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

Adjunto encontrará el reporte técnico del Ambiente Virtual de Aprendizaje Fundamentos Matemáticos, mismo que fue diseñado e implementado del 21 agosto al 25 de septiembre 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 Fundamentos Matemáticos

Mexicali, Baja California, 16 de febrero 2024

RECIBIDO
16 FEB 2024
U.A.B.C. DIRECCIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
MEXICALI

Reporte Técnico AVA Fundamentos Matemáticos

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. Febrero 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 diferencial 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 diferencial, cálculo integral y 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 2023-2 con la participación de 671 (77%) estudiantes de un total de 866 alumnos inscritos oficialmente en el curso de cálculo integral. La media de las calificaciones es 74.50 ± 24.40 (media ± desviación estándar). Se han identificado pruebas contundentes que señalan las áreas en las que los estudiantes enfrentaron mayores obstáculos durante la resolución de los sondeos. Estas áreas incluyen la clasificación de números reales, la identificación de la propiedad aplicada en la realización de operaciones, el reconocimiento de polinomios y su respectivo grado, la ejecución de operaciones con polinomios, la factorización de polinomios utilizando un término común, la simplificación de expresiones racionales, la determinación del mínimo común denominador en un conjunto de expresiones racionales y la realización de operaciones con dichas expresiones racionales. Estos hallazgos subrayan las necesidades específicas de apoyo y refuerzo en el aprendizaje matemático de los estudiantes, enfatizando la importancia de desarrollar estrategias pedagógicas dirigidas a mejorar su comprensión y habilidades en estas áreas críticas.

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 Ambiente Virtual de Aprendizaje para la asignatura de Cálculo Diferencial llamado Fundamentos Matemáticos 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 Fundamentos Matemáticos son los siguientes.

- Evaluar y presentar un análisis detallado del rendimiento académico de los estudiantes en el AVA fundamentos Matemáticos.
- 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 Diferencial, se les extiende una cordial invitación para participar de manera voluntaria en el AVA fundamentos Matemáticos. 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 Diferencial. Los profesores de Cálculo diferencial 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 Fundamentos Matemáticos 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 requeridos para el 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 2023-2. Además, se presenta la población estudiantil involucrada y el procedimiento para evaluar su desempeño en el AVA fundamentos Matemáticos.

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 requeridos para 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 6 unidades y 17 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 Fundamentos Matemáticos. 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 de este semestre 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 Fundamentos Matemáticos fuera igual o superior a 80. El AVA se implementó en el periodo comprendido del 21 agosto al 25 de septiembre del año en curso. Un total de 866 estudiantes quedaron registrados en el AVA Fundamentos Matemáticos, logrando una participación parcial o total en las actividades de 671 (77%) 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 inicial de 254 ítems para incorporarlos en las encuestas asociadas a cada una de las 17 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 Fundamentos Matemáticos durante el ciclo 2023-2 y los tópicos con mayor dificultad.

4.1 Resultados y discusión de la información obtenida en el AVA 2023-2

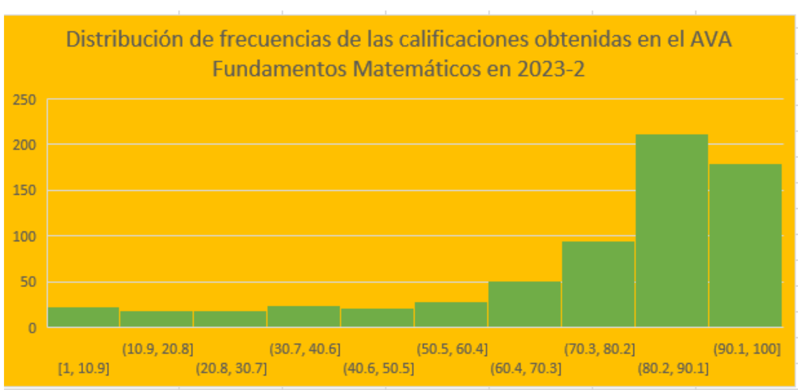
El AVA se ofertó mediante la plataforma Blackboard del 21 de agosto al 25 de septiembre de 2023 a todos los alumnos inscritos en la unidad de aprendizaje de cálculo diferencial durante el ciclo escolar 2023-2. De los 866 alumnos inscritos 671 (77%) participaron total o parcialmente. Los estadísticos principales (Tabla 1) se presentan a continuación.

Tabla 1. Estadísticos correspondientes al ciclo 2023-2

Media	74.50
Mediana	84
Moda	88
Varianza	596
Desviación estándar	24.40
Rango	99
Mínimo	1
Máximo	100
Cuartil 25%	69
Cuartil 50%	84
Cuartil 75%	91
Asimetría	-1.500
Curtosis	1.351

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 2023-2.



A continuación (Tabla 2), los índices promedio de dificultad del AVA Fundamentos Matemáticos.

Tabla 2. Comparativo de los índices promedio de dificultad de cada una de las metas 2023-2.

Meta	2023-2
1.1	0.78
1.2	0.69
1.3	0.82
2.1	0.80
2.2	0.85
2.3	0.84
3.1	0.72
3.2	0.70
3.3	0.90
4.1	0.88
4.2	0.66
4.3	0.79
5.1	0.93
5.2	0.72
5.3	0.87
6.1	0.79
6.2	0.78
Media	0.80

4.2 Análisis de reactivos con mayor dificultad

A continuación, se presentan indicadores de logro y sus respectivos índices de dificultad promedio (ID) que asocian a varios reactivos en cada uno de los sondeos, así como también reactivos tipo de cada meta (1 o 2 reactivos) de los sondeos del AVA Fundamentos Matemáticos con ID menor a 0.6, 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: Definir conjuntos en sus diferentes formas de representación.

En esta meta se detectaron dos indicadores con índice menor a 0.6. Particularmente cuando se trata de la determinación de la notación de conjunto por comprensión y la definición de conceptos asociados a conjuntos. Se presentan los reactivos 5 y 12 con índices de dificultad de 0.51 y 0.53.

Indicador de logro	**ID**
Determinar la notación de conjunto por comprensión	0.51
Definir conceptos asociados a conjuntos	0.53

Pregunta 5 (10 puntos)

¿Cuál es la notación de conjunto por comprensión para expresar los números pares positivos mayores que 2 y menores que 12?

- (A) $A = \{x | x = 2n,\ para\ n = 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
- (B) $A = \{x | x = 2n,\ para\ n = 2, 3, 4, 5, 6\}$
- (C) $A = \{x | x = 2n,\ para\ n = 1, 2, 3, 4, 5\}$
- (D) $A = \{x | x = 2n,\ para\ n = 2, 3, 4, 5\}$ Respuesta correcta

En este caso se puede anotar que para la determinación de la notación de conjunto por comprensión se requiere establecer una regla efectiva la cual a menudo implica identificar patrones o relaciones entre los elementos del conjunto, esto puede exigir habilidades de análisis y deducción por parte de los estudiantes, así como la capacidad para ver más allá de los casos individuales y reconocer tendencias más amplias. Además, la incorporación de operadores como "mayor que" o "mayor o igual que" en la notación de conjunto por comprensión puede aumentar la dificultad al introducir mayor complejidad conceptual, sintáctica y de abstracción, así como una mayor necesidad de precisión en la definición del conjunto. Los estudiantes deben ser capaces de expresar la regla de manera concisa y sin ambigüedades, asegurándose de que todas las condiciones y restricciones necesarias estén incluidas. En el reactivo 12 se deja ver la falta de manipulación de los términos utilizados en el área de los conjuntos como lo son observación, elemento entre otros.

Pregunta 12 (10 puntos)

¿Cómo se le llama a cualquier registro de información ya sea numérica o categórica?

- (A) Conjunto
- (B) Observación Respuesta correcta
- (C) Elemento
- (D) Experimento

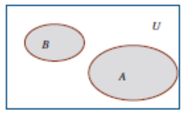
Meta 1.2: Realizar operaciones con conjuntos

Indicador de logro	**ID**
Hacer operaciones con conjuntos	0.50

La operación de intersección de conjuntos se representa gráficamente como la región común a ambos conjuntos en un diagrama de Venn, algunos estudiantes pueden tener dificultades para visualizar esta intersección y entender cómo se superponen los conjuntos. El reactivo 5 es ejemplo representativo y cuenta con índice de dificultad de 0.50.

Pregunta 5 (10 puntos)

De acuerdo a la situación gráfica que se presenta



Se puede negar que $A \cap B = \{ \varnothing \}$

- Verdadero
- Falso — *Respuesta correcta*

De manera adicional se expone el reactivo 7 con igual índice de dificultad, la intersección entre el espacio muestral y un subconjunto implica encontrar los elementos comunes a ambos conjuntos. Los estudiantes pueden no tener una comprensión completa del concepto de espacio muestral y subconjuntos. Si no entienden claramente estos conceptos fundamentales de teoría de conjuntos, tendrán dificultades para aplicar correctamente la intersección entre ellos.

Pregunta 7 (10 puntos)

Sea el espacio muestra $S = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8\}$ y el conjunto $A = \{3, 4, 5, 6\}$.
¿Cuál es el resultado de la operación $A \cap S$?

- (A) A — Respuesta correcta
- (B) A'
- (C) S
- (D) $\varnothing$

Meta 1.3: Clasificar los números reales.

Indicador de logro	**ID**
Clasificar números reales	0.39

En esta meta se destaca el reactivo 9 que causa una importante dificultad a los estudiantes, el ID de 0.39 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 al clasificar incorrectamente el número $\frac{1}{19}$ como infinito no periódico o irracional, a pesar de que por definición es racional y consecuentemente finito o infinito periódico.

Pregunta 9 — 5 puntos

El número $\frac{1}{19}$ es infinito periódico

- Verdadero — *Respuesta correcta*
- Falso

Meta 2.1: Hacer operaciones de suma, resta, multiplicación y división con números reales.

Indicador de logro	**ID**
Identificar la propiedad utilizada en la ejecución de operaciones	0.45

En el caso de la identificación de la propiedad utilizada en la ejecución de operaciones (reactivo 4) puede ser que los estudiantes no tienen una comprensión sólida de las propiedades de las operaciones numéricas, es probable que simplemente apliquen reglas o algoritmos aprendidos sin entender por qué funcionan esas reglas, en este caso, pueden estar mecanizando las operaciones sin realmente pensar en las propiedades subyacentes.

Pregunta 4 — 10 puntos

En el caso de la operación $(6+8)\,1=6+8$
¿Cuál es la propiedad utilizada?

- (A) Conmutativa
- (B) Asociativa
- (C) Cerrada
- (D) Identidad — Respuesta correcta

Meta 2.2: Eliminar símbolos de agrupación.

Indicador de logro	**ID**
Eliminar símbolos de agrupación	0.80

Los estudiantes que simplifican expresiones algebraicas de manera efectiva (8 de cada 10) comprenden la importancia de seguir la jerarquía de operaciones, esto significa que resuelven primero las operaciones interiores y avanzan gradualmente a las exteriores, además de respetar las reglas de los signos. El reactivo 10 es representativo de este indicador de logro.

Pregunta 10 (10 puntos)

¿Cuál es el resultado de simplificar la expresión $y-2(y-2[y-2])+2y(y-1))$?

- (A) $2y^2+y-8$ — Respuesta correcta
- (B) $2y^2+y+8$
- (C) $2y^2-y-8$
- (D) $-2y^2+y-8$

Meta 2.3: Realizar operaciones con exponentes y radicales.

Indicador de logro	**ID**
Hacer operaciones con radicales	0.66
Hacer operaciones con fracciones	0.68

Los estudiantes pueden sentirse confundidos sobre cómo manejar números negativos en el contexto de las raíces cúbicas o impares y percatarse o no que la raíz cúbica de un número negativo resultará en un número negativo y no un imaginario como ocurre con la raíz cuadrada.

Pregunta 8 (10 puntos)

El resultado de la expresión $\sqrt[3]{-125}$ es imaginario

- Verdadero
- Falso — *Respuesta correcta*

Los estudiantes pueden no estar completamente familiarizados con las propiedades de las potencias, como el hecho de que cualquier número elevado a cero es igual a 1, excepto cero elevado a la cero, cuyo valor es indeterminado. El reactivo 5 es representativo de este caso con un índice de dificultad de 0.68.

Pregunta 5 (10 puntos)

El resultado de la expresión $\frac{0^1}{1^0}$ es indeterminado

- Verdadero
- Falso — *Respuesta correcta*

Meta 3.1: Expresar monomios y polinomios

Indicador de logro	ID
Identificar polinomios y su grado	0.46

Como ejemplo de reactivos representativos en esta meta y con mayor dificultad se presentan los reactivos 12 y 2, con índices de dificultad de 0.46 y 0.54 respectivamente. En este caso se presume que los estudiantes pueden tener dificultades para comprender qué es un polinomio y qué lo distingue de otras expresiones algebraicas, como las fracciones algebraicas, las expresiones con raíces o los términos con exponentes negativos.

Pregunta 12 — 10 puntos

La expresión algebraica $2+7x-5x^2+3x^3-4x^{-2}$ es un polinomio de grado 3

Verdadero

Falso — *Respuesta correcta*

Pregunta 2 — 10 puntos

¿Cuál de las siguientes expresiones algebraicas no es un polinomio?

(A) x^3-2x+1

(B) $x^4-\frac{1}{x^3}+3x+8$ — Respuesta correcta

(C) $-\sqrt{3}x^5-x^3-5x+3$

(D) $-\sqrt{7}x^4-\frac{1}{2}x^3-6x+3$

Meta 3.2: Hacer operaciones con polinomios

Indicador de logro	ID
Hacer operaciones con polinomios	0.51

El reactivo 8 con un índice de dificultad de 0.51 es representante de esta meta, puede ocurrir que los estudiantes no estén totalmente familiarizados o no recuerden el proceso paso a paso de dividir polinomios, especialmente cuando el divisor es un binomio, los estudiantes pueden tener dificultades para identificar correctamente el término líder del divisor para realizar la división larga de manera precisa, durante el proceso de división de polinomios, los estudiantes deben realizar operaciones aritméticas, como multiplicaciones y restas, de manera precisa y cuidadosa, errores en estas operaciones pueden llevar a determinar un residuo incorrecto.

Pregunta 8 | 10 puntos

Dados los polinomios $P_1(x) = 2x^3 - 4x^2 + 6x$ y $P_2(x) = 2x + 1$

¿Cuál es el residuo de la división $\frac{P_1(x)}{P_2(x)}$?

- (A) $\frac{17}{4}$
- (B) $-\frac{17}{4}$ Respuesta correcta
- (C) $-\frac{17}{2}$
- (D) $\frac{17}{2}$

Meta 3.3: Desarrollar productos notables.

Indicador de logro	**ID**
Determinar el producto de polinomios	0.84

El reactivo 15 cuenta con una dificultad de 0.84. Los estudiantes evidenciaron el uso adecuado de la propiedad distributiva, la multiplicación de polinomios y las reglas de los exponentes, de igual manera pudieron haber utilizado correctamente la regla del producto notable llamada cubo de un binomio.

Pregunta 15 | 10 puntos

¿Cuál es el producto de las siguientes expresiones $(2x-3)\,(2x-3)\,(2x-3)$?

- (A) $8x^3 + 36x^2 + 54x - 27$
- (B) $8x^3 - 36x^2 - 54x - 27$
- (C) $8x^3 - 36x^2 + 54x + 27$
- (D) $8x^3 - 36x^2 + 54x - 27$ Respuesta correcta

Meta 4.1: Factorizar polinomios

Indicador de logro	**ID**
Factorizar polinomios mediante término común	0.52

Identificar el factor común correcto requiere comprender completamente la estructura de la expresión y reconocer qué término o términos son comunes a todos los términos de la expresión. A veces, puede ser difícil discernir el factor común cuando los términos son complicados o la expresión es larga. En este caso se tiene como reactivo muestra el 15 con un índice de dificultad de 0.52.

Pregunta 15 — 10 puntos

Al factorizar la expresión algebraica $4x^2+x^3-8x^3-x^2$ el resultado es $-x^2(7x-3)$

Verdadero — *Respuesta correcta*

Falso

Meta 4.2: Definir expresiones racionales.

Indicador de logro	**ID**
Simplificar expresiones racionales	0.26
Determinar el mínimo común denominador de un conjunto de expresiones racionales	0.31

Para simplificar expresiones algebraicas racionales que involucran polinomios, los estudiantes de ingeniería pueden seguir una serie de acciones concretas, identificar el grado de los polinomios, factorizar los polinomios por alguna de las técnicas conocidas como diferencia de cuadrados, diferencia de cubos, suma de cubos, factor común o agrupación, con lo anterior es posible cancelar términos comunes y simplificar, de manera que la expresión algebraica quede en su forma más simple. Como ejemplo de reactivo representativo de este indicador se presenta el 5 con un índice de dificultad de 0.26.

Pregunta 5 — 10 puntos

¿Cuál es el resultado de simplificar la expresión racional $\frac{12+x-x^2}{x^2-2x-8}$?

A. $\frac{x-3}{x+2}$

B. $\frac{-x-3}{x+2}$ — Respuesta correcta

C. $\frac{-x+3}{x+2}$

D. $\frac{-x-3}{x-2}$

En esta meta también se cuenta con el reactivo 9, ya que presenta un índice de dificultad de 0.31, en este reactivo se solicita al estudiante la determinación del mínimo común denominador. Para determinar el mínimo común divisor se requiere de la factorización de polinomios de segundo y tercer orden que se ubiquen en los denominadores de cada expresión racional, los estudiantes deben determinar cuál es el menor número de veces que aparece cada factor común en los polinomios para asegurarse de que el mínimo común divisor contenga cada factor solo una vez. Si la expresión contiene múltiples polinomios y términos, la complejidad general del problema puede aumentar, lo que dificulta el proceso de determinación del mínimo común divisor.

Pregunta 9 — 10 puntos

¿Cuál es el mínimo común denominador de las expresiones racionales que se presentan a continuación?

$$\frac{1}{x^2+x},\quad \frac{x}{x^2+2x+1},\quad \frac{3}{x^2-1}$$

A) $(x^2-1)(x^2+x)$ — Respuesta correcta

B) $(x^2-1)(x^2+1)$

C) $(x^2-1)(x^2+2x+1)$

D) $(x^2+x)(x^2+2x+1)$

Meta 4.3: Hacer operaciones con expresiones racionales.

Indicador de logro	**ID**
Hacer operaciones con expresiones racionales	0.18

En esta meta se destaca por su dificultad (0.18) el reactivo 10, en el cual se solicita al estudiante hacer operaciones con expresiones racionales. Los estudiantes pueden tener dificultades para identificar los factores comunes y determinar cómo simplificar la expresión antes de realizar la división. Aunque la división de fracciones algebraicas sigue las mismas reglas que la división de fracciones numéricas, algunos estudiantes pueden tener dificultades para aplicar correctamente estas reglas en el contexto de expresiones algebraicas más complejas, como ocurre con este reactivo.

Pregunta 10 — 10 puntos

¿Cuál es el resultado de realizar la operación que se indica?

$$\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{2}\right)\div\left(\frac{1}{x}-\frac{1}{2}\right)$$

A) $\frac{-x-2}{x-2}$ — Respuesta correcta

B) $\frac{-x+2}{x-2}$

C) $\frac{-x-2}{x+2}$

D) $\frac{-x+2}{x+2}$

Meta 5.1: Convertir ángulos de grados a radianes y viceversa.

Indicador de logro	**ID**
Convertir ángulos de radianes a grados	0.88

Dado la dificultad de este reactivo representativo de la meta 5.1, se evidencia que los estudiantes tienen un dominio considerable sobre el modelo para realizar la conversión, en este caso la medida en radianes se multiplica por el factor (180/pi).

Pregunta 14 (10 puntos)

El ángulo $\frac{13}{12}\pi$ radianes es equivalente a $185°$

Verdadero

Falso — Respuesta correcta

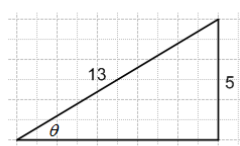
Meta 5.2: Resolver triángulos rectángulos.

Indicador de logro	**ID**
Resolver triángulos rectángulos	0.63

Como ejemplo de reactivo en esta meta se presenta por su dificultad (0.63) el 13, en el cual los estudiantes necesitarán determinar la longitud del cateto opuesto mediante la aplicación del teorema de Pitágoras, en este caso los estudiantes podrían confundir la cotangente con otras relaciones trigonométricas como el seno, coseno o tangente y, por lo tanto, podrían calcular una relación incorrecta

Pregunta 13 (10 puntos)

Dado el triángulo rectángulo



¿Cuál es el valor de $cot(\theta)$?

(A) $\frac{13}{5}$

(B) $\frac{12}{5}$ — Respuesta correcta

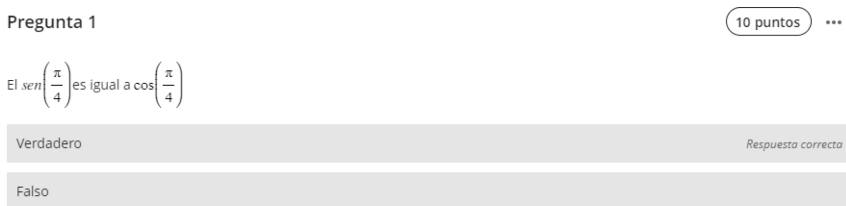
(C) $\frac{5}{12}$

(D) $\frac{13}{12}$

Meta 5.3: Identificar ángulos especiales.

Indicador de logro	**ID**
Identificar ángulos especiales	0.78

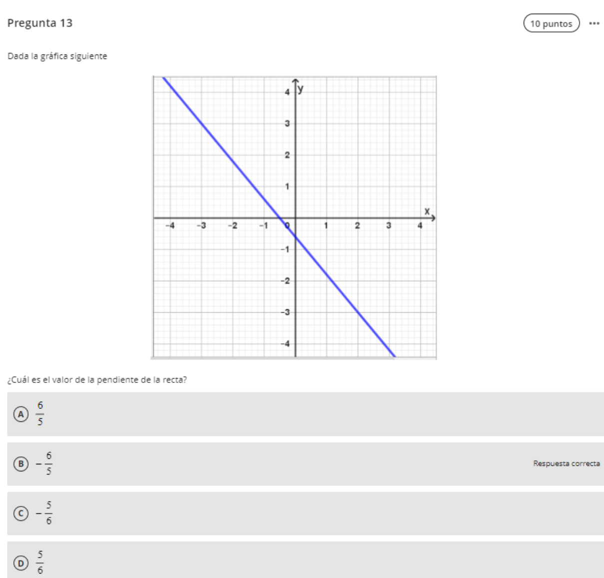
En esta meta se exhibe el reactivo 1 con dificultad de 0.78. Estos son conceptos básicos que se enseñan en cursos de matemáticas antes y durante la educación en ingeniería, y son fundamentales para el estudio de fenómenos físicos y la resolución de problemas en ingeniería. Los estudiantes entienden las relaciones fundamentales entre las funciones trigonométricas y han practicado con los valores de las funciones trigonométricas en ángulos comunes, como π/4, π/3 y π/2.



Meta 6.1: Calcular la pendiente de la recta.

Indicador de logro	**ID**
Calcular la pendiente de la recta a partir de su representación gráfica	0.68

Se presenta el reactivo 13 con índice de dificultad de 0.68. En este caso si los estudiantes no están acostumbrados a visualizar cambios en las coordenadas x y y, podrían tener dificultades para identificar correctamente dos puntos a través de los cuales pasa la recta para calcular la pendiente. Además, si no se fijan en la dirección de la recta, podrían confundirse sobre si la pendiente debe ser positiva o negativa.



Meta 6.2: Determinar la ecuación de la recta.

Indicador de logro	**ID**
Determinar las intersecciones de una función lineal a partir de su expresión algebraica	0.62
Determinar la expresión algebraica de una función a partir de su representación gráfica.	0.65

En esta meta se cuenta con dos reactivos representativos, el 14 y 4, con índices de dificultad de 0.62 y 0.65 respectivamente. En el reactivo 14 se solicita al estudiante que determine las intersecciones de una función lineal a partir de su expresión algebraica. En este caso, se considera que algunos estudiantes pueden no comprender completamente que la intersección con el eje x ocurre cuando y=0, y la intersección con el eje y ocurre cuando x=0. Se suma la dificultad que puede haber para manipular algebraicamente la ecuación para encontrar el punto de intersección deseado.

Pregunta 14 — 10 puntos

Dada la expresión algebraica de la recta $2x - y = -2$. ¿Cuál es el valor de la intersección con el eje x?

(A) 2

(B) -2

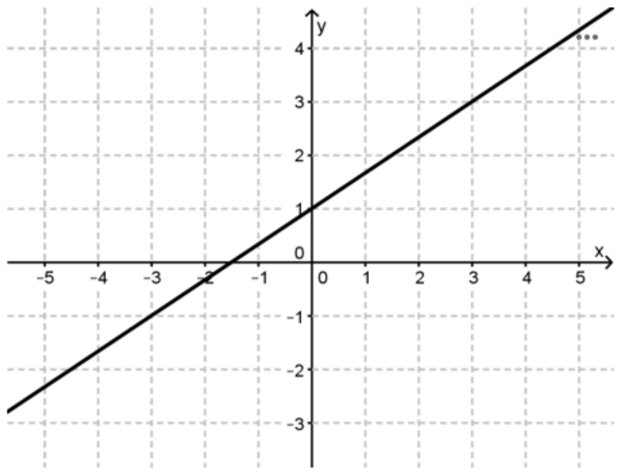
(C) -1 — Respuesta correcta

(D) 1

En el reactivo 4 se solicita al estudiante determinar la expresión algebraica de una función a partir de su representación gráfica. La expresión algebraica de una función lineal tiene la forma y = mx + b, donde m es la pendiente y b es la ordenada al origen, la ordenada al origen (b) es el valor de y cuando x es 0, lo que corresponde al punto donde la recta cruza el eje y, es necesario que los estudiantes reconozcan este punto y leer su valor correcto en el gráfico, al igual que determinar visualmente o calcular la pendiente de la recta a partir de dos puntos conocidos.

Pregunta 4 (5 puntos)

Dada la gráfica de la función



¿Cuál es su representación algebraica?

(A) $y = \frac{2}{3}x + 1$ — Respuesta correcta

(B) $y = 2x + 1$

(C) $y = x + 1$

(D) $y = \frac{1}{2}x + 1$

5. Conclusiones

El reporte técnico sobre el Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) "Fundamentos Matemáticos" presenta un análisis detallado del rendimiento académico de los estudiantes en el curso de cálculo diferencial, identificando áreas de fortalezas y desafíos. Se destacan los principales hallazgos, que incluyen una participación del 77% de los estudiantes inscritos, con una media de calificaciones de 74.50. Se analizan los tópicos con mayor dificultad, resaltando áreas específicas como la clasificación de números reales, la identificación de la propiedad aplicada en la realización de operaciones, el reconocimiento de polinomios y su respectivo grado, la ejecución de operaciones con polinomios, la factorización de polinomios utilizando un término común, la simplificación de expresiones racionales, la determinación del mínimo común denominador en un conjunto de expresiones racionales y la realización de operaciones con dichas expresiones racionales, entre otros. A partir de estos resultados, se pueden sugerir mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, enfocándose en las áreas de dificultad identificadas y aplicando estrategias de intervención específicas para mejorar el desempeño académico en futuros ciclos. Este reporte contribuye a la evaluación continua de la calidad educativa, ofreciendo una base para futuras investigaciones y mejoras en el diseño instruccional del AVA.

Para mejorar el entendimiento y manejo de los reactivos con mayor dificultad, se sugieren las siguientes estrategias:

- Incorporar recursos visuales y prácticos, como videos explicativos, infografías y simulaciones interactivas, para ilustrar conceptos complejos de manera más accesible.

- Fomentar el uso de técnicas de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en problemas (ABP) o estudios de caso, donde los estudiantes puedan aplicar los conceptos teóricos a situaciones prácticas reales.

- Implementar evaluaciones formativas regulares que permitan a los estudiantes recibir retroalimentación constructiva sobre su progreso, identificando áreas específicas para mejorar y ajustando las estrategias de estudio de manera oportuna.

- Utilizar herramientas de diagnóstico para identificar las necesidades de aprendizaje individuales y adaptar los materiales y enfoques pedagógicos en consecuencia, permitiendo una experiencia de aprendizaje más personalizada.

- Estas estrategias buscan no solo mejorar el rendimiento académico en los temas de mayor dificultad sino también potenciar el desarrollo de habilidades analíticas y de resolución de problemas en los estudiantes.

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.