Dra. Araceli Celina Justo López
Directora de la Facultad de Ingeniería Mexicali
Presente.

Adjunto encontrará el reporte técnico del Ambiente Virtual de Aprendizaje Funciones y Derivadas, mismo que fue diseñado e implementado del 12 febrero al 18 de marzo del año en curso. En el reporte encontrará los principales estadísticos, los tópicos con mayor dificultad para los estudiantes y algunas recomendaciones.

Sin otro particular por el momento, quedamos a la expectativa de sus comentarios.

Atentamente

Dr. Maximiliano De Las Fuentes Lara **Dra. Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas**

Responsables del AVA Funciones y Derivadas

Mexicali, Baja California, 26 de agosto 2024

Reporte Técnico AVA Funciones y Derivadas

Tronco Común Ciencias de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California.

Autores:
Dra. Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas
Dr. Maximiliano De Las Fuentes Lara

Mexicali, Baja California. Agosto 2024

Resumen

Se diseñó e implementó un ambiente virtual de aprendizaje para mejorar los conocimientos matemáticos de los estudiantes que cursan la unidad de aprendizaje de cálculo integral en los programas educativos de ingeniería, el contenido matemático del ambiente virtual de aprendizaje fue determinado por los miembros de los cuerpos académicos de ciencias básicas de la Facultad de Ingeniería Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California, su contenido está basado en las habilidades y conocimientos matemáticos que requieren los estudiantes para mejorar el desempeño académico en las clases de cálculo integral, cálculo multivariable, métodos numéricos y ecuaciones diferenciales. La metodología de construcción del ambiente virtual de aprendizaje implicó la configuración de un diseño instruccional para la elaboración virtual de los módulos instruccionales que motivan al estudiante la utilización de los recursos didácticos proporcionados. La puesta en escena del ambiente virtual de aprendizaje se llevó a cabo en la plataforma institucional BlackBoard durante el ciclo escolar 2024-1 con la participación de 477 (64%) estudiantes de un total de 741 alumnos inscritos oficialmente en el curso de cálculo integral. La media de las calificaciones es 59.78 ± 23.79 (media ± desviación estándar). Existen evidencias que las mayores dificultades que tuvieron los estudiantes en la resolución de los sondeos se presentaron en los problemas de corte conceptual, como la clasificación de números reales, funciones, gráficas por partes, composición de funciones e inversas, derivadas puntuales de funciones trigonométricas, rango de funciones exponenciales, límites gráficos, problemas de variación y optimización en los que el estudiante requiere modelar previamente para su consecuente resolución. Los hallazgos de este estudio de investigación proporcionan información valiosa para orientar la enseñanza y mejorar la comprensión y desempeño de los estudiantes en el área del cálculo diferencial en los programas de ingeniería.

Tabla de contenidos

1. Introducción

La matemática es de gran importancia en la formación de un ingeniero, ya que constituye el lenguaje de modelación, el soporte simbólico con el cual expresan las leyes que rigen el objeto de su trabajo; está vinculada a las actividades de modelar, interpretar y comunicar en lenguaje preciso (Brito et al., 2011). La matemática es la herramienta más poderosa del ingeniero y su dominio le permitirá el progreso a lo largo de su formación profesional; adicionalmente, ayuda al desarrollo del razonamiento abstracto, el cual es fundamental en la formación del ingeniero (Ruiz et al., 2016).

Las matemáticas se presentan como un conocimiento imprescindible en una sociedad con un desarrollo tecnológico sin precedentes, sin embargo, es uno de los más inaccesibles para muchos estudiantes, ya que concentra un gran número de dificultades y fracasos (Carbonero y Navarro, 2006), lo que convierte a las matemáticas en un filtro crítico que condiciona la elección de carrera en los estudiantes (Sells, 1973). El propósito general de un curso de cálculo diferencial en una carrera de ingeniería es que los estudiantes apliquen los conceptos y procedimientos del cálculo en la diferenciación de funciones, mediante el uso de límites y teoremas de derivación, para resolver problemas cotidianos de ciencia e ingeniería.

1.1 Presentación del problema

Hay gran cantidad de estudios dedicados a conocer la importancia del cálculo diferencial desde un punto de vista teórico (Mateus, 2011; Jiménez et al., 2018; Artigue, 2018), y del desarrollo del pensamiento matemático (Cantoral et al., 2005; Acosta et al., 2009; Pérez y Ocaña, 2013; Vergel et al., 2015); también los hay sobre modalidades de aprendizaje (Sanabria, 2019), en la formación de docentes (Fonseca y Alfaro, 2018), en el proceso de enseñanza y/o aprendizaje (García et al., 2006; Iglesias, 2019), en los materiales y herramientas de apoyo (Villalobos et al., 2018; Gutiérrez, 2019; Rosales-Mata y Chavira, 2019), en forma de propuestas para mejorar la calidad de la enseñanza (Duarte y Castro, 2015; Martínez-Reyes, 2019) y sobre la evaluación del mismo conocimiento en profesores (Moreno y Cuevas, 2004), sin embargo, son pocos los que muestran y validan confiablemente los temas donde el estudiante encuentra una mayor dificultad para así abordarlos de una forma pertinente y significativa.

El rendimiento académico de los estudiantes que ingresan a carreras de ingeniería es bajo, lo que dificulta el aprendizaje del Cálculo Diferencial (CD) y resulta en el fracaso de la materia y la deserción escolar (López, 2005). En algunas instituciones del país, la tasa de fracaso para CD es del 80%, y aproximadamente el 40% se ve obligado a abandonar sus estudios debido al fracaso por tercera vez (Riego, 2013; Pineda, 2008).

La unidad de aprendizaje (UA) de CD se encuentra en el núcleo común de ciencias de la ingeniería, dentro de la etapa básica en la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Esta UA proporciona las bases o principios de temas como desigualdades, funciones, límites, derivación y optimización, desarrollando en el estudiante las habilidades, herramientas, conocimientos, aptitudes, actitudes y valores para la aplicación efectiva de las matemáticas en la ingeniería. Su objetivo es brindar a los estudiantes conocimientos que les permitan interpretar, plantear y resolver problemas de ingeniería (Zúñiga, 2007), ya que la formación de ingenieros exige un aprendizaje matemático que contribuya a resolver problemas específicos de naturaleza tecnológica, pero sobre todo práctica (Ruiz, Carmona y Montiel, 2016).

El Plan de Desarrollo 2020-2024 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (2021) identifica ciertas debilidades en el análisis de Fortalezas y Debilidades que requieren atención y tratamiento:

- Los índices de reprobación demandan intervención.

- Existe desconocimiento sobre las razones que explican la baja participación de los estudiantes en las asesorías académicas.

- Algunos indicadores de los procesos de los cursos propedéuticos y el curso propedéutico de nivelación académica para alumnos de nuevo ingreso (CPNAANI) reflejan resultados por debajo de la meta de rendimiento establecida para los estudiantes en dichos cursos.

Con estos antecedentes se propuso diseñar, implementar y evaluar de forma permanente un curso remedial para la asignatura de Cálculo Diferencial llamado Funciones y Derivadas en la modalidad en línea, de acuerdo con las directrices del modelo educativo de la UABC.

La creación de este Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) requirió la implementación de un Diseño Instruccional (DI), un proceso sistemático, planificado y estructurado esencial para desarrollar cursos en modalidad presencial o virtual. Este diseño se fundamenta en teorías de aprendizaje y abarca desde la definición de lo que el profesor aspira que el estudiante aprenda hasta la evaluación formativa del proceso (Agudelo, 2009). Cuando el DI adopta una perspectiva constructivista, se espera que el profesor o diseñador de aprendizaje genere programas y materiales de naturaleza más facilitadora que prescriptiva (Guàrdia y Sangrà, 2005). Además, se necesita un cambio en la visión pedagógica que conlleve a una transformación de roles y funciones, superando el modelo tradicional de diseño instruccional hacia uno que demande mayor flexibilidad y apertura en los procesos de aprendizaje del estudiante (Umaña, 2009).

1.2 Objetivos del reporte técnico

Los objetivos del reporte técnico sobre el AVA Funciones y Derivadas son los siguientes.

- Evaluar y presentar un análisis detallado del rendimiento académico de los estudiantes en el AVA Funciones y Derivadas.
- Identificar las áreas específicas del cálculo diferencial en las que los estudiantes han demostrado fortalezas y aquellas en las que han enfrentado desafíos.
- Sugerir posibles mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como estrategias específicas de intervención para abordar las áreas de dificultad identificadas.
- Contribuir a la evaluación continua de la calidad educativa de la institución y su capacidad para cumplir con los estándares académicos.

1.3 Alcances y limitaciones

A todos los estudiantes matriculados en el curso de Cálculo Integral, se les extiende una cordial invitación para participar de manera voluntaria en el AVA Funciones y Derivadas. Se ha implementado un proceso de sensibilización con los profesores a través de la Academia de Matemáticas (AM) y la Coordinación de Tronco Común Ciencias Básicas de la Ingeniería para destacar la importancia de la participación activa de los estudiantes y su impacto positivo en las calificaciones de Cálculo Integral. Los profesores de Cálculo Integral también asumen el rol de promover la participación de sus alumnos en el AVA. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados en los eventos, no se ha logrado alcanzar el 100% de participación estudiantil. Los resultados obtenidos en cada evento han permitido identificar los temas que representan mayores dificultades para los estudiantes y ser tratados en la AM.

2. Revisión de la literatura

Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) son prácticas educativas que operan, se desarrollan y tienen lugar en Internet, permitiendo la comunicación efectiva y constante entre los usuarios (Coll y Monereo, 2008). Siguen los principios pedagógicos que guían el desarrollo de los temas establecidos para el aprendizaje (Dillenbourg, Schneider y Synteta, 2002), creando nuevos espacios de colaboración entre profesores y estudiantes y superando los paradigmas tradicionales de enseñanza, lo que impacta en el logro del aprendizaje (Brioli y Garcial, 2011; Betegón, et al., 2012; Osuna y Abarca, 2013).

En la misma línea, López, Ledesma y Escalera (2009, p. 6) definen un Ambiente Virtual de Aprendizaje como el conjunto de entornos de interacción síncrona y asíncrona, donde, apoyándose en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante un sistema de gestión del aprendizaje.

AVA son un medio para compartir información, apoyar la comunicación e integración de diferentes tipos de recursos digitales, y facilitar el proceso de aprendizaje (Romero et al., 2014). De acuerdo con Pastran, Olivera y Cervantes (2020), su uso facilita la enseñanza, ya que permiten al docente acompañar a sus estudiantes durante su proceso de aprendizaje, especialmente en la educación a distancia.

Los recursos educativos son parte fundamental de los AVA, ya que la disponibilidad y variedad en sus formatos ofrecen la posibilidad de mejorar la calidad de los cursos en la enseñanza remota o tradicional (Valenzuela, Fragoso, Santaolaya y Muñoz, 2017), también responde a la necesidad real de compartir el conocimiento con facilidad de acceso y disponibilidad (Colomé, 2019).

3. Materiales y Métodos

El Ambiente Virtual de Aprendizaje Funciones y Derivadas fue desarrollado mediante un Diseño Instruccional (DI) basado en enfoques constructivistas, creado por profesores de ciencias básicas de ingeniería. Este DI se enfocó en los contenidos matemáticos de cálculo diferencial, buscando guiar a los estudiantes para construir activamente su comprensión y valorar su contribución cognitiva. Con cuatro etapas flexibles (análisis, diseño, producción, implementación y revisión continua), el diseño promovió un entorno propicio para la participación activa de los estudiantes, alineándose con las prácticas pedagógicas modernas.

En los siguientes apartados, se detalla la invitación a los estudiantes para participar en el AVA, las estrategias para fomentar su participación y la implementación del AVA durante el semestre 2024-1. Además, se presenta la población estudiantil involucrada y el procedimiento para evaluar su desempeño en el AVA Funciones y Derivadas.

3.1 Materiales utilizados

Para el desarrollo del AVA, fue necesario crear un DI que guiará la secuencia de actividades de aprendizaje, así como métodos de evaluación para identificar los logros en el aprendizaje de parte de los estudiantes. El DI utilizado se basa en teorías constructivistas, lo que lleva al diseñador a descubrir la mejor combinación de materiales y actividades que guía al estudiante a comprender el valor de su construcción cognitiva para el aprendizaje futuro. Este DI consta de cuatro etapas de un sistema flexible en el que las etapas no son necesariamente secuenciales, sino de cierta manera simultáneas e influyen entre sí, en las que se encuentran: análisis, diseño, producción, implementación y revisión continua (Córica, Portalupi, Hernández y Bruno, 2010). Para los profesores involucrados en la creación del DI es evidente la preocupación por fomentar que la participación de los estudiantes sea más activa en el proceso de aprendizaje (Chiappe, 2008).

El DI fue estructurado por los profesores miembros del cuerpo académico de ciencias básicas de ingeniería tomando como base los contenidos matemáticos de la unidad de aprendizaje de cálculo diferencial, el desarrollo del DI implica la planeación, la preparación y el diseño de los recursos y ambientes necesarios para que se lleve a cabo el aprendizaje (Bruner, 1969).

Este AVA se ejecuta en la plataforma Blackboard, brindando apoyo con materiales teóricos, recursos digitales, enlaces web que contienen grabaciones específicas de contenido y aplicaciones prácticas. Estructurado en 4 unidades y 16 metas, el AVA proporciona la organización para las actividades. Cada meta incluye instrucciones detalladas, fomentando la resolución de ejercicios o problemas estratégicos. La evaluación se realiza a través de sondeos en los que los estudiantes participan en cada meta, y la calificación se determina por la suma de los resultados de los sondeos, con la opción de hasta dos intentos y considerando la calificación más alta.

3.2 Sujetos

A todos los estudiantes matriculados en el curso de Cálculo Integral, se les hace una cordial invitación para participar de forma voluntaria en el AVA Funciones y Derivadas. Los profesores los animan a unirse a esta actividad, y las calificaciones obtenidas por los alumnos se comparten con sus profesores para su consideración correspondiente. A partir del ciclo 2023-2 se incentivó a los estudiantes a aumentar su participación en el AVA mediante la posibilidad de obtener un crédito optativo para aquellos cuya calificación en el AVA Funciones y Derivadas fuera igual o superior a 80. En el periodo 2024-1 el AVA se implementó en el periodo comprendido del 12 febrero al 18 de marzo del año en curso. Un total de 741 estudiantes quedaron registrados en el AVA Funciones y Derivadas, logrando una participación parcial o total en las actividades de 477 (64%) estudiantes.

3.3 Procedimiento de construcción de los instrumentos

Con el fin de evaluar el rendimiento de los estudiantes en el AVA Funciones y Derivadas, se creó un banco de 460 ítems para incorporarlos en las encuestas asociadas a cada una de las 16 metas que componen el AVA. La calificación de los estudiantes se determina a partir de los resultados obtenidos en estas encuestas, las cuales los estudiantes pueden realizar en hasta dos intentos, conservando la calificación más alta.

El banco de reactivos cuenta con las siguientes características: criterial, toda vez que tiene el propósito de evaluar el aprendizaje al informar qué puede hacer o no el examinado; está alineado con el currículo, ya que se desprende de una actividad para identificar lo esencial de éste y evaluarlo; cuenta con reactivos de opción múltiple (pues se pide al estudiante elegir la respuesta correcta de entre cuatro que se ofrecen) y de verdadero y falso; y es de gran escala, ya que su aplicación corresponde a cientos de estudiantes.

Para la construcción del banco de reactivos se adoptó el modelo de Nitko (1994) para desarrollar exámenes orientados por el currículo. Dicho modelo fue complementado por la metodología para la construcción de test criteriales de Popham (1990) y con aportaciones metodológicas y operativas de Contreras (2000; 2004).

4. Resultados y discusión

Este apartado contempla los resultados que se obtuvieron en el AVA Funciones y Derivadas durante el ciclo 2024-1 y los tópicos con mayor dificultad.

4.1 Resultados y discusión de la información obtenida en el AVA 2024-1

El AVA se ofertó mediante la plataforma Blackboard del 12 de febrero al 18 de marzo de 2024 a todos los alumnos inscritos en la unidad de aprendizaje de cálculo integral durante el ciclo escolar 2024-1. De los 741 alumnos inscritos 477 (64%) participaron total o parcialmente. Los estadísticos principales (Tabla 1) se presentan a continuación.

Tabla 1. Estadísticos correspondientes al ciclo 2024-1

AVA_Funciones_y_Derivadas

N	Válidos	477
	Perdidos	0
Media		59.7883
Mediana		67.0000
Moda		79.00
Desv. típ.		23.79012
Varianza		565.970
Asimetría		-1.030
Error típ. de asimetría		.112
Curtosis		.153
Error típ. de curtosis		.223
Rango		95.00
Mínimo		1.00
Máximo		96.00
Percentiles	25	50.0000
	50	67.0000
	75	77.0000

El AVA se desarrolla completamente en la plataforma Blackboard y contiene recursos, materiales y aplicaciones que los alumnos pueden utilizar, también incluye sondeos programados (que pueden hacer hasta en dos intentos conservando la puntuación más alta) para cada meta y de cada unidad. El resultado de dichos sondeos conforma la calificación, que en conjunto puede observarse en el histograma (Figura 1), las calificaciones son notificadas en tiempo y forma a su respectivo profesor de Cálculo Integral al igual que se muestran a la Academia de Matemáticas las estadísticas correspondientes.

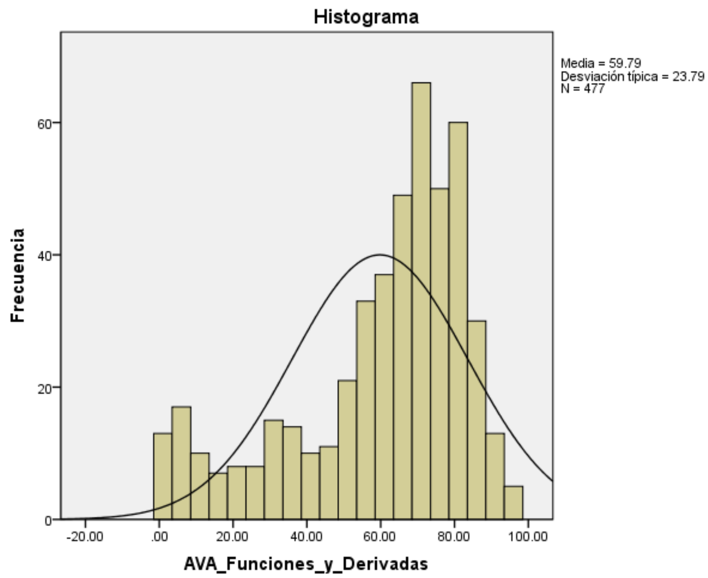


Figura 1. Histograma de las calificaciones de los estudiantes en el AVA durante el ciclo 2024-1.

A continuación (Tabla 2), los índices promedio de dificultad de las últimas 7 aplicaciones del AVA Funciones y Derivadas.

Tabla 2. Comparativo de los índices promedio de dificultad desde 2021-1 a 2024-1.

Meta	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	2023-2	2024-1	Media
1.1	0.79	0.73	0.82	0.76	0.83	0.77	0.83	0.79
1.2	0.67	0.45	0.6	0.57	0.68	0.59	0.65	0.60
1.3	0.76	0.6	0.73	0.69	0.75*	0.65	0.72	0.69
1.4	0.78	0.61	0.74	0.71	0.8	0.73	0.78	0.74
1.5	0.79	0.66	0.82	0.75	0.81*	0.75	0.81	0.76
2.1	0.65	0.57	0.7	0.51	0.67	0.55	0.64	0.61
2.2	0.68	0.58	0.73	0.62	0.72	0.63	0.71	0.67
2.3		0.43	0.66	0.5	0.7	0.67	0.79	0.63
3.1	0.6	0.32	0.55	0.42	0.64	0.57	0.7	0.54
3.2	0.74	0.53	0.72	0.69	0.8	0.72	0.82	0.72
3.3	0.73	0.54	0.72	0.67	0.79	0.72	0.82	0.71
3.4	0.65	0.48	0.64	0.67	0.73	0.64	0.72	0.65
4.1	0.52	0.32	0.34	0.46	0.51*	0.47	0.51	0.44
4.2	0.73	0.54	0.7	0.59	0.75	0.58	0.71	0.66
4.3	0.76	0.51	0.66	0.67	0.78	0.66	0.75	0.68
4.4	0.44	0.31	0.33	0.36	0.44*	0.34	0.39	0.36
Media	0.69	0.51	0.65	0.60	0.74	0.63	0.71	

La gráfica (Figura 2) muestra la evolución de los índices de dificultad promedio que los estudiantes obtienen en el AVA de Funciones y Derivadas a lo largo de varios periodos escolares, desde el primer semestre de 2021 hasta el primer semestre de 2024. La tendencia sugiere una mejora gradual en la facilidad con la que los estudiantes están manejando el material de funciones y derivadas en el ambiente virtual. Sin embargo, las fluctuaciones significativas entre semestres indican que podría haber otros factores impactando estos índices, tales como variaciones en las cohortes de estudiantes.

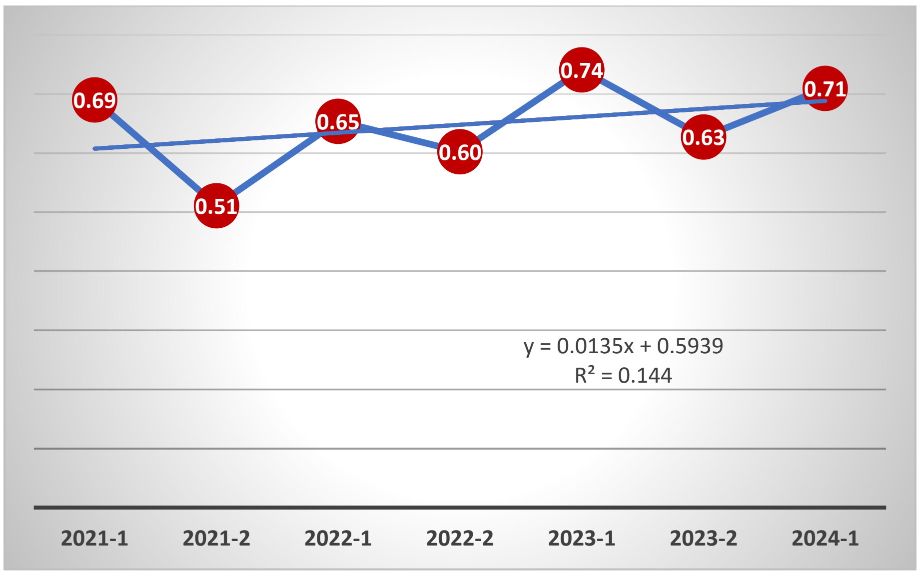


Figura 2. Índices promedio de dificultad de los ciclos 2021-1 a 2024-1

La tabla 3 es un comparativo de los porcentajes de participación total o parcial de los estudiantes en cada uno de los ciclos lectivos a partir del periodo 2021-1. Es notorio el descenso de participación en el ciclo 2022-2 el cual puede deberse a la desestabilización que causa el regreso a clases presenciales por el tema de pandemia. Se observa una recuperación importante en 2023 y 2024 aunado al impulso de los profesores que imparten la unidad de aprendizaje de cálculo integral y a la adición de un crédito optativo para aquellos estudiantes que obtengan 80 o más de calificación en el AVA Funciones y Derivadas.

Tabla 3. Comparativo de los porcentajes de participación total o parcial de los estudiantes en cada uno de los ciclos lectivos a partir del periodo 2021-1.

Ciclo	2021-1	2021-2	2022-1	2022-2	2023-1	2023-2	2024-1
Número total de alumnos registrados en el AVA	675	540	682	476	759	608	741
Número de alumnos que participaron en el AVA total o parcialmente	462	328	478	124	402	382	477
Porcentaje de participación en el AVA total o parcialmente	68%	61%	70%	26%	53%	63%	64%

La media de las calificaciones en el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) es de 37.49 con una desviación típica de 34.87 (Tabla 4), mientras que la media de las calificaciones en Cálculo Integral (CI) es de 57.73 con una desviación típica de 36.37. El tamaño de la muestra (N) para ambas variables es de 687 estudiantes.

Tabla 4 Estadísticos descriptivos entre las calificaciones del AVA y las calificaciones ordinarias del curso de CI.

Estadísticos descriptivos

	Media	Desviación típica	N
AVA	37.4862	34.86805	687
CI	57.7336	36.37231	687

Correlaciones

		AVA	CI
AVA	Correlación de Pearson	1	.601**
	Sig. (bilateral)		.000
	N	687	687
CI	Correlación de Pearson	.601**	1
	Sig. (bilateral)	.000	
	N	687	687

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

La correlación de Pearson entre las calificaciones en AVA y CI es de 0.601, lo que indica una correlación positiva moderada. El valor p asociado (Sig. bilateral) es 0.000, lo que significa que la correlación es estadísticamente significativa al nivel de 0.01.

Existe una correlación positiva significativa entre las calificaciones que los estudiantes obtuvieron en el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) sobre temas de cálculo diferencial y sus calificaciones finales en Cálculo Integral. Específicamente, un mayor desempeño en el AVA durante el primer mes se asocia con un mejor rendimiento en la asignatura de Cálculo Integral al final del semestre.

La correlación de 0.601 sugiere que, aunque existe una relación positiva entre ambas variables, no es perfecta. Esto indica que, si bien el rendimiento en el AVA puede ser un predictor del éxito en Cálculo Integral, otros factores también influyen en el rendimiento final en la asignatura.

Estos resultados subrayan la importancia de la participación activa y el buen desempeño en entornos de aprendizaje virtual como un componente que puede contribuir al éxito académico en asignaturas posteriores. Implementar y optimizar estos ambientes puede ser una estrategia útil para mejorar los resultados en materias fundamentales como Cálculo Integral.

4.2 Análisis de reactivos con mayor dificultad

A continuación, se presentan reactivos tipo y sus respectivos indicadores de logro cuyo índice de dificultad es menor a 0.5, es decir, se trata de reactivos altamente difíciles o medianamente difíciles para los estudiantes participantes. Se adiciona en cada caso algunas reflexiones sobre aquellos indicadores que sobresalen por su alta dificultad.

Meta 1.1: Resolver los diferentes tipos de desigualdades a través del uso de los teoremas adecuados (que incluye el estudio de los números reales y su clasificación).

Indicador de logro: Clasificar números reales.
Se destaca en esta meta el reactivo 9 (Figura 3) que causa una importante dificultad a los estudiantes, el ID de 0.32 lo evidencia. La limitación de la calculadora científica en la visualización de la periodicidad de las fracciones periódicas puede ser una de las razones clave detrás del bajo rendimiento de los estudiantes.

Figura 3. Reactivo 9 de la meta 1.1

Meta 1.2: Interpretar el concepto de función y sus diferentes representaciones, así como su clasificación.

Indicador de logro: Modelar una situación física, ciencia o ingeniería mediante una función
En esta meta se observa el reactivo 9 (Figura 4) con un ID = 0.34, en el cual el estudiante de ingeniería enfrenta varios retos al resolver el problema del volumen de un cilindro inscrito en una esfera, incluyendo la necesidad de visualizar correctamente la disposición geométrica del cilindro dentro de la esfera, comprender las relaciones entre las dimensiones involucradas, y aplicar adecuadamente la fórmula del volumen del cilindro.

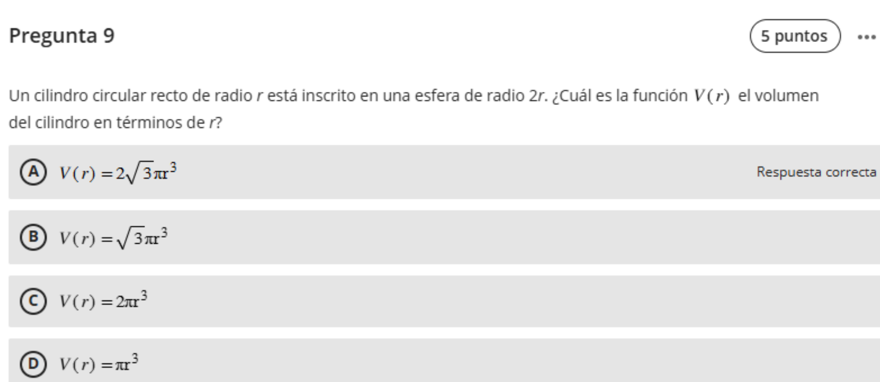


Figura 4. Reactivo 9 de la meta 1.2

Meta 1.3: Identificar las funciones algebraicas, así como interpretar los cambios a partir de la modificación de parámetros, desplazamientos, estiramientos y reflexiones.

Indicador de logro: Representar gráficamente una función por partes a partir de su representación algebraica.

En esta meta se destaca el reactivo 19 por ser el más difícil (Figura 5), cuenta con ID 0.44. La idea de representar una función utilizando varias expresiones algebraicas en diferentes intervalos puede resultar abstracta y difícil de visualizar para algunos estudiantes, los estudiantes deben entender cómo cada parte se relaciona con la siguiente y cómo se establece la continuidad. Es esencial identificar y comprender las regiones en las que cada expresión algebraica es válida, la transición entre diferentes expresiones puede ocurrir en puntos específicos o en intervalos completos. La falta de conexión directa con aplicaciones prácticas puede hacer que los estudiantes vean la graficación de funciones por partes como una tarea técnica sin relevancia, lo que dificulta la motivación para comprenderla. Relacionar funciones por partes con situaciones del mundo real puede hacer que la representación gráfica sea más comprensible, contextualizar los problemas y explicar cómo las funciones por partes se aplican en ingeniería puede mejorar la comprensión y la motivación de los estudiantes.

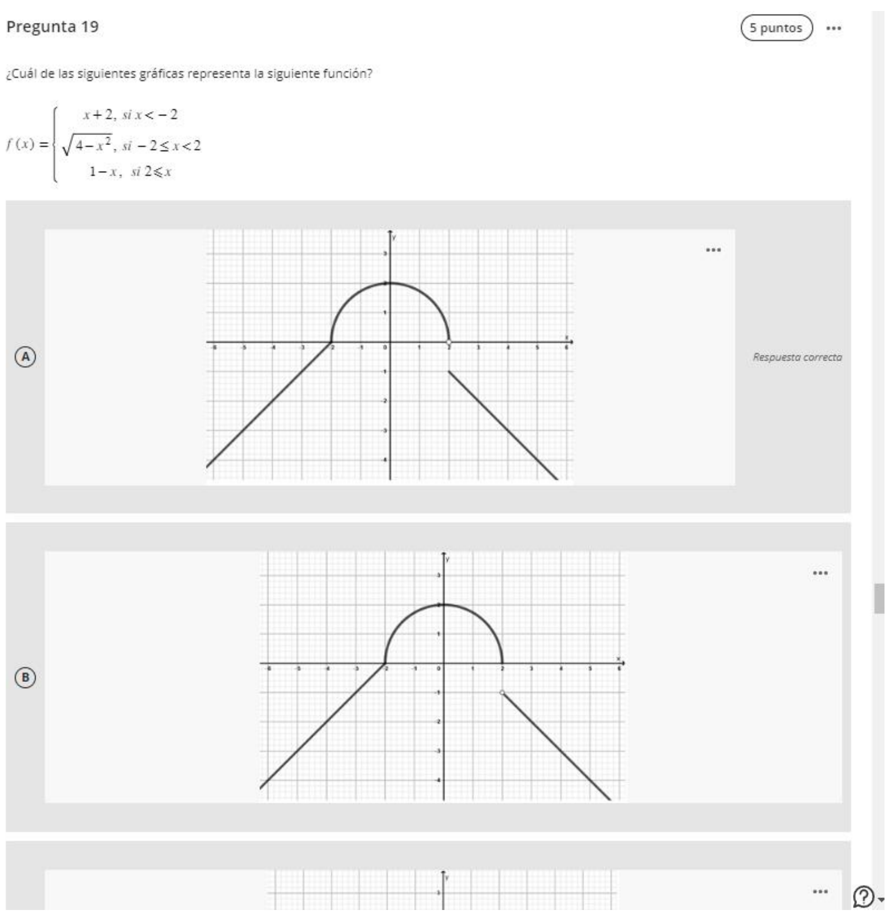


Figura 5. Reactivo 19 de la meta 1.3

Meta 1.4: Obtener las operaciones de suma, resta, multiplicación y división entre funciones, así como la composición e inversa de una función.

Indicador de logro: Determinar la inversa de una función a partir de su representación gráfica. En esta meta se ejemplifica con el reactivo 23 (Figura 6) cuyo ID = 0.44, en el cual se solicita al estudiante determinar la inversa de una función a partir de su representación gráfica, lo cual implica comprender la noción abstracta de una función inversa y cómo se relaciona con la función original. Además, identificar puntos específicos en la gráfica y entender la simetría respecto a la línea y = x requiere una comprensión de las propiedades de las funciones.

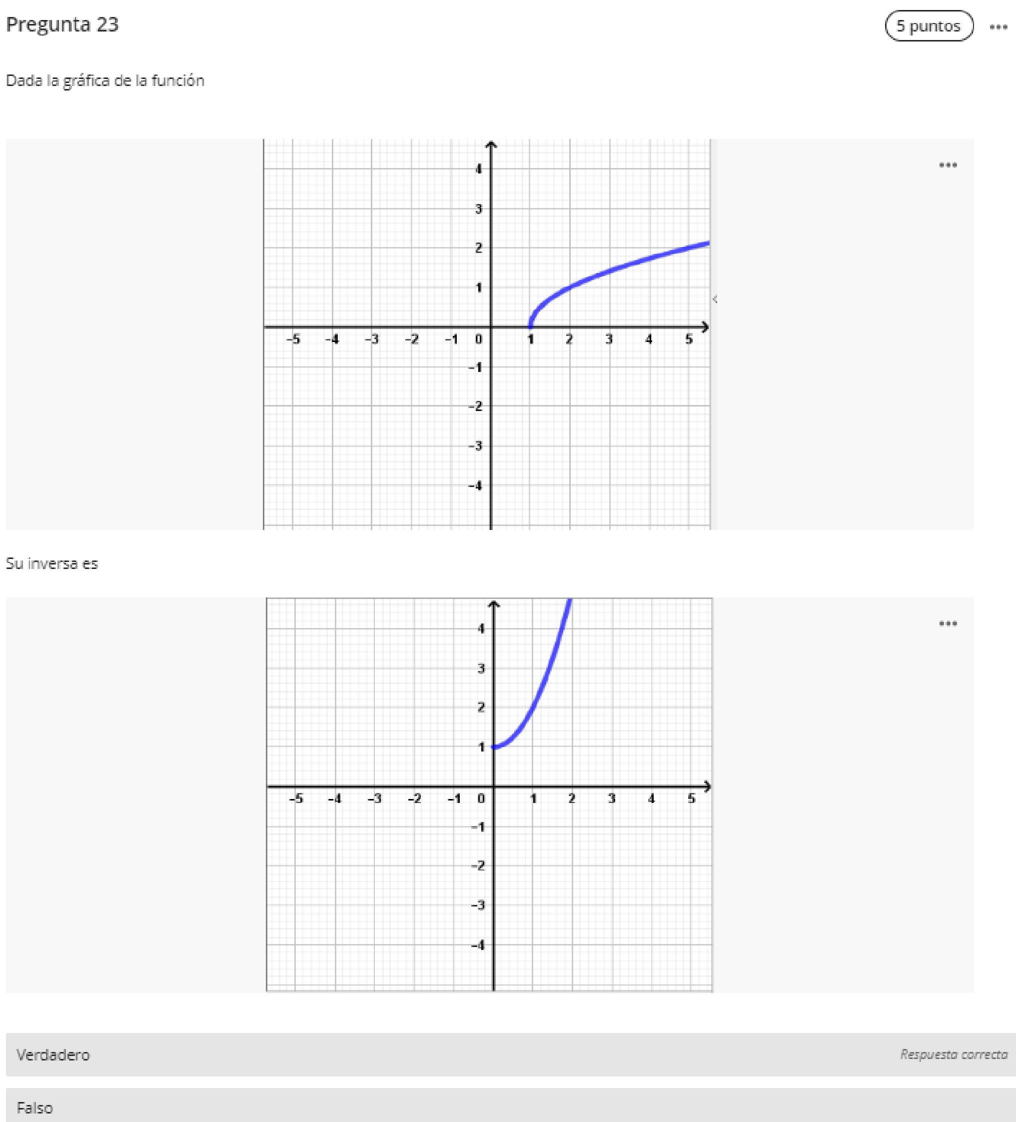


Figura 6. Reactivo 23 de la meta 1.4

Meta 1.5: Distinguir características de las funciones trascendentes como su periodo, dominio, rango, así como sus representaciones.

Indicador de logro: Determinar el rango de una función exponencial
La determinación del rango de una función exponencial implica comprender la naturaleza creciente o decreciente de las funciones exponenciales y cómo sus valores se extienden hacia el infinito positivo o negativo. En esta meta se destaca el reactivo 29 (Figura 7) con un ID de 0.46 calificado como medianamente difícil.

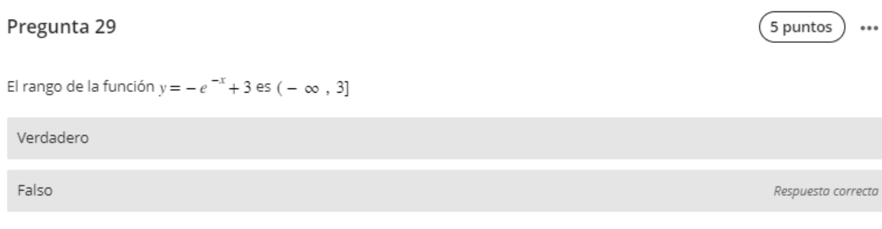


Figura 7. Reactivo 29 de la meta 1.5

Meta 2.1: Calcular límites de funciones aplicando sus propiedades algebraicas, así como identificarlos de manera gráfica y numérica.

Indicador de logro: Determinar el límite de una función por partes a partir de su representación gráfica.
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 7 (Figura 8), el cual cuenta con un ID de 0.37. Determinar el límite de una función por partes a partir de su representación gráfica implica entender y analizar cómo se comporta la función en diferentes intervalos y puntos de cambio, identificar la existencia y el valor del límite en puntos de salto o discontinuidad puede requerir un entendimiento profundo de los conceptos de límites laterales y la relación entre las distintas expresiones algebraicas que componen la función. La falta de continuidad visual en la gráfica también puede hacer que sea complicado visualizar cómo se acercan los valores de la función a un determinado punto cuando hay cambios bruscos.

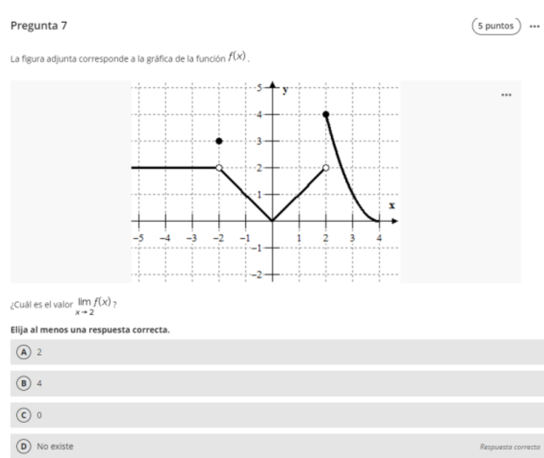
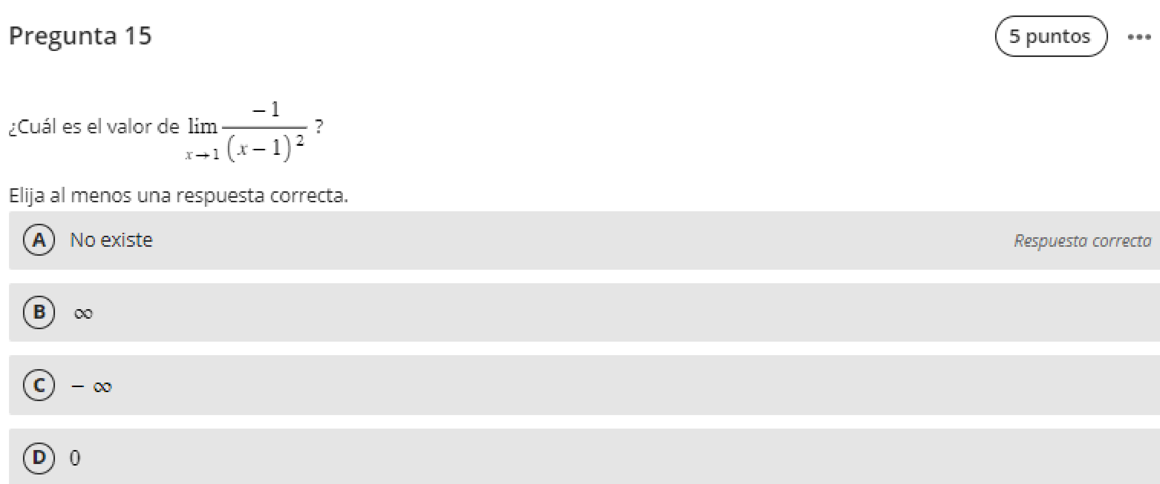


Figura 8. Reactivo 7 de la meta 2.1

Meta 2.2: Calcular los límites al infinito y límites infinitos, así como determinar su existencia o no existencia. Determinar la continuidad de una función de manera algebraica y gráfica, tanto en un punto como en un intervalo.

Indicador de logro: Calcular límites al infinito de funciones racionales
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 15 (Figura 9), el cual cuenta con un ID de 0.10. Calcular límites al infinito de funciones racionales requiere comprender el comportamiento asintótico de la función a medida que la variable se aproxima al infinito positivo o negativo. La estructura algebraica de las funciones racionales, con sus términos dominantes y la relación entre los grados de los numeradores y denominadores, influye en cómo la función se comporta en el infinito, lo anterior implica un entendimiento profundo de conceptos relacionados con límites infinitos y la comparación de tasas de crecimiento. A su vez la falta de visualización directa en la gráfica también puede dificultar la comprensión de cómo la función se acerca o se aleja de ciertos valores a medida que la variable se hace cada vez más grande en magnitud.


Pregunta 15

5 puntos

¿Cuál es el valor de $\lim_{x \to 1} \frac{-1}{(x-1)^2}$?

Elija al menos una respuesta correcta.

A No existe — *Respuesta correcto*

B ∞

C $-\infty$

D 0

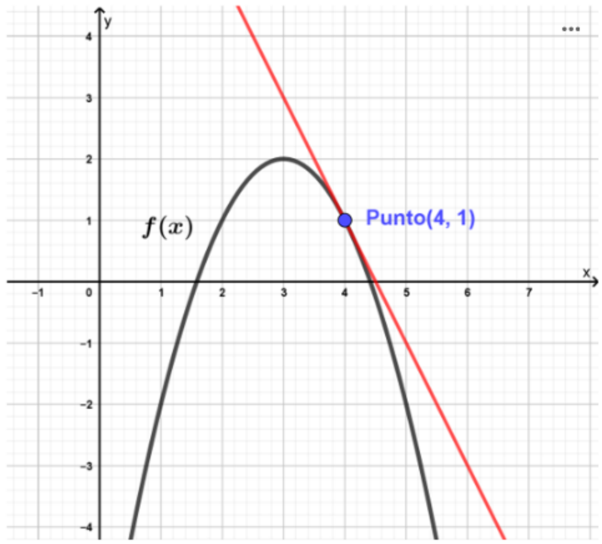
Figura 9. Reactivo 15 de la meta 2.2

Meta 2.3: Determinar la razón de cambio promedio de una función en un intervalo y la razón de cambio instantánea.

Indicador de logro: Determinar el valor de la pendiente de la recta tangente en un punto a partir de su representación gráfica.
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 12 (Figura 10), el cual cuenta con un ID de 0.46. Determinar el valor de la pendiente de la recta tangente en un punto a partir de su representación gráfica implica comprender el concepto de derivada en ese punto específico, que se define como la pendiente de la recta tangente. La dificultad radica en la necesidad de entender el cambio instantáneo en la función en ese punto. La representación gráfica puede no proporcionar una precisión numérica exacta, y los estudiantes deben formar un triángulo para establecer los cambios en x e y.

Pregunta 12 (5 puntos)

Dada la gráfica de la función $f(x)$. ¿Cuál es el valor de la pendiente de la recta tangente en el punto $(4, 1)$?



(A) $m = -2$ Respuesta correcta

(B) $m = 2$

(C) $m = \frac{1}{2}$

(D) $m = -\frac{1}{2}$

Figura 10. Reactivo 12 de la meta 2.3

Meta 3.1: Calcular la derivada de una función mediante su definición de manera gráfica y analítica.

Indicador de logro: Derivar funciones a partir de su representación gráfica.
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 9 (Figura 11), el cual cuenta con un ID de 0.44. Derivar funciones a partir de su representación gráfica implica comprender el concepto de derivada, que representa la tasa de cambio instantáneo de la función en cada punto, este concepto requiere una comprensión profunda de los límites y el cálculo de las pendientes de las tangentes a la curva en distintos puntos.

La dificultad también radica en la necesidad de visualizar cómo cambia la función en cada punto, interpretando las características específicas de la curva. La variabilidad en la forma de la curva, los puntos críticos, los máximos y mínimos locales, y las inflexiones pueden complicar el proceso de derivación.

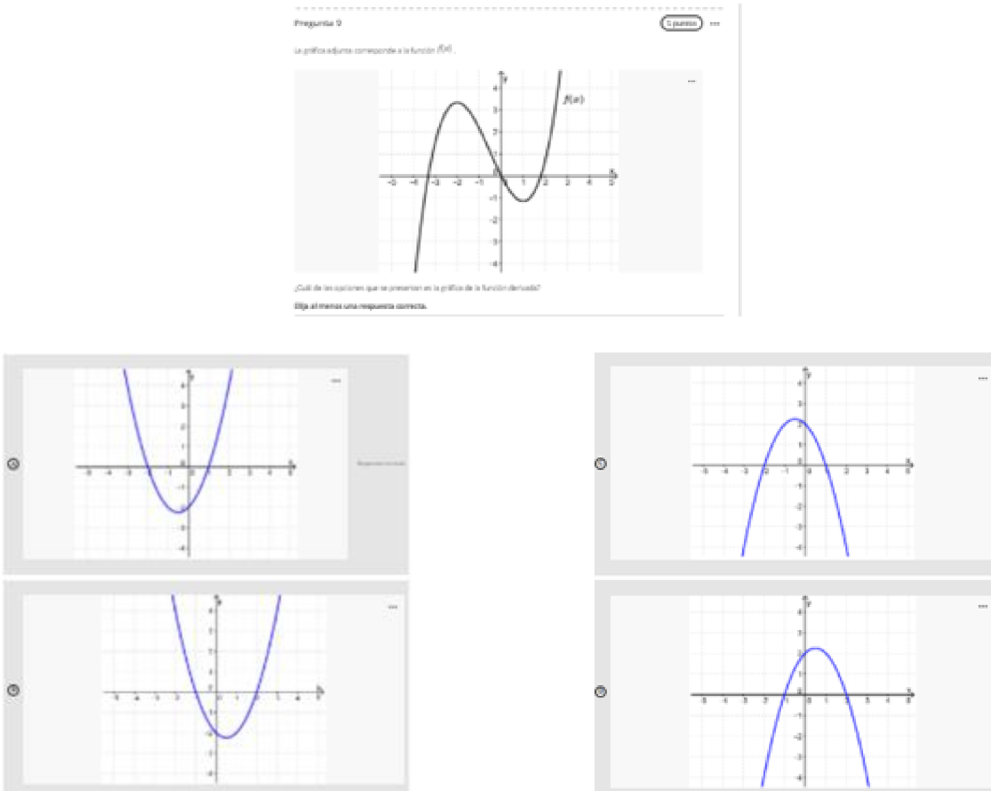


Figura 11. Reactivo 9 de la meta 3.1

Meta 3.2: Calcular la derivada de una función algebraica mediante los teoremas de derivación, además de obtener las derivadas de orden superior. Aplicar la regla de la cadena como método de derivación para funciones de mayor complejidad.

Indicador de logro: Determinar la segunda derivada de una función compuesta
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 30 (Figura 12) el cual cuenta con un ID de 0.24. La función dada es una composición de funciones que requiere el uso de la regla de la cadena para su derivación. La segunda derivada no solo implica aplicar la regla de la cadena una vez, sino que también requiere la diferenciación del resultado obtenido de la primera derivada. Este proceso puede ser complejo debido a la naturaleza de la función, y un mal manejo de las reglas de derivación durante este proceso puede introducir errores. La expresión dada para la segunda derivada incluye raíces cuadradas y fracciones dentro de otra raíz cuadrada, lo que exige habilidades sólidas en manipulación algebraica para simplificar correctamente la expresión derivada.

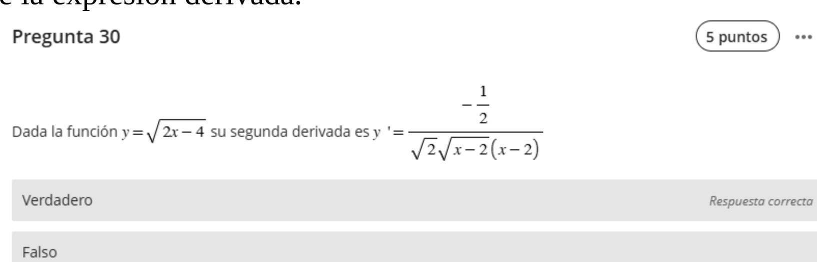
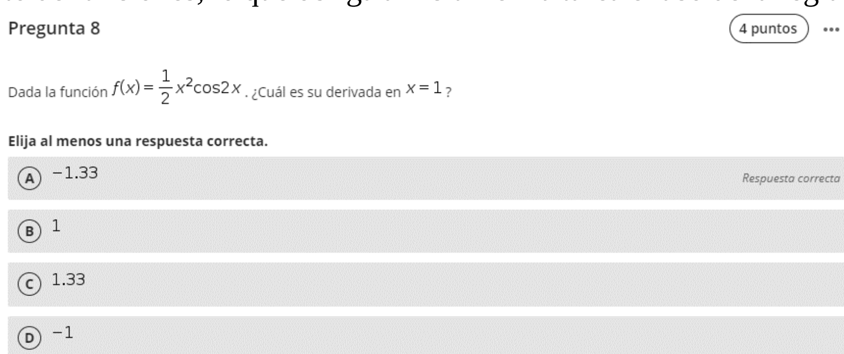


Figura 12. Reactivo 30 de la meta 3.2

Meta 3.3: Aplicar los teoremas de derivación de funciones trascendentes elementales (trigonométricas, trigonométricas inversas, exponenciales y logarítmicas).

Indicador de logro: Determinar la derivada puntual de funciones trigonométricas
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 8 (Figura 13), el cual cuenta con un ID de 0.44. Las funciones trigonométricas a menudo se presentan como parte de funciones compuestas, lo que requiere la aplicación de la regla de la cadena. Entender cómo aplicar esta regla correctamente puede ser un obstáculo, a su vez son 6 funciones trigonométricas, cada una con reglas específicas para la derivación. La derivada puntual implica la evaluación de la tasa de cambio instantánea en un punto dado, la evaluación debe realizarse con calculadora en modo radián lo cual el estudiante suele olvidar. Se agrega a la dificultad descrita el tratarse de un producto de funciones, lo que obliga a incluir en la tarea el uso de la regla del producto.


Pregunta 8 (4 puntos)

Dada la función $f(x)=\frac{1}{2}x^2\cos 2x$. ¿Cuál es su derivada en $x=1$?

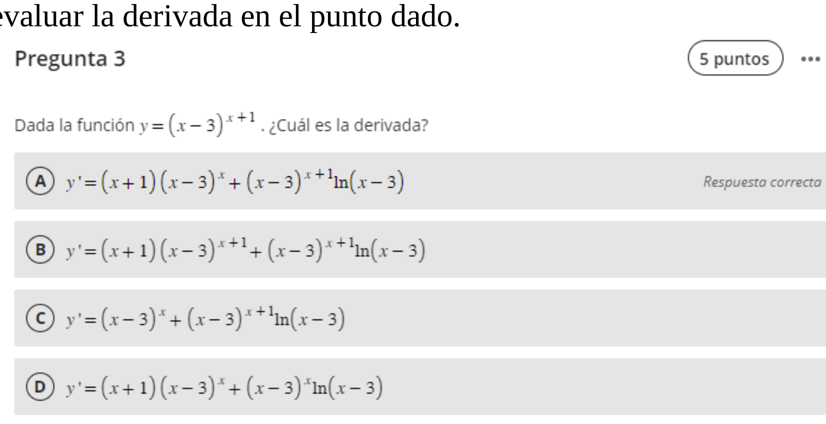
Elija al menos una respuesta correcta.

- (A) -1.33 — Respuesta correcta
- (B) 1
- (C) 1.33
- (D) -1

Figura 13. Reactivo 8 de la meta 3.3

Meta 3.4: Aplicar la derivación logarítmica y derivación implícita funciones complejas.

Indicador de logro: Determinar la derivada de funciones exponenciales
En esta meta destaca el reactivo 3 (Figura 14), el cual cuenta con un ID de 0.42, se solicita al estudiante determinar la derivada de una función compuesta. Un camino para la obtención de la derivada de una función exponencial de la forma $y=(x-3)^{(x+1)}$ es mediante la aplicación de logaritmo natural a ambos miembros de la expresión, para luego utilizar la propiedad del logaritmo de un exponente, consecuentemente derivar ambos lados de la ecuación, despejar la derivada sustituyendo el valor de y por su equivalente. Si la derivada es puntual, evaluar la derivada en el punto dado.


Pregunta 3 (5 puntos)

Dada la función $y=(x-3)^{x+1}$. ¿Cuál es la derivada?

- (A) $y'=(x+1)(x-3)^{x}+(x-3)^{x+1}\ln(x-3)$ — Respuesta correcta
- (B) $y'=(x+1)(x-3)^{x+1}+(x-3)^{x+1}\ln(x-3)$
- (C) $y'=(x-3)^{x}+(x-3)^{x+1}\ln(x-3)$
- (D) $y'=(x+1)(x-3)^{x}+(x-3)^{x}\ln(x-3)$

Figura 14. Reactivo 3 de la meta 3.4

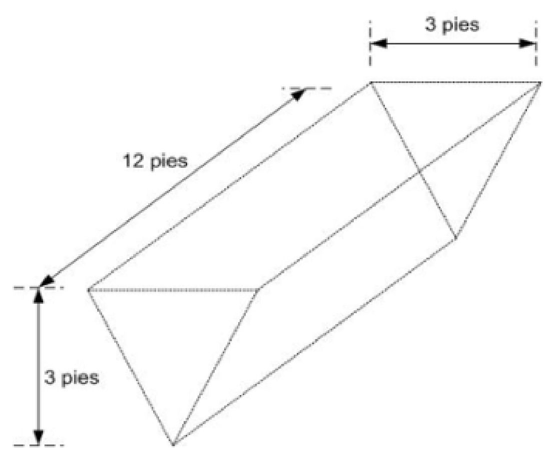
Meta 4.1: Resolver problemas de tasas de variación relacionadas.

Indicador de logro: Plantear y resolver problemas de variación: el caso del problema del depósito horizontal

En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 1 (Figura 15), el cual cuenta con un ID de 0.20. En los problemas de tasas de variación relacionadas se requiere habilidad para traducir un problema del mundo real a un modelo matemático, también es parte fundamental la identificación de las variables relevantes, establecer relaciones entre ellas y entender la información proporcionada en el contexto del problema.

Pregunta 1 8,5 puntos

La longitud de un abrevadero es de 12 pies y sus extremos tienen la forma de un triángulo isósceles invertido (ver figura contigua) que tiene una altura de 3 pies y su base mide 3 pies. Se introduce agua al abrevadero a una tasa de 2 pie cúbico por minuto . ¿Qué tan rápido sube el nivel del agua cuando ésta tiene una profundidad de 2 pie?



A) $\frac{1}{12}$ *pie por minuto* Respuesta correcta

B) $\frac{1}{6}$ *pie por minuto*

C) $\frac{1}{4}$ *pie por minuto*

D) $\frac{1}{3}$ *pie por minuto*

Figura 15. Reactivo 1 de la meta 4.1

Meta 4.2: Resolver problemas de máximos y mínimos absolutos y relativos de manera gráfica y analítica.

Indicador de logro: Determinar la coordenada del máximo y/o mínimo absoluto de una función a partir de su representación gráfica.
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 5 (Figura 16), el cual cuenta con un ID de 0.50. Los estudiantes pueden no tener una comprensión sólida de los conceptos de puntos críticos y extremos absolutos. La distinción entre un punto crítico y un extremo absoluto puede resultar borrosa si no se comprende completamente la relación entre la derivada de la función y la existencia de máximos o mínimos locales. Las funciones cúbicas pueden tener múltiples puntos críticos y cambios en la concavidad, lo que dificulta la identificación de extremos absolutos. La presencia de puntos de inflexión y cambios en la concavidad puede confundir a los estudiantes sobre cuáles puntos son verdaderos máximos o mínimos. Los estudiantes pueden confundir puntos críticos que no son extremos absolutos con aquellos que representan extremos absolutos debido a la complejidad de la forma de la curva. En casos de extremos absolutos en intervalos cerrados, los estudiantes también deben considerar los valores en los extremos del intervalo. La omisión de este paso puede llevar a la identificación incorrecta de extremos absolutos.

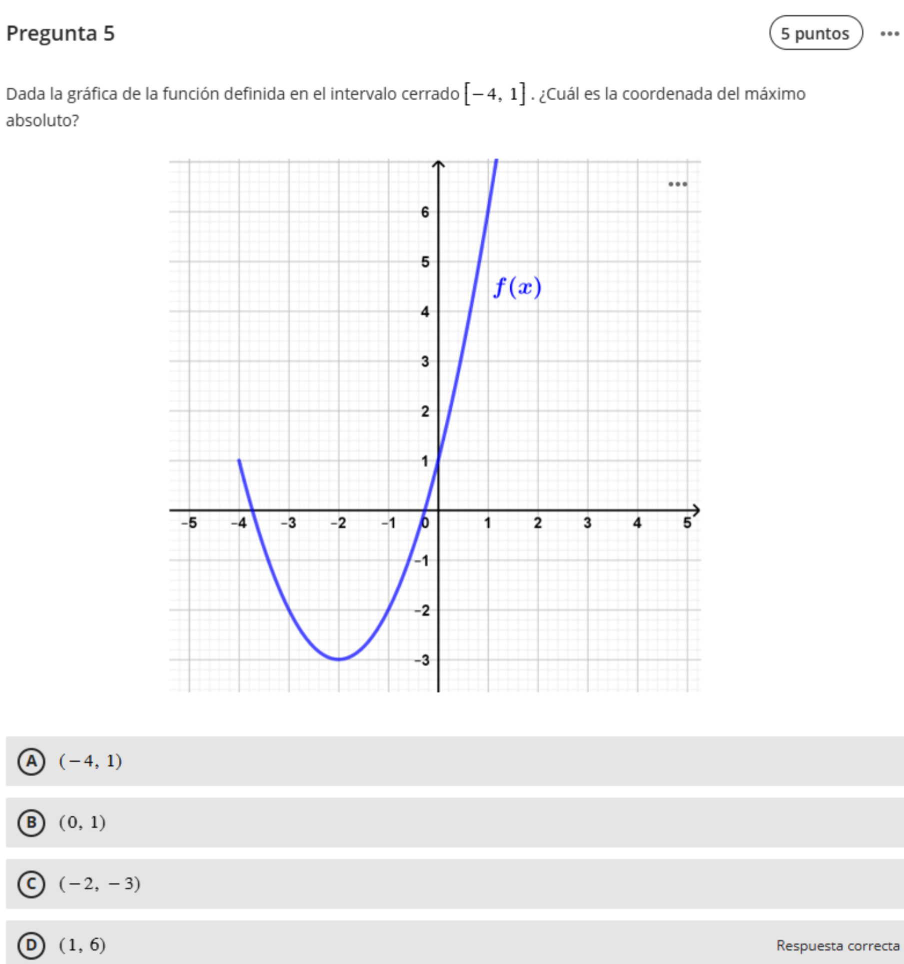


Figura 16. Reactivo 5 de la meta 4.2

Meta 4.3: Resolver problemas de crecimiento y decrecimiento de una función, concavidad y puntos de inflexión por medio del criterio de la primera y segunda derivada.

Indicador de logro: Determinar la condición creciente o decreciente de una función a partir de su expresión algebraica
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 20 (Figura 17), el cual cuenta con un ID de 0.44 y se solicita al estudiante determinar la condición decreciente de una función cúbica. Determinar si una función es creciente o decreciente en un intervalo específico requiere comprensión de cómo la derivada de la función se relaciona con su comportamiento. Los estudiantes deben recordar que una función es decreciente en un intervalo si su derivada es negativa en ese intervalo.

Pregunta 20 | 5 puntos

La función $y = x^3 - 4x$ es decreciente en el intervalo $(-\infty\ ,\ 0)$

- Verdadero
- Falso — *Respuesta correcta*

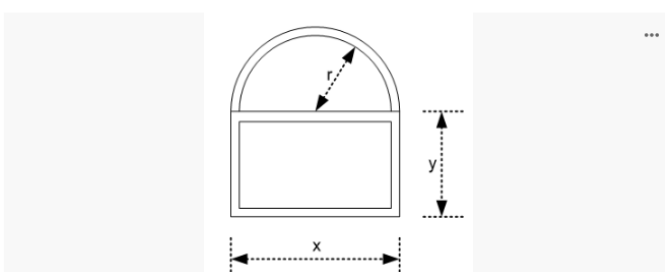
Figura 17. Reactivo 5 de la meta 4.3

Meta 4.4 Resolver problemas de optimización a partir de situaciones prácticas.

Indicador de logro: Plantear y resolver problemas de optimización: el caso de la ventana tipo norman.
En esta meta se destaca por su dificultad el reactivo 20 (Figura 18), el cual cuenta con un ID de 0.33.

Pregunta 20 | 5 puntos

Una ventana Norman tiene el contorno de una semicircunferencia en la parte superior de un rectángulo, como se muestra en la figura. Suponga que se dispone de 10 pies de moldura de madera. Analice por qué un diseñador de ventanas querría maximizar el área de la ventana. ¿Cuál es el valor de la medida x que maximiza el área de la ventana?



- A 2.50 pies — *Respuesta correcta*
- B 2.25 pies
- C 2.85 pies
- D 2.75 pies

Figura 18. Reactivo 20 de la meta 4.4

Al abordar problemas de optimización, es esencial identificar las variables clave y asignarles letras representativas. Se debe desarrollar una expresión matemática que describa la cantidad a optimizar en función de estas variables definidas. Además, es fundamental identificar y formular las restricciones que rigen el problema, representadas por ecuaciones o desigualdades que delimitan el rango de valores permitidos para las variables. Posteriormente, se calcula la primera derivada de la función objetivo respecto a las variables relevantes. Se iguala esta función derivada a cero y se resuelve la ecuación resultante que permite hallar los valores críticos. Para validar si estos puntos críticos representan máximos o mínimos relativos, se evalúan en la segunda derivada. Se observa en la práctica que puede ser complicado para los estudiantes identificar correctamente las variables y establecer restricciones precisas basadas en la descripción del problema, así como también relacionar la solución matemática con la interpretación del problema en el mundo real. Aunado a las dificultades mencionadas también se debe garantizar la coherencia en las unidades y dimensiones de las variables y la función objetivo, lo cual puede resultar un desafío adicional para los estudiantes.

5. Conclusiones

La concepción, implementación y evaluación del Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) Funciones y Derivadas demanda una inversión considerable en términos económicos, administrativos y académicos. No obstante, los análisis realizados hasta el momento resaltan aspectos de impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes en Cálculo Integral.

La participación en actividades específicas del AVA muestra un impacto diferenciado en el rendimiento, resaltando la importancia de identificar y fortalecer áreas específicas de los módulos. La participación activa en el AVA se asocia no solo con el éxito académico, sino también con una mayor probabilidad de acreditar Cálculo Integral, subrayando su influencia en el desempeño estudiantil.

La implementación de créditos optativos ha demostrado ser un incentivo efectivo para la participación, indicando que estrategias similares podrían mantener e incluso incrementar la implicación estudiantil. La tendencia positiva en los índices de dificultad a lo largo de los semestres sugiere una mejora continua en la capacidad de los estudiantes para abordar los desafíos del AVA, señalando adaptación y progreso a lo largo del tiempo.

Hay una correlación positiva significativa entre las calificaciones obtenidas en el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) y las calificaciones finales en Cálculo Integral. Un mejor desempeño en el AVA durante el primer mes se asocia con un mayor rendimiento en Cálculo Integral al final del semestre. Aunque la correlación de 0.601 es positiva, no es perfecta, lo que sugiere que otros factores también influyen en el rendimiento final.

Estos resultados destacan la importancia de los entornos de aprendizaje virtual como una herramienta que puede contribuir al éxito académico en asignaturas clave como Cálculo Integral. Optimizar estos entornos podría mejorar los resultados en estas materias.

6. Referencias bibliográficas

Agudelo, M. (2009). Importancia del diseño instruccional en ambientes virtuales de aprendizaje. En J. Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa, 5, 118 – 127, Santiago de Chile.

Betegón, L., Fossas, M., Martínez, E. y Ramos, M. (2012). Entornos virtuales como apoyo a la docencia universitaria presencial: utilidad de Moodle. Anuario Jurídico y Económico Escurialense, XLIII, 273-302.

Brioli, C. y Garcial, I. (2011). Referente teórico y metodológico para el diseño instruccional de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA). Docencia universitaria, XII (2), 71-99.

Bruner, J. S. (1969). Hacia una teoría de la instrucción. México: Uthea.

Carbonero, M. A. y Navarro, J. C. (2006). Entrenamiento de alumnos de educación superior en estrategias de aprendizaje en matemáticas. Psicothema, 18 (3), 348-352.

Coll, C. y Monereo, C. (2008). Psicología de la educación virtual. Madrid: Ediciones Morata, S. L.

Colomé, D. (2019). Objetos de aprendizaje y recursos educativos abiertos en educación superior. Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa, (69), 89-101. https://doi.org/10.21556/edutec.2019.69.1221

Contreras Niño, Luis Ángel (2000), Desarrollo y pilotaje de un examen de español para la educación primaria en Baja California, Tesis de Maestría, Ensenada, Universidad Autónoma de Baja California.

Contreras Niño, Luis Ángel y Eduardo Backhoff Escudero (2004), "Metodología para elaborar exámenes criteriales alineados al currículo", en Sandra Castañeda Figueiras (ed.), Educación, aprendizaje y cognición, teoría en la práctica, México, Manual Moderno, pp. 298-323.

Córica, J. L., Portalupi, C., Hernández, M. L. y Bruno, A. (2010). Fundamentos de diseño de materiales para educación a distancia. 1ª edición, Editorial Virtual Argentina, Mendoza, Argentina.

Chiappe, A. (2008). Diseño instruccional: oficio, fase y proceso. Educación y Educadores, 11(2), 229-239.

Dillenbourg, P., Schneider, D. y Synteta, P. (2002). Virtual Learning Environments. Proccedings of the 3rd Hellenic Conference "Information & Communication Technologies in Education", 3-18.

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. (2021). Plan de desarrollo 2020-2024. Mexicali, B.C., México.

Guàrdia, L. y Sangrà, A. (2005). Diseño instruccional y objetos de aprendizaje; hacia un modelo para el diseño de actividades de evaluación del aprendizaje on-line. RED. Revista de Educación a Distancia, 4, 1-14. Recuperado de: https://www.um.es/ead/red/M4/guardia17.pdf

López, R. (2005). Deficiencias en matemáticas que afectan el aprendizaje del cálculo diferencial en estudiantes de Ingeniería de una universidad privada (Tesis de Maestría). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

Nitko, Anthony J. (1994), A Model for Developing Curriculum-Driven Criterion-Referenced and Norm-Referenced National Examinations for Certification and Selection of Students, Conferencia Internacional sobre Evaluación y Medición Educativas, Pretoria, Asociación para el Estudio de la Evaluación Educativa en Sudáfrica (ASSESA), julio de 1994.

Osuna, F. y Abarca, F. (2013). Los nuevos roles en entornos educativos extendidos en red. La experiencia de diseño de un entorno virtual de aprendizaje en educación superior. Revista de Docencia Universitaria, 11(2).

Pastran, M.; Olivera, N. A. y Cervantes, D. (2020). En tiempos de coronavirus: las TIC´s son una buena alternativa para la educación remota. Revista Redipe, 9(8), 158-65. Recuperado de: https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1048

Pineda, G. (2008). Análisis de los factores que inciden en la reprobación en los alumnos de la carrera de Ingneiero Bioquímico de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, enero 2008. Recuperado de: https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4240/1/ANALISISFACTORES.pdf

Popham, W. James (1990), Modern Educational Measurement: A practitioner's perspective, Boston, Allyn and Bacon.

Riego, M. A. (2013). Factores académicos que explican la reprobación en cálculo diferencial. Conciencia Tecnológica, 46, julio-diciembre, 29-35. Recuperado de: https://www.redalyc.org/pdf/944/94429298006.pdf

Romero, A.; Vázquez, M.; Baltazar, N.; García, M.; Sandoval, R. y López, F. (2014). Modelo pedagógico para el asesoramiento académico en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Autónoma del Estado de México. Apertura, 6(2), 1-15. Recuperado de: http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/548

Ruiz, E. F., Carmona, E. A. y Montiel, A. S. (2016). Importancia del cálculo en el desarrollo académico del ingeniero. Pistas Educativas, 120, noviembre de 2016, 402-420.

Sells, L. W. (1973). High School Mathematics as the Critical Filter in the Job Market

Umaña, A. C. (2009). Consideraciones pedagógicas para el diseño instruccional constructivista. Innovaciones Educativas, 11(16), 1-18.

Valenzuela, B. D.; Fragoso, O. G.; Santaolaya, R. & Muñoz, J. (2017). Educational resources as learning Web services, an alternative point of view to learning objects. IEEE Latin America Transactions, 15(4), 711-719. http://doi.org/10.1109/TLA.2017.7896399.

Zúñiga, L. (2007). El cálculo en carreras de ingeniería: un estudio cognitivo. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 10(1), 145-175.