation par compétences permet d'obtenir chez les étudiants une meilleure appropriation des connaissances acquises grâce à tout ce processus, en plus d'une augmentation du taux d'approbation.

Mots-clés : Compétences ; Approche par compétences ; Instruments d'évaluation.

INTRODUCCIÓN

El nuevo modelo educativo por competencias ha cambiado la manera de concebir el proceso enseñanza-aprendizaje. En los nuevos planes de estudio este hecho requiere partir del concepto *competencia* como generador de conocimiento. El enfoque por competencias pretende optimizar la significatividad y la funcionalidad de los aprendizajes. Este modelo convierte a la evaluación en motor del aprendizaje y de la innovación educativa.

Las respuestas a algunos problemas de la enseñanza pueden encontrarse en el análisis de los modos de evaluación. Evaluar mediante un enfoque por competencias no consiste en emitir un juicio al final del PEA, sino en monitorear el desarrollo de las competencias e informar al estudiante sobre la progresión de su aprendizaje (Scallan, 2004). En este sentido, se basa en el acceso a fuentes múltiples y variadas de información con el fin de determinar si las competencias, así como el dominio de los recursos vinculados a cada una, se han desarrollado satisfactoriamente.

Para llevar a cabo una evaluación de este tipo, se debe entender claramente la conceptualización de competencias y las implicaciones que este enfoque genera.

En la primera parte se mencionan algunas definiciones de competencias, cuáles son las implicaciones que trae el proceso enseñanza aprendizaje bajo este enfoque, las que se generan a los profesores en la docencia y la forma en que deberían evaluarse. En la segunda parte, se menciona la metodología que se aplicó en la evaluación con enfoque por competencias, una

descripción de los instrumentos utilizados; asimismo, se presentan algunos de los que se diseñaron y aplicaron en el proceso de evaluación. Finalmente, se hace un análisis y conclusión de los resultados obtenidos al evaluar con este enfoque, tomando en cuenta que se consideraron grupos de la misma asignatura, se aplicaron las mismas estrategias, los mismos criterios de evaluación y en general las mismas condiciones de trabajo.

EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS

Las competencias profesionales se desarrollan a través de la formación y son el conjunto de realizaciones, resultados, líneas de actuación y consecuciones que se atribuyen al titular de una profesión u ocupación determinada; es decir, la competencia profesional alude directamente a las capacidades y habilidades de una persona para cumplir con sus tareas y funciones. Es el resultado del proceso de cualificación que permite "ser capaz de" y "estar capacitado para".

Tardif (2006, p. 22) define la competencia como "un saber actuar complejo que se apoya en la movilización y la combinación eficaz de una variedad de recursos internos y externos dentro de una familia de situaciones". De esta forma, una evaluación por competencias no se limita a los conocimientos adquiridos.

Tres elementos que caracterizan a las competencias son:

Articulan conocimiento conceptual, procedimental y actitudinal para seleccionar el que resulte pertinente en cada instancia.

Vinculan rasgos de personalidad que se aprenden; el hecho de poseer de forma innata cierta inteligencia no garantiza ser competente. Las competencias deben desarrollarse con formación inicial, permanente y con experiencia. Las competencias tienen un carácter recurrente y de crecimiento continuo.

La reflexión; no se puede actuar de manera mecánica y sin una reflexión de la misma.

Una competencia integra diversos recursos de naturaleza variada. Trabajar y evaluar por competencias obliga a realizar un cambio en la estructura de los instrumentos de evaluación que permita emitir un juicio final para determinar si los estudiantes han alcanzado el nivel esperado del desarrollo de competencias. Esto no puede efectuarse desde el paradigma de la evaluación tradicional por el hecho de que el enfoque por competencias exige un tipo de evaluación diferente: se trata de una evaluación dinámica que sitúa la acción en el contexto, e incluye el *saber*, el *saber hacer*, el *ser* y el *saber estar*. Asimismo, el diseño de la evaluación implica preguntas como *¿quién evalúa?*, *¿cómo evaluar?*, *¿cuándo evaluar?*, *¿qué evaluar?*, con la finalidad de centrar la evaluación en las competencias, darle coherencia y orientar su enfoque y desarrollo. Evaluar por competencias es buscar que las personas desarrollen capacidades amplias que les permitan movilizar sus conocimientos y combinarlos para responder a situaciones en diversos contextos. El aprendizaje por competencias busca desarrollar capacidades amplias que les permitan adecuarse a situaciones cambiantes, y que se logre una formación integral; es decir,

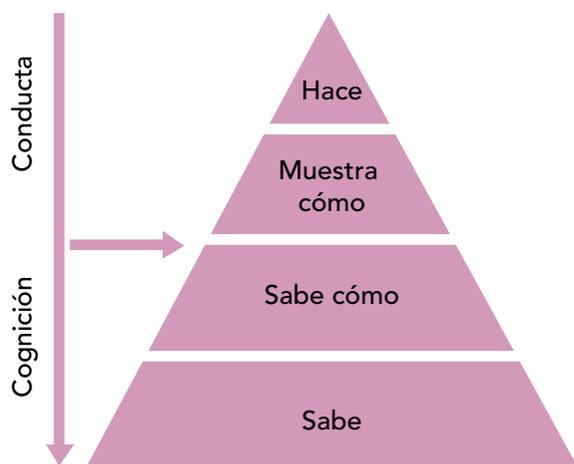


Figura 1. Pirámide de Miller de los métodos de evaluación. Academic Medicine (1990).

Evaluación del rendimiento *in vivo*: informes de prácticas, simulación, video.

Evaluación del rendimiento *in vivo*: tests sobre simulaciones, examen objetivo estructurante.

Contexto clínico basado en pruebas: preguntas de múltiple elección, ensayo, oral prueba procedimental, mapa conceptual, resolución de problemas.

Tests factuales: preguntas de múltiple elección, ensayo, oral, pruebas conceptuales, pruebas de conocimientos, ejercicios.

que se adquieran competencias profesionales. Este proceso debe orientarse hacia la acción del participante profesional en situaciones de trabajo reales o simuladas que sirvan para diseñar tareas auténticas de evaluación (Del Pozo, 2013; Ashford-Rowe, Herrington & Brown, 2014). Son necesarios dispositivos y estrategias para recopilar información y valorar los resultados de acuerdo a la programación y el desarrollo.

Existe una relación muy estrecha entre aprendizaje de competencias y evaluación. Con el punto de vista puesto en la evaluación, Miller (1990) sitúa las competencias en una pirámide (Figura 1): cada una de las cuatro categorías se relaciona con un instrumento utilizado para su medida. La primera, que abarca lo que se *Sabe*, puede evaluarse a través de pruebas conceptuales, de conocimientos o ejercicios. La segunda hace referencia al *Sabe cómo* se ha de aplicar, y se puede valorar a partir de la resolución de problemas, de pruebas de procedimientos o mapas conceptuales. Estas dos categorías pueden medir la cognición, pero poco más. Además las siguientes dos pueden medir la conducta. La tercera comprende el *Muestra cómo* o situaciones similares a la realidad (rendimiento

in vivo) que pueden ser evaluadas mediante simulaciones. La cuarta y última categoría, *Hace*, es la que se sitúa más cerca de la realidad y representa la forma más fiable de la evaluación de competencias (rendimiento *in vivo*), incluye informes de prácticas y simulaciones. La evaluación de las competencias es un proceso integral, permanente, sistemático y objetivo en el que son corresponsables quien aprende (estudiante) y quien enseña (profesor). Este último es quien debe demostrar sus habilidades, actitudes y conocimientos en el proceso de evaluar el aprendizaje de otra persona. Las competencias facilitan el desarrollo de una verdadera educación integral (Kincheloe, Steinberg y Villaverde, 2004), ya que engloban todas las dimensiones del ser humano (*saber, saber hacer, saber ser y estar*). Es imprescindible que el profesor diseñe un documento en el que debe realizar un análisis y organización de los contenidos educativos, determinando propósitos, intenciones y objetivos educativos, estableciendo y secuenciando actividades en el tiempo y el espacio, así como las estrategias de evaluación que incluyan un conjunto de métodos, técnicas, criterios e instrumentos (exámenes, rúbricas, listas de cotejo, guías de observación, esquema de ponderación,

etc.). Posteriormente, se apliquen según la determinación de las evidencias para las competencias por desarrollar en cada asignatura para emitir la valoración final del desempeño alcanzado por cada aprendiz. En el desarrollo de la conducción de las sesiones para la evaluación, deberá demostrar que realiza actividades de encuadre del proceso de evaluación con las personas que guiará, especificando la forma de evaluación, su finalidad y el momento en que se aplica, clarificando la técnica o método, el producto o evidencia que se espera de la persona que aprende y el instrumento con que será evaluado el nivel de desempeño alcanzado de la competencia en la asignatura. Este documento utilizado en el Tecnológico, en donde se aplicó la evaluación por competencias, es denominado *Instrumentación didáctica*.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN, DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS, ALGUNOS INSTRUMENTOS DISEÑADOS

PROCESO DE EVALUACIÓN

La evaluación con un enfoque por competencias se implementó en tres grupos que cursaban la asignatura

natura de Cálculo diferencial, de aproximadamente 35 estudiantes cada uno, de nivel licenciatura del Instituto Tecnológico de Querétaro. Los estudiantes tomaron previamente un curso propedéutico para ingreso al tecnológico. Para Lussier y Allaire (2004), la evaluación de las competencias exige instrumentar un sistema que identifique criterios e indicadores de desarrollo para evaluar las evidencias recogidas en una situación auténtica que comprometa a los estudiantes con la realización de una tarea completa, compleja y significativa. El reto de esto yace en informar de manera continua al estudiante de la progresión de sus competencias.

Tardif (2006) propone ver la evaluación por competencias como un planteamiento videográfico y no fotográfico. Las actividades de evaluación evolucionan y se modifican de acuerdo al grado de aprendizaje, de modo que las estrategias tienen como objetivo activar los conocimientos adquiridos con anterioridad, elaborar nuevos, facilitar la adquisición de la competencia y promover la integración. Las competencias son un *saber actuar* complejo que requiere de la movilización de los recursos sobre los que se apoyan; por tanto, su evaluación demanda una serie de actividades que expongan el progreso en la adquisición de conocimientos y habilidades en distintos momentos del proceso de enseñanza-aprendizaje. De este modo se tendrán herramientas que refuercen a tiempo las competencias según

sea necesario. Por otra parte, tradicionalmente, es el docente titular quien evalúa a sus alumnos, pero puede suceder que, al conocerlos, sus criterios estén sesgados. Por ello, decidir quién debe llevar a cabo la evaluación es otro aspecto importante a considerar.

En síntesis, resulta primordial contar con los instrumentos de evaluación adecuados para valorar el *Saber, Saber ser y Saber estar*; es decir, las competencias específicas y genéricas, documentando su trayectoria a lo largo de la formación. Los indicadores ayudan en esta complejidad a determinar el desarrollo en un contexto de formación para dar cuenta en uno de evaluación.

MOMENTOS DE LA EVALUACIÓN

A continuación, se describe brevemente cada uno de ellos y cuál es la finalidad de aplicarlos (Figura 2).

El primer momento de la evaluación consiste en conocer el nivel de dominio de las competencias previas y se realiza al inicio de una asignatura. Una evaluación diagnóstica es el instrumento ideal para este fin. Este no influirá en la calificación de la asignatura, ya que es solo conocer los conocimientos previos que tienen los estudiantes para el estudio de la asignatura y esta información es fundamental para el profesor, ya que con estos es posible realizar un cambio en la planeación establecida en la instrumentación con base en los requerimientos

para abordar la asignatura en puerta o hacer ciertos cambios en el desarrollo del curso.

Un segundo momento es cerciorarse si los estudiantes están desarrollando las competencias de manera adecuada, identificando avances, logros y carencias; para ello se tienen las evaluaciones formativas. estas evaluaciones deben incluir las competencias específicas y genéricas, mismas que se detallan adelante y la forma en que se sugiere evaluar.

Un tercer momento que permite conocer y valorar el grado de ejecución alcanzado en la aplicación de las competencias establecidas en el curso, es la evaluación sumativa, cuyo propósito es asignar calificaciones y tomar decisiones de acreditación.

QUIÉN EVALÚA

La evaluación tiene la posibilidad de ser aplicada por el mismo estudiante, por compañeros estudiantes o por diferentes profesores que impartan esta asignatura, con la finalidad de tener varios enfoques. Los tipos de evaluación pueden clasificarse como: autoevaluación, heteroevaluación y coevaluación (Figura 3), y se describen brevemente.

Autoevaluación; cuando la persona se evalúa a sí misma, donde la persona identifica las áreas de fortaleza y las áreas de mejora. En este caso el alumno se responsabiliza de su aprendizaje.

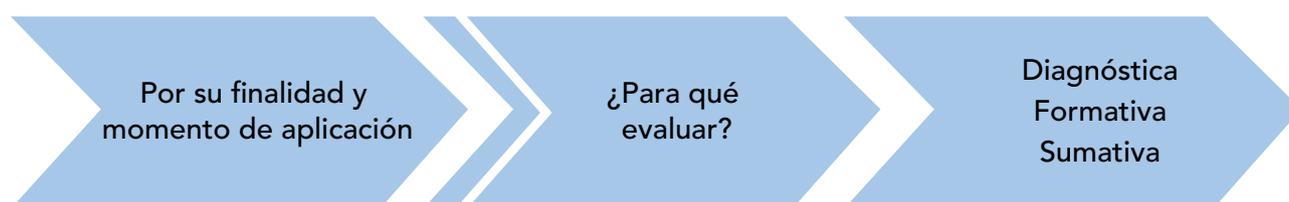


Figura 2. Momentos de la evaluación. Fuente: Elaboración propia.

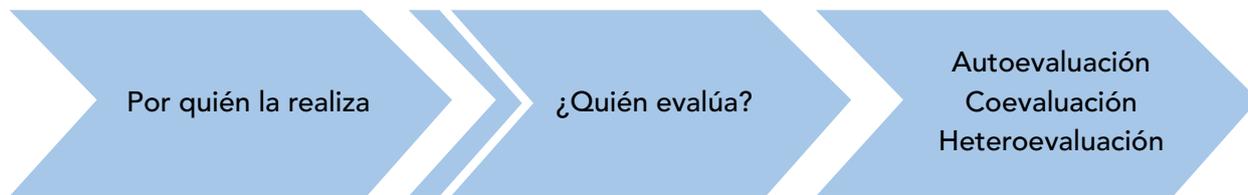


Figura 3. Tipos de evaluación Fuente: Elaboración propia.

Heteroevaluación, cuando el estudiante es evaluado por personas distintas o sus iguales (compañeros). Generalmente es el más común, es cuando el docente evalúa para estimar el rendimiento académico de los estudiantes. Este tipo de evaluación apunta a la detección de los errores y aciertos de los estudiantes.

Coevaluación, cuando la evaluación del desempeño de un estudiante se realiza a través de la observación y determinaciones de sus propios compañeros de estudio. Este tipo de evaluación es innovador, porque propone que sean los mismos compañeros los que tienen la misión de aprender oportunamente.

La autoevaluación (*self-assessment*) y la coevaluación (*peer-assessment*) no solo agudizan el aprendizaje de contenidos, sino que dan ocasión a que los estudiantes aprendan procesos metacognitivos de supervisión, que se pedirá que desarrollen en la vida profesional y académica Tal y como afirma (Biggs, 2005).

Evaluación de competencias específicas y genéricas

Cuando se habla de competencias específicas se refiere a la adquisición de conocimientos básicos

propios del área; en cuanto a las competencias genéricas, se involucran las competencias instrumentales, interpersonales y sistémicas: las habilidades y actitudes (Figura 4). Las competencias instrumentales están relacionadas con la comprensión y la manipulación de ideas, metodologías, equipo y destrezas como las lingüísticas, de investigación, de análisis de información. En estas podemos mencionar la capacidad de análisis y síntesis, organizar y planificar, comunicación oral y escrita, habilidad en el manejo de la computadora, gestión de la información, conocimiento de una segunda lengua, solución de problemas y toma de decisiones. Las competencias interpersonales, por otra parte, involucran capacidades individuales relativas a la expresión de los propios sentimientos, habilidades, crítica y de autocrítica. Facilitan los procesos de interacción social y cooperación. Podemos mencionar como ejemplo el trabajo en equipo, comunicación con profesionales de otras áreas, trabajo en ambiente laboral y compromiso ético. Las competencias sistémicas se refieren a las destrezas y habilidades que conciernen a los sistemas como totalidad. Requiere como base a las anteriores. Por ejemplo, creatividad, liderazgo y capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, investigar,

adaptarse a nuevas situaciones, trabajar en forma autónoma, gestionar y diseñar proyectos.

Para evaluar estas competencias, se sugieren algunos instrumentos de evaluación que permiten verificar el proceso de formación, para corregir si es necesario, conduciéndolo al logro de las competencias propuestas. Estos instrumentos deben evaluar aspectos procedimentales, actitudinales y conceptuales, por lo que deben ser adecuados para recoger la información en función de las características del aprendizaje que se pretende evaluar, es decir, permite medir niveles de desempeño de las competencias. De esta forma se pueden mencionar instrumentos como el cuestionario, la lista de cotejo, la guía de observación y la rúbrica. Se mencionan brevemente características de los instrumentos de evaluación en seguida.

CUESTIONARIO

Conocido generalmente como *examen*, permite valorar los conceptos, teorías, principios y hechos de acuerdo con los conocimientos requeridos en la competencia a evaluar. Debe incluir como mínimo tres tipos de reactivos (opción múltiple, complementación, falso-verdadero, relacionales o preguntas abiertas).

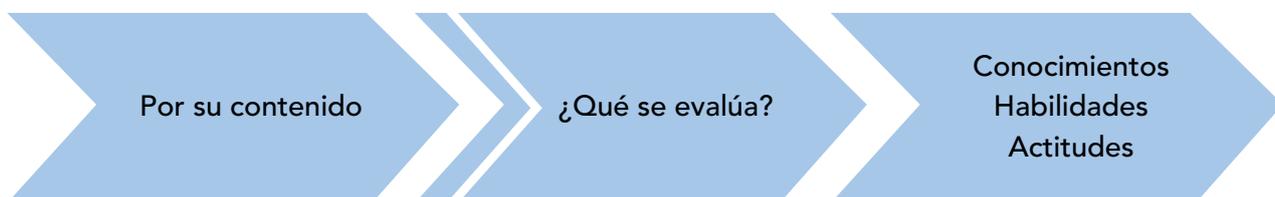


Figura 4. Qué se evalúa. Fuente: Elaboración propia.

LISTA DE COTEJO

Permite registrar el desempeño de los alumnos, evaluado a través de la observación. Puede combinar la evaluación de procesos y productos finales.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Se aplica para la observación del desempeño, habilidades, destrezas y actitudes de los estudiantes a través del diseño de situaciones de aprendizaje que permitan lograr las competencias.

RÚBRICA

Se trata de guías de puntuación cuya función es la de describir las características específicas de

Tabla 1. Instrumentos de evaluación. Fuente: elaboración propia

Aspecto	Instrumento sugerido
<i>Procedimental</i>	Guía de observación Lista de cotejo Rúbrica
<i>Conceptual</i>	Cuestionario Rúbrica
<i>Actitudinal</i>	Guía de observación Rúbrica

un producto, proyecto o tarea en varios niveles de rendimiento. La finalidad consiste en esclarecer a detalle las cualidades que se esperan del trabajo del alumno, valorar su ejecución y facilitar la retroalimentación. Establece parámetros graduales de des-

empeño y favorece la autoevaluación de los estudiantes.

La evaluación por competencias también valúa productos, desempeños, actitudes/valores, y conocimientos. La Tabla 1 propone instrumentos para cada valoración.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Los indicadores de alcance nos muestran los criterios de valoración por excelencia al precisar los conocimientos y habilidades

que integran competencias; cada uno tiene su ponderación. En la Tabla 2 se detallan los indicadores establecidos en los programas del Tecnológico con la

finalidad de que la evaluación sea fidedigna. Deberá especificarse en cada instrumento qué valor se le determinará de acuerdo a la competencia a evaluar.

Tabla 2. Descripción de indicadores.

Indicador	Descripción de indicadores	Valores
A	Se adapta a situaciones y contextos complejos: Puede trabajar en equipo, reflejar sus conocimientos en la interpretación de la realidad. Inferir comportamientos o consecuencias de los fenómenos o problemas de estudio. Incluir más variables en dichos casos de estudio.	
B	Hace aportaciones a las actividades académicas desarrolladas: Pregunta integrando conocimientos de otras asignaturas o de casos anteriores de la misma asignatura. Presenta otros puntos de vista que complementan al presentado en la clase. Presenta fuentes de información adicionales (Internet, documentales), utiliza más bibliografía, consulta fuentes en un segundo idioma.	
C	Propone o explica soluciones o procedimientos no vistos en clase (creatividad): Ante problemas o casos de estudio propone perspectivas diferentes para abordarlos y sustentarlos correctamente. Aplica procedimientos aprendidos en otra asignatura o contexto para el problema que se está resolviendo.	

Indicador	Descripción de indicadores	Valores
D	Introduce recursos y experiencias que promueven un pensamiento crítico: utiliza recursos de la tecnología de la comunicación e información (TIC), como las presentaciones electrónicas con diapositivas con transiciones, animaciones entre los elementos y la incorporación de audio o video.	
E	Incorpora conocimientos y actividades interdisciplinarias en su aprendizaje: En el desarrollo de los temas de la asignatura, incorpora conocimientos y actividades desarrollados en otras asignaturas para lograr la competencia.	
F	Realiza su trabajo de manera autónoma y autorregulada: Es capaz de organizar su tiempo y trabajar sin necesidad de una supervisión estrecha y/o coercitiva. Aprovecha la planeación de la asignatura presentada por el (la) profesor(a) y la instrumentación didáctica para presentar propuestas de mejora de la temática vista durante el curso. Realiza actividades de investigación para participar activamente en el curso.	

RETROALIMENTACIÓN

El docente plasma de forma breve y clara observaciones pertinentes en función de los resultados del estudiante. Esta retroalimentación es personal para cada estudiante, permitiéndole claridad en los errores que pudo haber cometido al contestar su evaluación. Adicional a esta retroalimentación, es deseable que el profesor, al entregar las evaluaciones a los estudiantes, tenga una breve charla siempre en la línea de su desempeño para motivarlo a seguir adelante y poner mayor atención a las competencias donde necesita atención. Todo instrumento de evaluación debe contar con un espacio para la firma de conformidad tanto del alumno como del profesor. Para el profesor representa un respaldo en caso alguna insatisfacción, y para el estudiante es un recordatorio de qué aspectos debe reforzar.

INSTRUMENTOS DISEÑADOS Y APLICADOS

Se presentan ahora los instrumentos que se diseñaron y apli-

caron a los estudiantes, junto con una breve explicación de las competencias evaluadas y los indicadores utilizados.

CUESTIONARIO

El cuestionario del Anexo 1 constituye una evaluación diagnóstica que no impactará la calificación de los estudiantes; únicamente ayudará a indagar los conocimientos de los estudiantes para ajustar la instrumentación didáctica y la planeación del curso. Se espera que los estudiantes tengan los conocimientos suficientes para un buen desempeño a lo largo del curso. El cuestionario menciona la competencia a alcanzar, y registra los datos generales del estudiante.

Aunque deben mostrarse los indicadores de alcance para cada instrumento, en este cuestionario, no se ve reflejada ninguna ponderación en ellos, ya que se trata de una evaluación diagnóstica. También puntualiza qué tipo de evidencia es y el instrumento de evaluación utilizado.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

En el Anexo 2 se presenta una Guía de observación para el tema 1, *Números reales*, aplicada como evaluación formativa y donde se establece la competencia a alcanzar, la calificación, y las instrucciones. La evidencia planteada es un problema de aplicación, donde se valorarán aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales, además de los indicadores A, D y F (cada uno de ellos tiene una ponderación especificada al final del documento). Cuenta además con los apartados de retroalimentación y firma de conformidad.

RÚBRICA

En el Anexo 3 se presenta una Rúbrica para el tema 1, *Números reales*, aplicada como evaluación formativa, donde se establece la competencia a alcanzar, la calificación, las instrucciones. La evidencia planteada es una serie de ejercicios que valoran aspectos conceptuales y procedimentales, además de los indicadores A, C y D (cada uno de ellos tiene una

ponderación que se especifica al final del documento). Cuenta además con los apartados de retroalimentación y firma de conformidad.

LISTA DE COTEJO Y CUESTIONARIO

Se presentan como ejemplo en el Anexo 4 una Lista de cotejo del tema 2, *Funciones*, y en el Anexo 5 un Cuestionario del tema 4, *Derivadas*, que fueron aplicados en distintos momentos del curso. En ambos se muestran los indicadores a evaluar, la retroalimentación y el valor del instrumento.

RESULTADOS

El curso de cálculo diferencial está compuesto por cinco temas, y en cada uno se evalúan competencias tanto específicas como genéricas; se aplicaron al menos dos instrumentos de evaluación, dependiendo de la extensión de cada tema. Se tuvieron resultados favorables que se vieron reflejados en los diferentes instrumentos de evaluación. Se observó que los conocimientos adquiridos fueron utilizados de forma correcta, además la vinculación con otras materias para solucionar los problemas planteados. El incorporar acciones como la retroalimentación en cada evidencia realizada en los aspectos conceptuales, actitudinales y procedimentales que van desarrollando, ayudó a los estudiantes a tener un seguimiento preciso de aquellas competencias no alcanzadas y tener la oportunidad de obtenerlas.

Los índices de aprobación incrementaron en dos semestres consecutivos tras incorporar la evaluación por competencias, considerando una muestra equivalente en cada semestre al que se hace

referencia. Estos son datos que el portal oficial del Tecnológico genera al término de cada semestre.

En el periodo de agosto-diciembre de 2018, la evaluación se realizó de manera tradicional, con un índice de aprobación del 20.66 %

En el lapso de enero-junio de 2019 se realizó la evaluación con un enfoque por competencias, con un índice de aprobación del 39.16 % (un aumento de 18.5 puntos porcentuales con respecto al semestre anterior).

En agosto-diciembre de 2019 se continuó con la evaluación con un enfoque por competencias, con un índice de aprobación del 40.33 % (19.67 puntos porcentuales más respecto al semestre de referencia).

Estos resultados positivos muestran una mejora notoria en los índices de aprobación en función de los mecanismos utilizados en los instrumentos de evaluación. Los indicadores integrados concedieron a los estudiantes mayor confianza en sí mismos a lo largo de su proceso de aprendizaje; implementando, adquiriendo o desarrollando actitudes y aptitudes de adaptación a situaciones complejas, trabajo en equipo, creatividad, pensamiento crítico, reflexivo y analítico, uso de tecnologías de la comunicación e información; además, los conminó a proponer diferentes perspectivas para resolver problemas, trabajar de manera autorregulada, usar conocimientos adquiridos en otras asignaturas, entre otras acciones.

Aunque escaso en apariencia, este aumento deja vislumbrar una oportunidad para expandir este trabajo y que cada vez más profesores se sumen a la tarea de

implementar este modelo. Los instrumentos evolucionarán en beneficio de los estudiantes a medida que se adquiera experiencia.

COMENTARIOS FINALES

Ante el reto que representa mejorar el aprendizaje de las matemáticas, la formación por competencias y, en consecuencia, su evaluación ofrecen una forma práctica y real de mejorar la calidad de nuestra labor educativa. Una educación apoyada en el desarrollo de las capacidades cognitivas, afectivas, socioemocionales y físicas de los aprendices y los capacita para desenvolverse adecuadamente en diversos contextos, tanto profesionales como cotidianos.

Los instrumentos de evaluación dan seguimiento a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje, buscan que los estudiantes se esfuercen, protagonicen su propio desempeño y consigan resultados positivos en su formación integral. Los resultados en los semestres evaluados con enfoque en competencias mostraron un aumento en el índice de aprobación; además, en el transcurso de las semanas, los alumnos presentaban una mayor confianza para preguntar, desarrollar y discutir posibles soluciones a problemas planteados; estas son actitudes que deben poseer los estudiantes cuando se enfrentan a problemas reales de trabajo.

La evaluación por competencias se sitúa en el centro del proceso educativo, ya que es una renovación metodológica que incorpora metodologías activas y cercanas a las realidades profesional y cotidiana. Estas estrategias influyen positivamente

en el aprendizaje; como afirma Biggs (2005), se trata de alinear la evaluación con los resultados de aprendizaje y las actividades en aprendizaje-enseñanza a realizar.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a las siguientes instituciones, sin su apoyo y colaboración este proyecto no habría sido posible:

Tecnológico Nacional de México campus Querétaro

Universidad Autónoma de Querétaro

REFERENCIAS

- Ashford-Rowe, K.; Herrington, J. & Brown, Ch. (2014). Establishing the critical elements that determine authentic assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39(2), 205-222. DOI:10.1080/02602938.2013.
- Biggs, J. B. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- Del Pozo, J. A. (2013). *Competencias profesionales. Herramientas de evaluación: el portafolios, la rúbrica y las pruebas situacionales*. Madrid: Narcea.
- Kincheloe, J.; Steinberg, S. H. y Villaverde, L. (2004). *Repensar la inteligencia*. Madrid: Morata.
- Lussier, O. & Allaire, H. (2004). L'évaluation «authentique». *Pédagogie collégiale*, 17(3), 29-30.
- Miller G. (1990). The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad. Med.*, 65, S63-7.
- Tardif, J. (2006). *L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement*. Montréal: Chenelière Education.
- Scallon, G. (2004). *La evaluación de aprendizajes con un enfoque por competencias*. Québec: Ed. Du Renouveau Pedagogique.

ANEXOS

ANEXO 1. CUESTIONARIO

Tecnológico Nacional de México

Cálculo Diferencial

CUESTIONARIO

Tema 1 – Números reales

Competencias previas: Utiliza la aritmética para realizar operaciones. Emplea el álgebra para simplificar expresiones. Resuelve ecuaciones y sistemas de ecuaciones. Utiliza la trigonometría para resolver problemas. Describe las ecuaciones de los principales lugares geométricos.

Programa: Ingeniería

Semestre: _____

Evidencia: Evaluación Diagnóstica

Fecha de aplicación: _____

Nombre del Estudiante: _____

Tiempo de realización: 25 min.

Instrucciones

Parte 1. Para cada pregunta, selecciona la respuesta que consideres correcta, colocando en el paréntesis la letra seleccionada.

1. ¿Cuál de las siguientes expresiones es la mejor aproximación de la operación $((7.21)(3.96))/1.02$?

() a) $((7)(3))/10$ b) $((7)(4))/10$ c) $((7)(3))/11$ d) $((7)(4))/11$

2. ¿Cuál de las siguientes opciones muestra al número 72 como un producto de factores primos?

() a) $9 \cdot 8$ b) $3 \cdot 3 \cdot 8$ c) $3 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 2$ d) $3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$

3. ¿Cuánto resulta de sumar los ángulos interiores de un heptágono?

() a) 900° b) 720° c) 540° d) 640°

4. Si x es un número que se encuentra entre 10 y 16, entonces ¿entre qué números está $x + 5$?

() a) 10 y 12 b) 15 y 20 c) 0 y 5 d) 15 y 21

5. Si el volumen de un depósito para agua de forma cilíndrica es $V = \pi r^2 h$ y el radio $r = 2.5$ ft, la altura $h = 4$ ft, ¿cuál es la máxima capacidad del depósito?

() a) 25π ft³ b) 10π ft³ c) 32.5π ft³ d) 20.5π ft³

6. ¿Qué expresión es equivalente a $a(a^2 + 3a - (6a^2 - a))$?

() a) $-5a^2 + 4a$ b) $5a^3 - 2a$ c) $5a^3 - 4a^2$ d) $-5a^3 + 4a^2$

7. Al desarrollar el binomio $(m - n)^2$ se obtiene:

() a) $m^2 - n^2$ b) $m^2 - mn - n^2$ c) $m^2 + 2mn - n^2$ d) $m^2 - 2mn + n^2$

8. Al racionalizar el numerador de la expresión $4a - \sqrt{a}$ resulta:

() $\frac{16a^2}{a}$ () $\frac{16a^2 - a}{4a - \sqrt{a}}$ () $\frac{16a - 1}{4a + \sqrt{a}}$ () $1 - \frac{16a}{\sqrt{a}}$

9. La ecuación que corresponde a una recta es:

() a) $y = 6x^2 + 2$ b) $3x + 3$ c) $xy = 1$ d) 2

10. José se encuentra empacando latas de atún en una caja, cada caja tiene la capacidad para 14 latas. Si José tiene 1440, ¿Cuál es el menor número de cajas que José requiere para empacar todas las latas?

() a) 100 b) 140 c) 102 d) 103

Parte II. Indica si el enunciado es verdadero colocando una V, o falso una F, en el interior de los paréntesis.

() Circunferencia y círculo significan los mismo.

() Una circunferencia es el lugar geométrico descrito por los puntos P(x, y) tales que su distancia a un punto fijo llamado centro es constante.

() El área de una esfera de radio r está dada por $A = 4\pi r^2$.

() La suma de los ángulos interiores de un triángulo es igual a π radianes.

() Para determinar la ecuación de una recta se requiere de conocer dos puntos.

Parte III. Relaciona la expresión de la columna de la izquierda con el resultado de la derecha, colocando la letra correspondiente en el paréntesis.

El área superficial de un cubo de arista dos () a) 24

El perímetro de un triángulo equilátero de lado cuatro () b) 12

El perímetro de una circunferencia de radio tres () c) 6π

El volumen de un cono de radio uno y altura tres () d) 3π

La magnitud del segmento que va de A(0,0) a B(3,4) () e) 5

Evidencia de aprendizaje	Indicador de alcance							Método de evaluación			
	%	A	B	C	D	E	F	Instrumento	P	C	A
Evaluación diagnóstica	0							Cuestionario		X	

ANEXO 2. GUÍA DE OBSERVACIÓN

Tecnológico Nacional de México

Cálculo Diferencial

CUESTIONARIO

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Tema 1 – Números reales

Competencias: Aplica las propiedades de los números reales, desigualdades de primer y segundo grado con una incógnita, así como desigualdades con valor absoluto para representar las soluciones en forma gráfica y analítica.

Calificación: /20

Programa: Ingeniería

Semestre: _____

Evidencia: Solución de un problema de aplicación

Fecha de aplicación: _____

Nombre del Estudiante: _____

Tiempo de evaluación : 20 min

Instrucciones

1. El docente llenará la guía de observación en función de la calidad de desempeño de los estudiantes.
2. Se marca con una "x" si cumple o no con el criterio.
3. Se llenará el apartado "Puntos" con los puntos que considere corresponden con la calidad del desempeño.
4. El puntaje máximo de la evaluación es de 20 puntos.
5. Realizar la sumatoria.

No.	Ítem	Valor	Indicador	SI	NO	Puntos	Retroalimentación
1	Inicia con una introducción al tema para plantear la solución al problema	2					
2	Explica de manera correcta y precisa las leyes de los números reales utilizadas	2					
3	Plantea mediante un esquema el problema con	2					

No.	Ítem	Valor	Indicador	SI	NO	Puntos	Retroalimentación	
4	Presenta la ecuación planteada para la resolución	2						
5	Desarrolla correctamente el procedimiento	2						
6	Presenta la solución al problema de manera correcta	4						
7	Manifiesta seguridad, muestra contacto visual hacia el público.	2	A					
8	Incluye en su desempeño imágenes ó gráficos	2	D					
9	Respeto el tiempo de exposición establecido	2	F					
Puntaje Máximo: 20 Puntos			Puntaje Obtenido:					

Firma de conformidad:

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Método de evaluación			
		A	B	C	D	E	F	Instrumento	P	C	A
Resolución de un problema	20	2			2		2	Guía de Observación	X	X	X

ANEXO 3. RÚBRICA

Tecnológico Nacional de México

Cálculo Diferencial

RÚBRICA Tema 1 – Números reales

Competencias: Aplica las propiedades de los números reales, desigualdades de primer y segundo grado con una incógnita, así como desigualdades con valor absoluto para representar las soluciones en forma gráfica y analítica.

Calificación: /20

Programa: Ingeniería

Semestre: _____

Evidencia: Ejercicios

Fecha de aplicación: _____

Nombre del Estudiante: _____ Tiempo de evaluación: 20min

Instrucciones: El docente llenará la rúbrica en función de desempeño del estudiante.

Indicador	Excelente	Bueno	Suficiente	Insuficiente	Puntos
Comprensión del problema	Identifica e interpreta con claridad los datos planteados en la parte I, obteniendo los 10 ejercicios correctos	Identifica e interpreta los datos planteados en la parte I, obteniendo por lo menos 7 ejercicios correctos	Identifica datos planteados en la parte I, obteniendo por lo menos 4 de ejercicios correctos	No identifica ni interpreta con claridad los datos planteados en la parte I.	
Estrategia de solución	Analiza las expresiones planteadas y resuelve correctamente los 10 ejercicios de la parte II.	Analiza las expresiones planteadas y resuelve correctamente por lo menos 7 ejercicios.	Analiza las expresiones planteadas y resuelve correctamente por lo menos 4 ejercicios.	No analiza las expresiones planteadas.	
	10 puntos	7 puntos	4 puntos	0 puntos	
Solución al problema	Analiza correctamente las expresiones planteadas en la parte III y resuelve correctamente los 5 primeros ejercicios.	Analiza correctamente las expresiones planteadas en la parte III y resuelve por lo menos 3 ejercicios correctamente.	. Analiza las expresiones planteadas en la parte III y resuelve por lo menos 2 ejercicios correctamente.	No analiza correctamente las expresiones planteadas en la parte III.	
	8 puntos	5 puntos	3 puntos	0 puntos	
Análisis del resultado	Analiza los planteamientos de la parte III y contesta correctamente los 2 ejercicios. Indicador a y c	. Analiza los planteamientos de la parte III y contesta correctamente uno de los dos ejercicios. Indicador a y c		No responde ningún ejercicio correctamente.	
	4 puntos	2 puntos		0 puntos	
Presentación del resultado	Analiza los planteamientos de la parte IV y contesta correctamente los dos ejercicios. Indicador d y c	Analiza los planteamientos de la parte IV y contesta solo uno de los dos ejercicios correctamente. Indicador d y c		No responde ningún ejercicio correctamente	
	8 puntos	4 puntos		0 puntos	

Retroalimentación:	Firma de conformidad:
--------------------	-----------------------

Evidencia de aprendizaje	Indicador de alcance							Método de evaluación			
	%	A	B	C	D	E	F	Instrumento	P	C	A
Ejercicios	40	2		6	4			Rúbrica	X	X	

Tecnológico Nacional de México

Cálculo Diferencial

LISTA DE COTEJO

Tema 2 – Funciones

Competencias: Analiza definición de función real e identifica tipos de funciones y sus representaciones gráficas para plantear modelos.

Calificación: /20

Programa: Ingenierías

Semestre: _____

Evidencia: Proyecto fase 1

Fecha de aplicación: _____

Nombre del Estudiante: _____

Tiempo de realización: 25 min.

Instrucciones:

1. El profesor llenará la lista de cotejo en correspondencia de la calidad del proyecto presentado por el equipo.
2. Marcar con una "X" en la celda que corresponda si cumple o no con el aspecto solicitado.
3. Colocar los puntos logrados en cada aspecto.
4. Realizar la suma y colocar el resultado en la celda correspondiente.

No.	Aspecto a evaluar	Valor (puntos)	Indicador de alcance	SI	NO	Puntos
	El proyecto "caja de cartón":					
1	Presenta el intervalo correcto de valores que puede tomar x para el largo de la caja.	3				
2	Presenta el intervalo correcto de valores que puede tomar x para el ancho de la caja.	3				
3	Describe la expresión correcta para el cálculo del volumen de la caja en términos de x .	2				
4	Presenta el intervalo de valores correcto para el volumen cuando x va de 2 a 6 cm.	3				
5	Se presenta a través de un documento con un máximo de dos faltas de ortografía.	1	e			
6	Se presenta con una portada que incluye al menos: nombre del instituto, título del proyecto y nombre de los integrantes.	1	f			
7	Se elabora en equipo de tres integrantes	1	a			
8	Incorpora conclusiones adecuadas con el tema.	3	a			
Puntaje máximo		20	Puntaje obtenido			
Retroalimentación:					Firma de conformidad	

Evidencia de aprendizaje	Indicador de alcance						Método de evaluación				
	%	a	b	c	d	e	f	Instrumento	P	C	A
Proyecto	20	4				1	1	Lista de cotejo	X	X	X

ANEXO 5. CUESTIONARIO

Tecnológico Nacional de México

Cálculo Diferencial

CUESTIONARIO

Tema 4 – Derivadas

Competencias: Utiliza la definición de derivada para el análisis de funciones y el cálculo de derivadas.

Programa: Ingenierías

Semestre: _____

Evidencia: Ejercicios

Fecha de aplicación: _____

Nombre del Estudiante: _____

Tiempo de realización: 50 min.

Instrucciones.

Parte I (valor 5 puntos)

Señala si la proposición es verdadera colocando una (V) o falsa con una (F) dentro del paréntesis.

1. () La pendiente m es una razón de cambio.
2. () El $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}$ se denomina razón de cambio media de la función.
3. () Si una función es diferenciable en un punto a entonces es continua en a .
4. () Si una función es continua en un punto a entonces es diferenciable en a .
5. () La derivada de un producto es el producto de sus derivadas.

Instrucciones.

Parte II (Valor: 10 puntos)

Completa la siguiente tabla, completándola con lo que se indica:

Para que tu respuesta sea considerada como válida, es necesario anexar el procedimiento.

$y=f(x)$	u	$f(u)$	y^{\wedge}
$y=1/(x+2)$			
$y=\text{sen}3x$			

$y=f(x)$	u	$f(u)$	y^{\wedge}
$y=(3x^2+4x-1)^{(1/2)}$			
$y=\tan^3 x$			
$y=e^{(2x+3)}$			

Instrucciones.

Parte III (Valor: 10 puntos)

Completa la siguiente tabla, completándola con lo que se indica:

Para que tu respuesta sea considerada como válida, es necesario anexar el procedimiento.

Función	Derivada	Diferencial
$f(x)=4x^2-2x+3$		
$y=5\text{sen}x$		
$f(x)=x\text{cos}x$		
$y=(3\text{cos}3x)^2$		
$f(x)=\tan^6x$		

Instrucciones.

Parte IV (Valor: 12 puntos)

Para que tu respuesta sea considerada como válida, es necesario anexar el procedimiento.

Una epidemia de gripe se está propagando en algún país. Con base a epidemias semejantes que se han presentado con anterioridad, los epidemiólogos han formulado una función matemática con la que se el número de personas que se contagiaron con la epidemia, y es la siguiente: $n=f(t)=-.3t^3+10t^2+300t+250$ donde: n representa el numero de personas afectadas t representa el tiempo ,medido en días ,desde la detección inicial.

Con dominio restringido de $0 \leq t \leq 30$

Si se usa la función de estimación:

() ¿Cuántas personas se espera que contraigan la enfermedad al cabo de 10 días? Indicador A valor 4 puntos

- a) 3950 personas b) 7850 personas c) 2500 personas

() ¿Cuál es la razón instantánea de cambio a la que se espera que la enfermedad se propague cuando $t=11$? Indicador B valor 4 puntos

- a) 400 personas/día b) 410 personas/día c) 411 personas/día

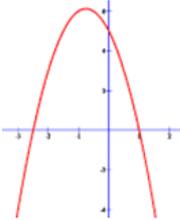
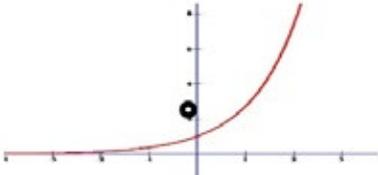
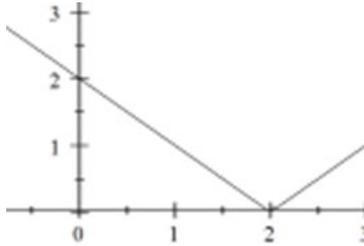
() ¿Y cuando $t=12$? la enfermedad: Indicador D valor 4 puntos

- a) aumento b) disminuyo c) se mantuvo igual

Instrucciones.

Parte v (Valor: 3 puntos)

Encierra en un círculo la letra o letras que consideres que sean verdaderas a la siguiente pregunta: ¿Cuál o cuáles de las siguientes funciones es derivable para cualquier valor del dominio?

		
a)	b)	c)

Retroalimentación:	Firma de conformidad
--------------------	----------------------

Evidencia de aprendizaje	%	Indicador de alcance						Método de evaluación			
		A	B	C	D	E	F	Instrumento	P	C	A
Ejercicios	40	4	4		4			Cuestionario		X	