



MARCO CONCEPTUAL ENFOQUES Y ESTRUCTURA

PRUEBA DE MATEMÁTICA



MATEMÁTICA



MATEMÁTICA

TE



**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

MATEMÁTICA

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**

MATEMÁTICA



**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



**Beatriz Salguero Rivera
Erminsul Palomino Bejarano
Rafael Caicedo Valencia
Oswaldo Rodríguez Díaz**

Asesor General de la propuesta SIEA:
Daniel Bogoya Maldonado

Asesora específica:
Gloria García

 **Programa
Editorial**

Universidad Autónoma
de Occidente

Marco conceptual: enfoque y estructura de la prueba de matemática

Vicerrectoría Académica
Álvaro del Campo Parra

Dirección de Desarrollo Académico
Sonia Cadena Castillo

© Beatriz Salguero Rivera,
Erminul Palomino Bejarano,
Rafael Caicedo Valencia,
Oswaldo Rodríguez Díaz

Asesor General de la propuesta SIEA
Daniel Bogoya Maldonado

Asesora específico
Gloria García

ISSN 2744-970X
Primera Edición, 2020

© Universidad Autónoma de Occidente
Km. 2 vía Calijamundí, A.A. 2790, Cali,
Valle del Cauca, Colombia.

Personería jurídica, Res. No. 0618, de la
Gobernación del Valle del Cauca, del 20 de
febrero de 1970. Universidad Autónoma de
Occidente, Res. No. 2766, del Ministerio de
Educación Nacional, del 13 de noviembre
de 2003. Acreditación Institucional de
Alta Calidad, Res. No. 16740, del 24
de agosto de 2017, con vigencia hasta el
2021. Vigilada MinEducación.



Gestión Editorial
Vicerrector de Investigaciones, Innovación y
Emprendimiento
Jesús David Cardona Quiroz

Jefe Programa Editorial
José Julián Serrano Quimbaya
jjserrano@uao.edu.co

Editora académica
Sonia Cadena Castillo
scadena@uao.edu.co

Apoyo académico
Dulfay Astrid González Jimenez
dagonzalez@uao.edu.co

Diseño y diagramación
Pablo Andrés Sánchez Gil
pasanchez@uao.edu.co

El contenido de esta publicación no
compromete el pensamiento de la Institución,
es responsabilidad absoluta de los autores.

TABLA DE CONTENIDO

Presentación general	9
Contextualización	13
Antecedentes y objetivos	15
El enfoque teórico y la tabla de especificaciones	17
Mapa Conceptual del instrumento de evaluación de razonamiento cuantitativo	43
Los resultados y los desafíos pedagógicos	49
Ejemplo de contextos e ítems	52
Explicación de los desempeños	59
Algunas conclusiones	61
Referencias bibliográficas	63

TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Competencias matemáticas	24
Figura 2. Esquema de evaluación	27
Tabla 1. Característica de emplear	29

Tabla 2. Característica de modelar.	30
Tabla 3. Característica de interpretar	30
Tabla 5. Tabla de especificaciones de la prueba	36

PRESENTACIÓN GENERAL DE LA SERIE DE MARCOS CONCEPTUALES: ENFOQUES Y ESTRUCTURA DE LAS PRUEBAS DEL SIEA



El Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes –SIEA– hace parte de una de las estrategias de desarrollo académico de la Universidad Autónoma de Occidente y, a través de ella, se contribuye al aseguramiento de la calidad educativa. La generación de información, el monitoreo y las decisiones informadas, además de la construcción colegiada de acciones basadas en evidencias, configura un ecosistema para la actuación pedagógica, la innovación y la atención oportuna a dinámicas relacionadas con indicadores de rendimiento y eficacia académica. Asimismo, el SIEA provee información válida y confiable sobre el nivel de desarrollo de competencias con las cuales inicia y culmina un estudiante un proceso formativo en un curso y el posible aporte del mismo.

Para los profesores que han participado en las fases de gestación y desarrollo del SIEA, esta ha sido una experiencia objeto de sistematización, de análisis y de transformaciones permanentes que se producen en la perspectiva de contribuir a su consolidación. Lo anterior se evidencia en un conjunto de publicaciones, de diverso orden como las siguientes y que el lector puede consultar y leer en <https://sitios.uao.edu.co/docentes/siea/>

- 12 Boletines con ISSN. Circulación trimestral
- 7 libros Colección Experiencias con ISSN
- 5 artículos publicados en revistas indexadas nacionales e internacionales
- 7 ponencias internacionales
- 2 libros colección Seminarios con ISSN
- 1 libro con dos ISBN
- 4 capítulos de libros

La tentación por escribir, que habita en quienes se movilizan desde el SIEA, deviene como posibilidad de reelaborar la práctica que acontece en la tríada evaluación-pedagogía-didáctica. Desde la posible incertidumbre que hace emerger constantes preguntas a partir de las pruebas estandarizadas, muchos de los profesores que han participado en el Sistema encuentran en la escritura colectiva y compartida, una posibilidad de narrar una experiencia común que podría, quizás, blindarlos frente a la, a veces inevitable, tentación de repetirse maquinalmente en educación.

Fruto de diferentes prácticas conversacionales, seminarios, encuentros con asesores, con colegas de otras universidades, del hallazgo de autores y textos, y como fundamento de una perspectiva amplia sobre la evaluación para los aprendizajes, los profesores que han conformado los equipos de las once áreas curriculares se aventuraron con autonomía, singularidad y algunos criterios compartidos, a construir el marco teórico de las pruebas de cada área. En estos marcos se

presenta un estado del arte sobre la evaluación en el área particular, los propósitos de las pruebas, sus alcances, las características técnicas y metodológicas de su diseño y algunos ítems.

Precisar los constructos y construir la matriz de especificaciones que articula los campos conceptuales, los dominios cognitivos asociados con la Taxonomía SOLO (Biggs, 2004) y los contextos, hace parte de la meta compartida que se materializó en los once documentos que conforman la serie *Marcos Conceptuales* de las pruebas SIEA.

El lector encontrará, en concordancia con el momento institucional en el que fueron construidos, una propuesta que evidencia el compromiso con la validez técnica de los instrumentos de evaluación estandarizada, además de la coherencia con lo enunciado en la política curricular de un sistema evaluativo que permite el seguimiento al desarrollo de los aprendizajes de los estudiantes, el monitoreo a los aportes alcanzados en los cursos, como movilizadores de buenas prácticas y experiencias exitosas entre los docentes de las diferentes Facultades de la Universidad Autónoma de Occidente.

En la perspectiva de alineación con las políticas de educación superior en materia de resultados de aprendizaje, y de acuerdo con las transformaciones curriculares y la apuesta institucional por la multimodalidad, los Marcos y los instrumentos se están actualizando. Las colegiaturas de cada área trabajan en ello y, en el mediano plazo, tendremos una nueva/actualizada versión de la serie que estamos presentando.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**





El Departamento de Matemáticas desde 2014 participa en la construcción del Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes - SIEA. El Sistema ha permitido reflexionar sobre cómo evaluar los aprendizajes de los estudiantes en el área de las matemáticas en diversas carreras. En esta área se ha fortalecido el diseño de instrumentos con sus respectivos análisis; la reflexión sobre la evaluación de los aprendizajes y la identificación de riesgos y fortalezas de los estudiantes ha sido un tema relevante en el proceso; esto ha conducido a que al interior del equipo de trabajo el diseño de planes de mejoramiento, las actividades de aprendizaje y las estrategias puntuales de seguimiento posibiliten la intervención oportuna. Para ello se ha contado con el apoyo del Centro para la Excelencia Académica, de la universidad, y los profesores del departamento, en la perspectiva de lograr que los estudiantes alcancen sus desarrollos académicos.

El diseño inicial del instrumento de evaluación, llamado Prueba de Matemáticas, se aplica a los estudiantes de los dos primeros cursos de matemáticas de las Facultades de Ingeniería y de Ciencias Económicas y Administrativas en las asignaturas Matemáticas Fundamentales y Fundamentos en Matemáticas, respectivamente; estas asignaturas son

las que más estudiantes congregan (alrededor de 1000 por semestre), con altos índices de deserción y pérdida académica, y hacen parte del componente de competencias básicas y transversales.

El equipo de trabajo asumió el compromiso de identificar el estado del arte sobre las competencias matemáticas en la educación superior para fundamentar el marco teórico, la tabla de especificaciones, el diseño y la afinación de los ítems, usando la metodología de bloques balanceados y el ensamble de los respectivos cuadernillos. Se definió entonces el constructo matemático de evaluación con el propósito de caracterizar el nivel de desarrollo y de desempeño de la competencia matemática de los estudiantes al ingresar a la universidad e identificar los avances durante el primer semestre de sus respectivas carreras; para ello se hacen dos aplicaciones, una a la entrada (de caracterización, no calificable) y otra a la salida (calificable al finalizar el semestre académico).

El equipo de profesores que ha tejido este documento agradece la asesoría y acompañamiento de Daniel Bogoya exdirector del ICFES y docente de la Universidad Nacional de Colombia, y de la profesora Gloria Garcia de la Universidad del Valle, quienes en diversas discusiones y sesiones orientaron al equipo de trabajo.



En el primer semestre del 2014, la UAO, a través de la Vicerrectoría Académica, conformó un grupo de profesores con el propósito de diseñar e implementar un Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes- SIEA de los estudiantes; inicialmente participaron los Departamentos de Lenguaje y Matemática y profesores de las asignaturas de Ética de la Facultad de Humanidades; en el camino se incorporó la Facultad de Ingeniería. La idea inicial era diseñar una prueba piloto de entrada en matemáticas para aplicarla a los estudiantes en su ingreso. El ejercicio, aparte de la documentación respectiva del sistema, permitió develar el estado curricular y pedagógico de las asignaturas.

Por otro lado, el SIEA promovió una reflexión profunda sobre la evaluación tanto al interior del grupo de trabajo como con el grupo de profesores que trabajan con estas asignaturas; se constituyeron grupos de discusión, se programaron talleres, se socializaron los resultados, y ello implicó rediseños curriculares y actividades de aprendizaje. El objetivo, en el caso de Matemática, es que el SIEA evalúe las competencias matemáticas de los estudiantes de estas asignaturas inicialmente,

pero también hacer el seguimiento de dicho aprendizaje basado en las competencias matemáticas, para trazar luego, el desarrollo de las habilidades específicas y así, evaluar la Formación Matemática de los estudiantes de las Facultades de Ingeniería y de Ciencias Económicas y Administrativas.

En este proceso el sistema ha propiciado, en el equipo de trabajo y en los profesores que tienen a su cargo estas asignaturas, una mirada más profunda del proceso de evaluación, a la vez que, de manera colegiada se ha discutido y reflexionado sobre los diseños curriculares y las prácticas de aula. Por otro lado, para los profesores este proceso ha permitido trasponer elementos del PEI al aula, dado que en su rol docente consideran "... el despliegue de sus competencias" y se asumen como diseñadores "de experiencias y escenarios de aprendizaje diversos..." (UAO, 2011, p. 38).

El SIEA también le ha permitido al estudiante afrontar la prueba de matemática para reconocer sus competencias y resolver situaciones en las que se involucran los procesos matemáticos de emplear, interpretar y en diferentes contextos y fortalecer así el pensamiento matemático¹.

¹ Es el objetivo que aparece en el formato SIGED (Sistema Integrado de Gestión Documental) de contenidos programáticos de los cursos que se ofertan en la Universidad.

EL ENFOQUE TEÓRICO Y LA TABLA DE ESPECIFICACIONES

El marco teórico que fundamenta la prueba de matemática está organizado en cuatro apartados: el primer apartado presenta la revisión de estudios sobre los significados de la competencia matemática en educación superior; el segundo, describe la definición de la competencia matemática y los contextos; el tercero, presenta la organización de los contenidos en su relación con las competencias matemáticas, y el cuarto, describe los contextos y los niveles de funcionalidad del instrumento.

Desde la década de los 90 las competencias comenzaron a ser objeto de interés en la evaluación del aprendizaje universitario. Los modelos de la globalización incidieron para establecer, en las competencias profesionales, indicadores de diversos niveles de complejidad y profundidad. De manera general, la discusión sobre las competencias también ha implicado reconocer que estas reformulan la educación en torno al aprendizaje y no en la enseñanza, o la transmisión de contenidos. Por otra parte, las competencias también establecen una reestructuración de los aprendizajes en relación con las competencias profesionales en la educación superior, reforzando el papel de las prácticas externas como medio de potenciación de ciertas habilidades profesionales y al mismo tiempo con el compromiso de la empleabilidad de los futuros profesionales. Ronald Barnett (2001), en su texto *Los límites de la competencia*, ubica las competencias en la educación superior en la relación universidad/sociedad y distingue entre competencias académicas y competencias profesionales.

La inserción de las competencias en la enseñanza universitaria de las matemáticas ha puesto en evidencia la complejidad que entraña el tema en este nivel. De un lado, ubica el foco en las actuaciones de los

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



estudiantes cuando resuelven problemas matemáticos contextualizados; en la utilización de conceptos, razonamientos y procedimientos matemáticos; en encontrar soluciones matemáticas y en la justificación de las soluciones matemáticas. De otro lado, pone el acento en el carácter funcional del conocimiento matemático. En este foco se centran los mayores cuestionamientos a la noción de competencia matemática, pues desplaza del centro de las organizaciones curriculares los temas disciplinares vinculados con los componentes de la matemática; por ejemplo: función, funciones polinómicas, etc.

La formación matemática de los profesionales visibiliza la necesidad de actualizar el rango de contenidos desde el enfoque funcional de las matemáticas, con categorías como la noción de *Cantidad* (OCDE, 2013), pues este es el aspecto matemático más dominante y esencial en el funcionamiento de las matemáticas en las prácticas profesionales de la ingeniería y las ciencias económicas. El aprendizaje y uso de los métodos cuantitativos es uno de los cambios fundamentales en la formación profesional. Pues en la cultura cuantitativa (Steen, 1998), el razonamiento cuantitativo empodera al profesional para interpretar y describir los fenómenos con conjuntos complejos de variables interrelacionadas y de “crear e interpretar de manera crítica métodos para cuantificar fenómenos cuando no existen modelos establecidos” (p.71). La convergencia de las exigencias planteadas al ciudadano actual para contar con el razonamiento cuantitativo en los ámbitos sociales, políticos y económicos es asumida como uno de los criterios que integran las pruebas externas nacionales e internacionales en la evaluación de las competencias matemáticas.

Los argumentos expuestos en el párrafo precedente y las investigaciones realizadas en la formación universitaria han permitido articular al dominio de la *Cantidad* en las matemáticas universitarias el enfoque funcional de las mismas en los mundos profesionales (mundo de las ciencias económicas, mundo comercial, mundo de la ingeniería). Siguiendo a Thompson podemos decir que, en el dominio de la *Cantidad*, la noción ampliada de *cuantificación* y de *razonamiento cuantitativo* proporcionan un vínculo explícito entre la matemática y la formación profesional (Thompson & Smith, 2007)

En la mayoría de los casos, estos temas de contenido matemático se han convertido en los indicadores de la evaluación del aprendizaje de las matemáticas. Moreno (2005) señala que desde la década de 1990 se han venido adelantando una serie de innovaciones en la enseñanza de la matemática en el nivel universitario; la enseñanza del cálculo parece concentrar los mayores esfuerzos para desarrollar los conceptos a partir de situaciones y de problemas.

De otra parte, es indudable el reconocimiento del papel de la matemática en gran parte de las situaciones científicas, profesionales y en la vida diaria. Gellert (2009) señala que la sociedad se ha beneficiado del enorme poder descriptivo, de pronóstico y regulador de los conceptos abstractos de número, espacio, tiempo, regularidad, estructura y de la manera deductiva de la argumentación de las matemáticas. Pero también la matemática es un recurso para la generación y transformación de la realidad y de nuevas realidades. Gellert (2009) propone que cualquier discusión que tome en consideración los procesos sociales a través de los cuales los modelos



matemáticos han sido desarrollados, implementados, aprobados y ocultados nuevamente en la sociedad, debe considerar el proceso de “matematización”.

Específicamente la formación matemática de profesionales ha puesto el acento en la necesidad de que los estudiantes apliquen conceptos matemáticos, modelos y procedimientos que se utilizan en las distintas profesiones. Es decir, atañe a la formación matemática proporcionar a los estudiantes una base sólida de matemáticas para la vida profesional, para lo cual se necesita incluir información sobre las situaciones donde las matemáticas hacen parte del campo profesional; por ejemplo, disponer de la derivada como herramienta de trabajo en la solución de problemas en contextos de situación específicas.

Numerosos estudios describen desde distintos enfoques las relaciones entre la formación matemática y el campo profesional de formación en la educación superior. Los enfoques van desde caracterizar esta relación como transferencia de aprendizajes, pasando por identificar la conexión entre “contexto” y “formación matemática”, hasta hacer hincapié en la importancia de la modelización de actividades en un contexto interdisciplinario entre las matemáticas, la ciencia y las situaciones de la vida social y profesional.

Para las pruebas PISA, por ejemplo, es necesario que los estudiantes puedan aplicar las matemáticas en la comprensión de cuestiones importantes de la vida y en la resolución de problemas significativos. La capacidad de los individuos para formular, emplear e interpretar las matemáticas en distintos contextos es fundamentada como competencia matemática. La relación entre contexto y problema se refiere, bien

al campo de nociones y procedimientos matemáticos dentro de los cuales se ubica un problema, o a las referencias que la formulación de un problema evoca en el estudiante.

La propuesta mexicana, *Matemáticas en Contexto en la Educación Superior*, surge para enfrentar el conflicto de los altos índices de reprobación en las asignaturas de matemáticas en áreas de Ingeniería, así como para analizar la desarticulación de los cursos de matemáticas y las demás asignaturas; en general, se trata de un ejemplo de propuesta para incrementar el desempeño académico y desarrollar habilidades para la transferencia de conocimientos matemáticos en la formación profesional (Camarera, 2006).

En el mismo sentido, buscando aportar a la formación y al desarrollo de las habilidades de interpretación y resolución de problemas matemáticos en tareas profesionales, se concreta el *modelo para la determinación de las habilidades matemáticas necesarias para el ingeniero* (Pérez, 2010). Para este autor la contribución de la matemática a la Ingeniería se materializa en la concepción científica del ingeniero y en los modos de actuación profesional del mismo, no sólo por el conocimiento y las habilidades matemáticas que aporta, sino en lo que, a través de estos elementos, la matemática contribuye a la formación interdisciplinaria, integral y sistemática dentro del proceso de formación y desarrollo del ingeniero. Toda *Habilidad Matemática Necesaria* (H.M.N.) se integra al modo de actuación personal y a los mecanismos de autodesarrollo de la personalidad, presentes y expresados en los tres planos de desarrollo de la persona (Pérez, 2010, p. 30).



En la propuesta que hemos fundamentado para el SIEA, las habilidades matemáticas en los ingenieros presuponen la asimilación de modelos de acción propios de la actividad científica de las matemáticas, como la interacción y los modelos de comunicación. Es decir, las habilidades matemáticas, no residen en la apropiación de conocimientos matemáticos ni tampoco en las soluciones matemáticas al problema. Al respecto, es necesario considerar:

- Ayudas y herramientas.
- Simbolismo-forma.
- Resolución de problemas.

La importancia de la *modelización matemática* juega un papel determinante en la formación matemática profesional. Refiere un proceso que estructura matemáticamente una situación para interpretar y evaluar la solución a la situación, lo que es parte de los procesos de resolución de problemas. En el proyecto danés KOM, sobre Competencias y Aprendizaje de las Matemáticas (Blomhøj & Jensen, 2003), se define la competencia como disposición para actuar en respuesta a los desafíos matemáticos de una situación dada.

La primera característica de la competencia es la disposición de actuar ante un desafío. Es decir, la competencia se enmarca en la acción, es de alguien que actúa, por lo que tiene una dimensión subjetiva. La segunda característica está ligada a la utilización de un método específico para resolver la situación. En otras palabras, la característica contextual de la competencia (dimensión social/cultural) se enmarca en circunstancias de acción histórica, social y psi-

cológica. La relación con el entorno añade significado y legitimidad a las acciones. La propuesta asigna entonces un papel central a la modelización matemática como componente natural en el desarrollo de la competencia matemática.

El proyecto KOM formula el siguiente conjunto de competencias matemáticas:

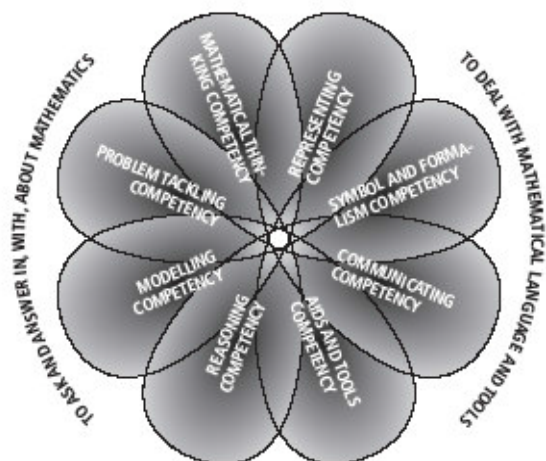
- Pensamiento matemático.
- Razonamiento.
- Representación.
- Comunicación.
- Ayudas y herramientas.
- Simbolismo-forma.
- Resolución de problemas.
- Modelamiento.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



Figura 1. Competencias matemáticas



Nota: Niss, M & Højgaard, T. (2011).

Para investigadores como Godino (2002) y Skovsmose (1999) los análisis realizados sobre los usos de las matemáticas conducen a la adopción de un modelo epistemológico sobre la propia matemática, en los cuales se asume que la matemática es una actividad humana implicada en la solución de problemas. Las competencias matemáticas hacen parte de la búsqueda de soluciones, requieren de recursos matemáticos para las soluciones y, por tanto, están compuestas por procesos que son considerados relevantes para la actividad matemática.

En la comprensión de las matemáticas es fundamental el constructo llamado *competencia matemática*, pues es necesario que los estudiantes comprendan los patrones de comportamiento del concepto cuando se mueven los parámetros que lo componen, es decir, los dife-



rentes registros de representación del concepto (Gallardo, González, Quispe, 2008). Las investigaciones sobre la comprensión en matemáticas muestran que el proceso está relacionado con configuraciones cognitivas, como razonamiento, aplicación de conceptos y representación. Godino (2002) añade una característica a la comprensión: *saber por qué* y la relaciona con la competencia matemática.

En el caso colombiano, la inserción de las competencias matemáticas en los programas de formación profesional varía considerablemente, pues su introducción en el contexto educativo procede de la evaluación externa: Exámenes a la Calidad de la Educación Superior (Jurado et al., 2015). Los Exámenes sobre la Calidad de la Educación Superior² (Saber Pro), como prueba aplicada a los estudiantes que están en los últimos semestres de las carreras profesionales, formulan las siguientes competencias para ser evaluadas:

- Capacidad de Abstracción, Análisis y Síntesis.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas (ACOFI, 2015, pp. 4-5)

² Con base en los aportes de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), se ha construido por parte del ICFES el marco conceptual de matemáticas de la Prueba Saber Pro. Ver en: <https://portal-produccion-final-1707311633-us-east-1.elb.amazonaws.com/documents/39286/1258809/Marco+de+referencia++M%C3%B3dulo+Razonamiento+Cuantitativo+Saber+Pro.pdf/543aa013-e08a-9240-82b4-e5ba48ccde2f?i=1647262470957>

Para el caso particular de la prueba genérica de Razonamiento Cuantitativo, las competencias que evalúan son:

- Interpretación y representación.
- Formulación y ejecución.
- Argumentación (ICFES, 2015, pp. 23- 26).

En el Departamento de Matemáticas de la UAO se resignificaron las capacidades matemáticas que describen lo que hacen los estudiantes para relacionar los contenidos matemáticos con el contexto. En la resignificación se integran, en el uso, las matemáticas aplicando los conocimientos matemáticos a la práctica.

Con este primer acercamiento se empalma la formación matemática con los procesos matemáticos que dan lugar a la construcción de modelos matemáticos en contextos profesionales.

En las reflexiones preliminares, se consideraron los Estándares Básicos de Competencias (MEN, 2006) y los dominios cognitivos (o de procedimientos) relacionados con los contenidos matemáticos de las asignaturas Matemáticas Fundamentales para la Facultad de Ingeniería y Fundamentos en Matemáticas para la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas (la prueba de entrada está destinada a los jóvenes recién egresados del colegio):

- Utilización de diferentes registros de representación o sistemas de notación simbólica para crear, expresar y representar las ideas matemáticas.

- Uso de la argumentación, la prueba y la refutación, el ejemplo y el contra-ejemplo, como medios de validar y rechazar conjeturas, y avanzar en el camino hacia la demostración.
- Dominio de procedimientos y algoritmos matemáticos, y conocer cómo, cuándo y por qué usarlos de manera flexible y eficaz.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



Con base en estos planteamientos se elaboró la propuesta para el SIEA en el área de matemáticas. El propósito de la evaluación es valorar las competencias con las que ingresan los estudiantes y las que han desarrollado en los cursos citados. Su diseño está articulado con una selección de los referentes curriculares establecidos por el Departamento de Matemáticas para las asignaturas Matemáticas Fundamentales y Fundamentos de Matemáticas.

Figura 2. Esquema de evaluación



Nota: Elaboración propia (2020).

Como referentes conceptuales se definen las capacidades matemáticas que describen lo que hacen los estudiantes para relacionar los contenidos matemáticos con el contexto. Los procesos en los que participan los estudiantes cuando resuelven problemas se definen en relación con los siguientes procesos: *emplear*, *interpretar* y *modelar*. Los procesos integran el constructo de la *competencia matemática* (académica) que en la prueba indica: la capacidad de los estudiantes para emplear, interpretar y modelar las matemáticas en distintos contextos.

Con base en esta definición de la competencia matemática proponemos para efectos de la evaluación analizar el constructo *competencia* en función de los siguientes aspectos relacionados:

- Los procesos matemáticos que describen lo que los estudiantes hacen para relacionar el contexto con las matemáticas y las capacidades que subyacen a los procesos.
- El contenido matemático específico en las preguntas de la evaluación.
- Los contextos donde se insertan las preguntas de la evaluación.

Cada uno de los aspectos enunciados admite tipos diferentes de complejidad, lo cual afecta al modo como deben ejecutarse los correspondientes procesos. La complejidad está relacionada con los procesos de emplear, modelar e interpretar. Lo anterior implicó resignificar el dominio que se evalúa en la prueba que se conoce como la competencia matemática y se resume en la Tabla de Especificaciones. El dominio se refiere a la capacidad de los estudiantes para emplear, modelar e



interpretar en distintos contextos. Las capacidades para emplear, modelar e interpretar ofrecen una estructura significativa para organizar los procesos matemáticos que realizan los estudiantes al “relacionar el contexto de un problema con las matemáticas y de ese modo resolverlo” (OCDE, 2013, p. 28).

Los procesos articulan las siguientes capacidades matemáticas: comunicación, modelación, representación, razonamiento y argumentación. A continuación, se describen aspectos que subrayan y detallan cada uno de los procesos y capacidades matemáticas asociadas:

- Empleo de conceptos, datos, estructuras y procedimientos matemáticos. Hace referencia a la capacidad de comprender y ejecutar procedimientos (realizar cálculos, resolver ecuaciones), extraer información matemática de tablas y gráficos, utilización de herramientas matemáticas (algoritmos, incluida la tecnología) para obtener soluciones matemáticas exactas o aproximadas.

Tabla 1. Característica de emplear

Identificar	Invariantes de conceptos, propiedades y estructuras.
Manipular	Transformaciones equivalentes de expresiones algebraicas.
Representar	Realización de diagramas, gráficos y construcciones matemáticas y obtención de información matemática de los mismos.

Nota: Rodríguez et al., (2015). PISA (2013).

- Modelar: incluye la capacidad de asociar un modelo matemático a situaciones en diferentes contextos, construir representaciones de la situación y generar representaciones equivalentes.

Tabla 2. Característica de modelar.

Seleccionar	De los objetos relevantes y las relaciones.
Traducir	De esos objetos y relaciones al lenguaje matemático.
Usar	Métodos matemáticos para arribar a resultados matemáticos y conclusiones.

Nota: Rodríguez et al., (2015). PISA (2013).

- Interpretar: hace referencia a las habilidades para extraer información, reflexionar sobre las soluciones o conclusiones matemáticas e interpretarlas en diferentes contextos e incluye también la capacidad para determinar si un resultado matemático es razonable en ese contexto y para ello involucra la retroalimentación:

Tabla 3. Característica de interpretar

Reflexionar	Sobre la explicación y justificación de los resultados matemáticos.
Reinterpretar	Resultados matemáticos en los diferentes contextos.
Comprender	El modo en que los contextos afectan los resultados y cálculos de un procedimiento o modelo matemático para realizar ajustes de los resultados.
Explicar	Por qué un resultado o una conclusión matemática tiene o no tiene sentido dado el contexto de un problema.

30 *Nota: Rodríguez et al., (2015). PISA (2013).*

Así entonces, los campos conceptuales del instrumento son los siguientes:

Cantidad. Es el aspecto matemático más relevante para describir el pasado o la proyección del futuro dado que incorpora la cuantificación de los atributos de los objetos, relaciones, situaciones y entidades en el mundo, la comprensión de varias representaciones de esas cuantificaciones y la evaluación de las interpretaciones y de los argumentos basados en las cantidades. Prestarle atención a la cuantificación del mundo implica entender las mediciones, cuentas, unidades, los indicadores, tamaños relativos, tendencias y patrones numéricos. Aspectos del razonamiento cuantitativo, como el sentido de los números, representaciones múltiples de los números, cálculo mental, estimación y evaluación de la razonabilidad de los resultados, son la esencia de la alfabetización matemática. Se evalúa en un rango amplio de contextos que involucran la modelación de situaciones para evaluar el cambio y las relaciones, para la descripción y la manipulación del espacio y las formas, para organizar e interpretar datos y para medir y evaluar la incertidumbre. Se hace hincapié en las formas en que diferentes tipos de sistemas numéricos sirven como modelos de medición, ordenación y codificación.

Espacio y forma. Abarca una diversidad amplia de fenómenos que se encuentran en todo nuestro mundo visual: patrones, propiedades de los objetos, posiciones y orientaciones, representaciones de objetos, decodificación y codificación de la información visual, navegación e interacción dinámica con formas reales y con sus representaciones. La geometría sirve como un fundamento esencial del espacio



y de la forma, pero la categoría se extiende más allá de la geometría tradicional en contenido, significado y método, con elementos de otras áreas matemáticas como la visualización espacial, las mediciones y el álgebra. En el área de espacio y forma, la alfabetización matemática implica un rango de actividades como la creación y lectura de mapas, la transformación de formas utilizando la tecnología, la interpretación de objetos tridimensionales desde varias perspectivas y la construcción de representaciones de las formas.

Cambio y relaciones. Estar más alfabetizado sobre cambio y relaciones implica una comprensión de los tipos fundamentales de cambio (invariante, discreto, continuo) y el reconocimiento de cuándo ocurren estos para así utilizar modelos matemáticos adecuados, a fin de describir y predecir el cambio. Matemáticamente, esto significa modelar el cambio y las relaciones con funciones apropiadas, y crear, interpretar y traducir entre representaciones simbólicas y representaciones gráficas de las relaciones. Aspectos del contenido matemático tradicional de las funciones y del álgebra, como expresiones algebraicas, ecuaciones y desigualdades, representaciones tabulares y gráficas, son básicos para describir, modelar e interpretar los fenómenos de cambio. También se incluye las clases de relaciones entre variables: directa e inversa, acelerada, convergente, cíclica y escalonada (Fey, 1998, citado en Steen, 1998).

El cambio y las relaciones se evidencian en diferentes contextos como el crecimiento de los organismos, la música, el ciclo de las estaciones, los patrones climáticos, niveles de empleo y condiciones económicas (OECD, 2013, pp. 29 - 30).



Es claro que, si queremos evaluar las competencias matemáticas desarrolladas en los cursos de Matemáticas Fundamentales, para la Facultad de Ingeniería, y Fundamentos en Matemáticas, para la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, es necesario establecer con precisión la selección de los contenidos del campo matemático destinados a los estudiantes de los cursos mencionados.

Teniendo en cuenta que el centro del conocimiento matemático en los programas de estas asignaturas está organizado en torno a las *familias de funciones en una variable real y la estructura algebraica de los números reales*, los siguientes contenidos se involucran como elementos centrales de los tres campos anteriores y pueden estar en uno o varios de ellos:

Familia de funciones. Los temas de contenido específico reflejan la relevancia de su inclusión en la prueba y asumen la importancia de las funciones y las ecuaciones con el fin de utilizarlas como modelos matemáticos adecuados para describir relaciones de variación y de cambio. Esto supone también la comprensión: interpretar, traducir entre las representaciones simbólicas de las funciones.

Igualmente hay aspectos tradicionales del contenido matemático, de las funciones y del álgebra como expresiones algebraicas, ecuaciones, representaciones tabulares y gráficas, fundamentales para describir, interpretar y modelar los sistemas de variación y de cambio.

Espacio y medida, razones y proporciones, descripción aritmética de relaciones entre magnitudes y aplicación del razonamiento proporcional, espacialidad, sistemas de referencia de dimensión uno, dos y tres, traslaciones, rotaciones y simetrías.

Estructura algebraica de los números reales, conceptos y operaciones de los números, incluidas las propiedades de los números enteros y de los números racionales.

En complemento, los siguientes son los contextos que implican por sí mismos un tratamiento matemático:

- **Local, personal o familiar:** se centran en actividades propias, familiares y de grupos de pares e incluye preparación de alimentos, compras, juegos, salud personal, transporte personal, deportes, viajes, itinerarios y finanzas personales.
- **Contexto Social:** se centra en la propia comunidad (ya sea local, nacional o global) e incluye, entre otros aspectos, los sistemas electorales, el transporte, el gobierno, las políticas públicas, la demografía, la publicidad, las estadísticas nacionales y la economía. Aunque los individuos están involucrados en todos estos aspectos, en este contexto los problemas ponen el acento en la perspectiva comunitaria, en experiencias personales entre multitudes.
- **Contexto Global:** hace referencia a la aplicación de las matemáticas al mundo real y a cuestiones y temas relacionados con la Ciencia y la Tecnología; puede incluir áreas como la meteorología o el clima, la ecología, la medicina, las ciencias espaciales, la genética, las mediciones y el propio mundo de las matemáticas (OECD, 2013, p. 37).

Las pruebas del SIEA siguen una estructura común en el sentido que se tiene una distribución de los ítems a evaluar en los cuatros niveles de competencias que han sido definidos en el diseño como dominios cognitivos de la taxonomía SOLO, los campos conceptuales involucrados y los contextos.

En este sentido, la estructura para distribuir los ítems en esos dominios se logra mediante un esquema matricial llamado *tabla de especificaciones* de la prueba.

La Tabla 5 muestra el mapa conceptual y los diferentes dominios cognitivos. Esta tabla recoge los aspectos centrales para el diseño de la prueba.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



Tabla 5. Tabla de especificaciones de la prueba

CAMPO CONCEPTUAL	CONCEPTO	ELEMENTO	NIVELES (DOMINIO COGNITIVO)				
			UNIESTRUC.	MULTIESTRUC.	RELACIONAL	ABSTRACTO AMPLIADO	CONTEXTO
CANTIDAD	Noción de número	Magnitud					Local Social Global
		Valor absoluto					
		Indicador					
		Tamaño					
	Ecuación y desigualdad	Patrón (Sec min bas)					
		Variable básica					
		Variable de holgura					
		Parámetro					
	Inducción y recursión	Constante					
		Regla					
		Valor inicial					
		Valor final					



CAMPO CONCEPTUAL	CONCEPTO	ELEMENTO	NIVELES (DOMINIO COGNITIVO)				
			UNIESTRUC.	MULTIESTRUC.	RELACIONAL	ABSTRACTO AMPLIADO	CONTEXTO
ESPACIO Y FORMA	Simetría y semejanza	Magnitud (fig, image)					Local Social Global
		Escala					
		Equivalencia					
	Traslación y rotación	Referencia					
		Posición					
	Polígono y poliedro	Lado					
		Arista					
		Vértice					
		Bisectriz					
		Altura					
		Apotema					
		Sagita					
		Arco					

CAMPO CONCEPTUAL	CONCEPTO	ELEMENTO		NIVELES (DOMINIO COGNITIVO)				
				UNIESTRUC.	MULTIES-TRUC.	RELACIONAL	ABSTRACTO AMPLIADO	CONTEX-TO
ESPACIO Y FORMA	Relación y función	Forma de representación	Verbal					
			Tabular					
			Simbólica					
			Gráfica					
		Variable independiente						
	Variable dependiente							
	Razón y variación	Tiempo						
		Directa						
		Inversa						
		Acelerada						
		Convergente						
Cíclica								
Escalonada								

Nota: Elaboración propia (2020).



La investigación sobre los tipos de conocimiento matemático evidencia que el conocimiento conceptual y el conocimiento procedimental en matemáticas, determinan tipos de comportamientos de los estudiantes en dominios matemáticos específicos, ante tareas matemáticas. La investigación muestra que ambos tipos de conocimiento se encuentran en un continuum y que no siempre pueden separarse (Castro, Prat, Gorgorió, 2016). La caracterización del continuum posibilita establecer desde el conocimiento escaso hasta el conocimiento ricamente conectado.

El **conocimiento conceptual** se equipara al conocimiento rico en relaciones y con un conocimiento significativo, relacionado con la comprensión de conceptos básicos, asociado a la comprensión funcional de las ideas matemáticas, y por la riqueza y alcance de las conexiones establecidas con la red de conceptos relacionados (Castro et al., 2016).

El **conocimiento procedimental** está compuesto por dos partes; en primer lugar, el sistema de representación simbólico de las matemáticas y, en segundo lugar, los algoritmos y las reglas utilizadas para resolver tareas, asociado con las habilidades para ejecutar procedimientos en la resolución de problemas. Las interacciones entre estos dos conocimientos han sido analizadas en dos perspectivas: resolución de problemas y secuencias de instrucción. Estos últimos son estudiados en ciclos de aprendizaje que posibilitan el cambio entre un conocimiento y otro, por ejemplo, la relación entre la comprensión de la adición y las habilidades de ejecución para resolver tareas de adición. Los estudios sobre el continuum entre estos dos conocimientos determinan secuencias de prácticas.

En estos ciclos el continuum entre los conocimientos debe evaluarse en tareas de pre y post test. Castro et al. (2016) señalan que, pese a los

avances logrados por la investigación en este enfoque, aún la relación entre estos conocimientos y sus formas de evaluación y aprendizaje en ciclos, se encuentran dificultades para definir y medir ambos tipos de conocimiento. Por ejemplo, la evaluación del componente conceptual y sus indicadores específicos: juicio, justificación y aplicación de procedimientos, ha requerido de múltiples y un gran número de tareas. En la evaluación del conocimiento procedimental, en cambio, existe menor variabilidad, por ejemplo, evaluar la rapidez con que se utiliza un algoritmo.

Otra cuestión importante es considerar la ausencia de investigaciones en dominios matemáticos en niveles educativos como la educación media y la educación superior. La fortaleza y los desarrollos de investigación en la relación de estos conocimientos es esencialmente la escuela primaria (Castro et al., 2016). La relación entre estos dos conocimientos reside, en últimas, en su ascunción como instrumentos para evaluar con criterios objetivos dentro de los modelos de taxonomías adaptadas a la evaluación de los resultados del aprendizaje. En estas taxonomías, el continuum entre dominio conceptual y procedimental se torna instrumento efectivo para evaluar con objetividad las preguntas. La caracterización de cada uno de los conocimientos facilita el procedimiento de análisis en desempeños, pues las respuestas obtenidas se organizan de acuerdo con la complejidad estructural de cada uno de los conocimientos. La tarea, con relación al tipo de conocimiento, es analizada a priori para identificar las componentes que establecen la solución: algoritmos, reglas, conceptos. Con base en estas identificaciones se procede a definir en niveles crecientes el desempeño de los estudiantes.



Los niveles de desempeño se han ido construyendo de acuerdo con los lineamientos de la Prueba Internacional PISA (OECD). No obstante, dado que esta prueba va dirigida a estudiantes de quince años y, buscando dar respuesta a la pregunta ¿qué es importante que los ciudadanos sepan y sean capaces de hacer en situaciones en las que están presentes las matemáticas?, se acogieron también los lineamientos de la prueba internacional TIMSS, dado que tiene un enfoque curricular que permite evaluar los aprendizajes de los estudiantes, en particular teniendo en cuenta aquello que los países esperan que logren sus estudiantes a lo largo de la educación básica, en Matemática y Ciencias; estos enfoques se han adecuado al marco de evaluación definido por el SIEA. Por último, se consideran los lineamientos del Proyecto Tuning (González y Wagenaar, 2003) dado que hace referencia a un marco en términos de formación universitaria, el cual tiene como objetivo el desarrollo de niveles de cualificación de los estudiantes llamados Resultados de Aprendizajes, en otras palabras, en *Tuning*, competencia es equivalente a resultados de aprendizaje.

Cada nivel de competencia del instrumento diseñado por la UAO se caracteriza según sean los procesos o competencias empleados y el grado de complejidad con el que los estudiantes los ejecutan al abordar tareas de dificultad creciente. Las capacidades matemáticas (comunicación, modelación, representación, razonamiento y argumentación) describen lo que significa ubicarse en los diferentes niveles³, a saber:

3 Estos niveles se basan en la Taxonomía SOLO, que fue mencionada anteriormente.

- **Nivel 1** (Uniestructural): los estudiantes saben responder preguntas en diferentes contextos en los que está presente un aspecto relevante de la información. Son capaces de identificar y utilizar un elemento de información extraído del contexto y llevar a cabo procedimientos sencillos, realizar acciones obvias o evidentes que se deducen inmediatamente de la información dada.
- **Nivel 2** (Multiestructural): los estudiantes son capaces de describir varios aspectos relevantes independientes de un contexto dado, ejecutar y combinar procedimientos necesarios para resolver problemas sencillos, empleando dos o más elementos de la información para hacerlo.
- **Nivel 3** (Relacional): los estudiantes son capaces de integrar elementos de una información a una estructura; utilizan dos o más elementos de esa información, cada uno relacionándolo directamente a partir de una comprensión integrada del contexto; interpretan y utilizan representaciones basadas en diferentes fuentes de información; pueden seleccionar e integrar diferentes representaciones (algebraicas, geométricas, tabular, simbólica, entre otras) asociándolas a situaciones de diferentes contextos. También pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas.
- **Nivel 4** (Abstracto ampliado): los estudiantes son capaces de formular y desarrollar modelos en situaciones complejas y concretas, trabajar con ellos identificando condicionantes y supuestos; generalizar más allá de la información o contexto dado y emplear múltiples inferencias para resolver los problemas, para lo cual poseen un pensamiento y razonamiento matemático avanzado.



El nivel 2 es el mínimo establecido, por el cual se considera que un estudiante está en condiciones de desempeñarse matemáticamente en la vida universitaria y en las actividades propias de la sociedad del conocimiento. En el nivel 3, un estudiante está en condiciones de realizar actividades cognitivas básicas. En el nivel 4, un estudiante está en condiciones de realizar actividades cognitivas complejas y trabajar con categorías propias de la ciencia.

MAPA CONCEPTUAL DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

CAMPO 1: CANTIDAD.

Concepto 1: noción de número.

Elementos: magnitud (escalar y unidad), valor absoluto, indicador, tamaño y patrón como secuencia mínima básica.

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, reconocer o localizar un elemento de la noción de función tales como magnitud, indicador, tamaño o patrón.
- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de la noción de función, tales como magnitud, indicador, tamaño o patrón.
- **Nivel Relacional:** analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otros, elementos de la noción de función tales como magnitud, indicador, tamaño o patrón.

- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar elementos de la noción de función tales como magnitud, indicador, tamaño o patrón.

Concepto 2: ecuación y desigualdad.

Elementos: variable básica, variable de holgura, parámetro y constante.

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, realizar un procedimiento sencillo o localizar un elemento de las ecuaciones y desigualdades tales como variable básica, parámetro o constante.
- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de las ecuaciones y desigualdades tales como variable básica, parámetro o constante.
- **Nivel Relacional:** analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otras, elementos de las ecuaciones y desigualdades tales como variable básica, parámetro o constante.
- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar elementos de las ecuaciones y desigualdades tales como variable básica, parámetro o constante.

Concepto 3: inducción y recursión.

Elementos: regla, valor inicial y valor final.

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, reconocer o localizar un elemento de la inducción y recursión tales como regla, valor inicial y valor final.



- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de la inducción y recursión tales como regla, valor inicial y valor final.
- **Nivel Relacional:** Analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otras, elementos de la inducción y recursión tales como regla, valor inicial y valor final.
- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar elementos de la inducción y recursión tales como regla, valor inicial y valor final.

CAMPO 2: ESPACIO Y FORMA.

Concepto 1: simetría y semejanza.

Elementos: magnitud (en figuras e imágenes), escala y equivalencia.

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, reconocer o localizar un elemento de la simetría y semejanza tales como magnitud (en figuras e imágenes), escala y equivalencia.
- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de la simetría y semejanza tales como magnitud (en figuras e imágenes), escala y equivalencia.
- **Nivel Relacional:** analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otras, elementos de la simetría y semejanza tales como magnitud (en figuras e imágenes), escala y equivalencia.

- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar, elementos de la simetría y semejanza tales como magnitud (en figuras e imágenes), escala y equivalencia.

Concepto 2: traslación y rotación.

Elementos: referencia y posición.

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, reconocer o localizar un elemento de la traslación y rotación tales como referencia y posición.
- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de la traslación y rotación tales como referencia y posición.
- **Nivel Relacional:** analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otras, elementos de la traslación y rotación tales como referencia y posición.
- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar elementos de la traslación y rotación tales como referencia y posición.

Concepto 3: polígonos y poliedros.

Elementos: lado, arista, ángulo, vértice, bisectriz, altura, apotema, sagita y arco.

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, reconocer o localizar un



elemento de polígonos y poliedros tales como lado, arista, ángulo, vértice, bisectriz, altura y arco.

- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de polígonos y poliedros tales como lado, arista, ángulo, vértice, bisectriz, altura y arco.
- **Nivel Relacional:** analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otras, elementos de polígonos y poliedros tales como lado, arista, ángulo, vértice, bisectriz, altura y arco.
- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar, elementos de polígonos y poliedros tales como lado, arista, ángulo, vértice, bisectriz, altura y arco.

CAMPO 3: CAMBIO.

Concepto 1: relación y función.

Elementos: forma de representación (verbal, tabular, simbólica y gráfica), variable independiente y variable dependiente.

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, reconocer o localizar un elemento de la relación y función tales como forma de representación (verbal, tabular, simbólica y gráfica), variable independiente y variable dependiente.
- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de la relación y función tales como forma de representación (verbal, tabular, simbólica y gráfica), variable independiente y variable dependiente.

- **Nivel Relacional:** analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otras, elementos de la relación y función tales como forma de representación (verbal, tabular, simbólica y gráfica), variable independiente y variable dependiente.
- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar, elementos de la relación y función tales como forma de representación (verbal, tabular, simbólica y gráfica), variable independiente y variable dependiente.

Concepto 2: razón y variación.

Elementos: tiempo y tipo (directa, inversa, acelerada, convergente, cíclica y escalonada).

- **Nivel Uni-estructural:** identificar, reconocer o localizar un elemento de la razón y cambio tales como tiempo y tipo (directa, inversa, acelerada, convergente, cíclica y escalonada).
- **Nivel Multi-estructural:** identificar, distinguir, enumerar, listar o describir elementos de la razón y cambio tales como tiempo y tipo (directa, inversa, acelerada, convergente, cíclica y escalonada).
- **Nivel Relacional:** analizar, ordenar, comparar, contrastar, explicar, interpretar, integrar, sintetizar o argumentar, entre otras, elementos de la razón y cambio tales como tiempo y tipo (directa, inversa, acelerada, convergente, cíclica y escalonada).
- **Nivel Abstracto Ampliado:** generalizar, formular, reflexionar, elementos de la razón y cambio tales como tiempo y tipo (directa, inversa, acelerada, convergente, cíclica y escalonada).

LOS RESULTADOS Y LOS DESAFÍOS PEDAGÓGICOS

Se hacen dos aplicaciones de la prueba por semestre: una prueba de entrada o diagnóstica, al inicio del semestre, con el propósito de tener una radiografía/visión panorámica o una visión general de conjunto acerca de cómo llegan los estudiantes a asumir su primer curso de matemática, y una segunda aplicación en la semana 17, correspondiente a la evaluación final del primer semestre, con el propósito de conocer el dominio cognitivo alcanzado por el estudiante al finalizar el curso.

El número de ítems elaborados y revisados por el asesor externo, en las últimas pruebas y como protocolo en el SIEA, es de 45 por prueba. Estos ítems también son validados según su desempeño estadístico, identificando los ítems que tenían problemas con los parámetros, cuáles con indicadores adecuados, lo que permitió encontrar detalles y errores en el diseño y, por lo tanto, corroborar lo que estadísticamente se decía de cada uno de los 45 ítems en cada prueba.

La prueba de entrada ha permitido identificar riesgos y fortalezas al analizar los resultados de la prueba junto con los de Saber 11 en la componente matemática y así definir planes de mejoramiento que se socializan con los profesores para que puedan trabajarlos en las aulas y en las actividades que ellos van a diseñar; la prueba de salida, al terminar el semestre, corresponde al examen final de cada asignatura y hace parte de la cuarta calificación con un peso del 30%.

Los resultados son objeto de un análisis profundo que implica tomar la decisión de reestructurar las asignaturas involucradas en la prueba (Matemáticas Fundamentales y Fundamentos en Matemáticas), con base en el

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



enfoque por competencias, lo cual converge en el diseño de actividades de aprendizaje para el antes, durante y después de cada clase, con el propósito de ir delineando la evaluación parcial y final con este enfoque, esto es, ir construyendo también los ítems que se usarán en la prueba final.

Por otro lado, en el tránsito de la prueba de entrada a la prueba de salida, se analizó el tipo de prueba escrita que realizaban los profesores a cargo de estas asignaturas, identificando tipologías, concepciones y visiones muy dispersas por parte de los profesores con respecto a la evaluación, lo que generó al interior del grupo reuniones, tipo seminario, para capitalizar los resultados en el espíritu de la reflexión e innovación en las propuestas de evaluación de los aprendizajes de los estudiantes. Fruto de la discusión planteada se diseñaron guías de aprendizaje con la intención de delinear los propósitos y énfasis necesarios de estas asignaturas para que los estudiantes puedan hacer la transición de la matemática del nivel medio a la universitaria, en este diseño se contemplan tres momentos:

Antes: los estudiantes mediante una consigna de preguntas consultan algunos conceptos previos a la temática a desarrollar en la clase.

Durante: actividades de aprendizaje de trabajo conjunto profesor-estudiante en el aula de clase.

Después: actividades de aprendizaje para propiciar y fomentar el trabajo independiente de los estudiantes.

50 La experiencia ha permitido, por parte de los profesores, un lenguaje común y acuerdo en muchos aspectos tales como: conceptos,

notación, calidad de los ejercicios. Para los estudiantes, la propuesta ha permitido el reconocimiento que en el aprendizaje hay un alto grado de corresponsabilidad y adicionalmente ha generado una dinámica diferente en el aula de clase, donde han pasado de ser estudiantes pasivos a estudiantes que desarrollan las actividades de aprendizaje con el acompañamiento del profesor y así se van generando los primeros rasgos de autonomía en su proceso de aprendizaje.

Dentro de los principales logros y desafíos del SIEA para el caso de matemática, se considera:

- Tener una mirada crítica hacia la evaluación, esto es, considerar la evaluación como un objeto de investigación e indagación permanente.
- Desarrollar experiencias en el diseño de actividades de aprendizaje con este enfoque.
- Rediseñar las asignaturas involucradas en las pruebas, atendiendo al análisis de los resultados.
- Propiciar la constitución de un grupo de trabajo líder, que permee al resto de profesores que imparten estas asignaturas.
- Realizar cambios profundos en las prácticas de aula por parte de los profesores, lo cual ha implicado mejores relaciones y discusiones académicas con los estudiantes.
- Mejorar los desempeños de los estudiantes al asumir que ellos son corresponsables de su aprendizaje en alto grado; esto ha

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



posibilitado la dinámica de aula en la que los estudiantes pasivos se transforman en estudiantes que desarrollan las actividades de aprendizaje con el acompañamiento del profesor, generando los primeros rasgos de autonomía en el proceso de aprendizaje de la matemática, lo cual se puede evidenciar en los indicadores de aprobación de estas asignaturas, al cambiar del 60% en el 2014-3 al 73% en el 2016-1. Para el 2017 -1, el porcentaje de aprobación fue del 79%, para el periodo 2017-3 fue del 77%.

EJEMPLO DE CONTEXTOS E ÍTEMS

A continuación, se presentan los ítems de una prueba de matemática aplicada; en cada uno de ellos aparece la descripción del ítem, el dominio temático, el proceso matemático, el nivel, la clave, la explicación de la opción correcta, los parámetros estadísticos y los porcentajes de respuesta para cada opción.

Al revisar los ítems se puede observar que no ha sido fácil el tránsito de diseñar pruebas basadas netamente en los contenidos a pruebas con un enfoque de competencia.

Ítem 1:

CONTEXTO

Históricamente, en Puerto Rico han ocurrido incidentes como el del año 1962, en el cual un carguero italiano derramó 3,5 millones de litros de petróleo, frente al puerto de Guayanilla en la costa Sur de Puerto Rico. Luego, en marzo de 1968, el carguero Ocean Eagle derramó 9 millones de litros de petróleo al partirse su casco en la Bahía de San Juan y durante marzo de 1973 un tanquero griego derramó 6 millones de litros en las costas de La Parguera en la porción Suroeste de Puerto Rico.

El 7 de enero de 1994, la barcaza Morris J. Berman (MJB) derramó petróleo en el Océano Atlántico, cercano al área de El Escambrón en la costa Norte de Puerto Rico, y a corta distancia de la Bahía de San Juan. El remolcador Emily C. Vestalia remolcaba a la barcaza mediante un cable de acero. Este cable se parte y la barcaza se va a la deriva, siendo empujada, mediante la acción del oleaje, hacia un arrecife, encallándose en el mismo. La barcaza estaba cargada con 1,5 millones de galones de combustible y de sus nueve (9) tanques, al menos dos (2) sufrieron daños. Luego se determina que son varios los compartimientos afectados. El estimado preliminar señala que se habían derramado unos 200.000 galones. Esta barcaza de 302 pies de largo y 90 pies de ancho tenía capacidad de diseño para transportar 3 millones de galones de petróleo. Debido al mal tiempo, la barcaza sufrió daños adicionales y empezó a salir más combustible de la misma.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



El día 14 de enero se comienza una evaluación de alternativas para la disposición final del MJB. La opción seleccionada fue hacer flotar la barcaza, remolcarla y hundirla a unos seis mil (6.000) pies de profundidad a veinte (20) millas al Norte de Puerto Rico. Barcos especializados seguirían la ruta de la barcaza para recoger el derramado durante el trayecto, en el caso que aún haya combustible en la barcaza. Esta acción se llevó acabo el día 15 de enero de 1994 a las 6:30 p.m.

El derrame afectó las industrias del turismo y la pesca, así como la vida silvestre a lo largo de las costas de Puerto Rico, isla de Culebra e isla de Vieques. Este incidente tuvo importantes impactos duraderos sobre los recursos biológicos y naturales de toda la zona puertorriqueña; fue el primero en ocurrir en aguas de los EE. UU. después de la aprobación de la Ley de Contaminación por Petróleo de 1990.

Fuente: Babá Peebles. J. J (2010). Costos ambientales sobre el Derrame de petróleo proveniente de la Barcaza Morris J. Berman. Programa de Emergencias ambientales y superfondo de Junta de Calidad Ambiental. Santurce, Puerto Rico.

Con base en la información descrita en el contexto, conteste las siguientes preguntas:

1. Si a partir del segundo día la barcaza libera 16.000 galones más que en el primer día, en el tercer día 16.000 galones más que en el segundo día y así sucesivamente, la función que describe la totalidad del combustible liberado por la barcaza los primeros n días es:



a. $f(n) = \begin{cases} 8.000n^2 + 192.000n, & \text{para } 1 \leq n \leq 6 \\ 0, & \text{para } n > 6 \end{cases}$

b. $f(n) = \begin{cases} 8.000n^2 + 192.000n, & \text{para } n = \{1,2,3,4,5,6\} \\ 1'500.000, & \text{para } n = 7 \\ 0, & \text{para } n > 7; n \in \mathbb{Z} \end{cases}$

c. $f(n) = \begin{cases} 8.000n^2 + 192.000n, & \text{para } 1 \leq n \leq 6 \\ 1'500.000, & \text{para } n = 7 \\ 0, & \text{para } n > 7 \end{cases}$

d. $f(n) = \begin{cases} 8.000n^2 + 192.000n, & \text{para } n = \{1,2,3,4,5,6\} \\ 0, & \text{para } n > 6 \end{cases}$

Respuesta correcta: B

Nivel de desempeño: Abstracto Ampliado.

Competencia: Modelar.

Dominio: Familia de Funciones.

Descripción: Si reconocemos que la liberación de combustible define una sucesión aritmética, pueden usar fórmulas para calcular la suma de los primeros términos.

Solución:

n: # días derrame de petróleo; $r = 16.000$ y $a_0 = 200.000$, entonces $T_n = 200.000 + (n - 1)16.000$, por lo tanto la suma de los n primeros términos es: $P_n = 192.000n + 8000n^2$: cantidad total de petróleo en n días.

El día 6 ($n = 6$) ha liberado 1'440.000 galones, por lo tanto en $n = 7$ se ha liberado el total, esto es, 1'500.000 galones

Determinar el dominio de la función.

Contexto: Social.

2. Si el 15 de enero a las 6:30 p.m. se habían liberado 1.314.000 galones de petróleo, ¿Cuántos galones de petróleo fueron hundidos con la barcaza?
- a. 100.000 galones.
 - b. 150.000 galones.
 - c. 186.000 galones.**
 - d. 190.000 galones.

Respuesta: C

Nivel de desempeño: Uniestructural.

Competencia: Emplear.

Dominio: Conceptos básicos del álgebra.

Descripción: Conociendo la cantidad de petróleo que llevaba la barcaza se hace una resta con la cantidad que le quedaba el 15 de enero

Solución: $1.500.000 - 1.314.000 = 186.000$

Contexto: Social.

3. Mil cien (1.100) trabajadores se reunieron después del derrame para limpiar las áreas afectadas. La limpieza y evaluación del derrame, laborando 8 horas diarias, duró 114 días. Las horas-hombre aportadas por los trabajadores fueron de:
- a. A lo más de 800.000 horas-hombre.
 - b. 850.000 horas-hombre.

c. 1.003.200 horas-hombre.

d. Por lo menos 1.500.000 horas-hombre.

Respuesta: C

Nivel de desempeño: Multiestructural.

Competencia: Emplear.

Dominio: Conceptos básicos del álgebra.

Descripción: Se debe hacer una multiplicación con la información dada.

Solución: $1100 \text{ hombres} * 114 \text{ días} * 8 \text{ horas} = 1.003.200$

Contexto: Social.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



4. La barcaza derramó petróleo a una razón constante. Al comienzo del derrame la barcaza tenía 1,5 millones de galones y al cabo de 5 horas le quedaban 1.465.500 galones. Asumiendo una relación lineal entre el número de horas transcurridas y la cantidad de petróleo restante en la barcaza, ¿cuánto tiempo tardaría la barcaza en derramar justo la mitad de su petróleo?

a. 100 horas aproximadamente.

b. 105 horas aproximadamente.

c. 109 horas aproximadamente.

d. 104 horas aproximadamente.

Respuesta: C

Nivel de desempeño: Relacional.

Competencia: Modelar.

Dominio: Familia de funciones.

Descripción: Con la información se formula la función afín .

Solución: Hallar t en la ecuación $750.000 = -6.900t + 1.500.000$

Contexto: Social

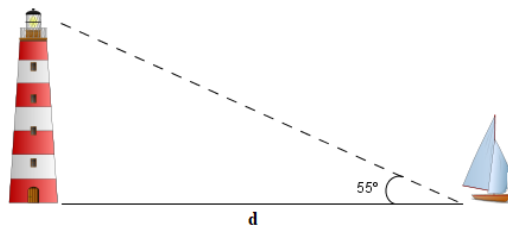
5. Si desde la barcaza J. Morris se observa, con un ángulo de elevación de 55° , al vigilante de un faro ubicado en la costa de Puerto Rico, a 120 metros de altura sobre el nivel del mar, como se muestra en la Figura 1. La distancia (d) de la barcaza al faro es aproximadamente de:

a. 84 metros.

b. 85 metros.

c. 86 metros.

d. 83 metros.



58 Figura 1: Posición de la barcaza respecto al faro

Respuesta: A.

Nivel de desempeño: Relacional.

Competencia: Emplear.

Dominio: Espacio y medida.

Descripción: Aplicar razones trigonométricas (tangente).

Solución: $\approx 84,0249$.

Contexto: Social.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**



Explicación de los desempeños

Ítem 1:

La opción correcta es la B); el 32% de la población acertó. Le sigue la opción C) con el 27%; los estudiantes que responden esta opción están analizando correctamente la información, pero están asumiendo que la función es continua en un intervalo. La siguiente opción es la A) con un 22% de los evaluados que la marcaron; los estudiantes, en este caso, utilizan la serie geométrica, pero la solución la acotan de manera continua en un intervalo de 6 días y no es correcta la condición $n > 6$, dado que para $n = 7$ quedan por librerar 60.000 galones, y la última opción es la D) con el 18%, se observa que los estudiantes analizan correctamente la información del problema, pero les faltó observar que para $n = 7$ ya se derramó los 1.500.000 galones.

Ítem 2:

La opción correcta es la C) con un 58% de acierto. Le sigue la opción B) con un 20%; aquí se observa un razonamiento erróneo dado que esta opción es un distractor. La opción que sigue es la D) con un 13%, donde se observa que los estudiantes de manera rápida encuentran esta respuesta, que también es un distractor. La última opción es la A) con 9%, de la cual se infiere que el estudiante escoge la opción sin ningún razonamiento dado que es otro distractor.

Ítem 3:

La opción correcta es la C) con un 47% de acierto por parte de la población; la opción A) fue señalada por el 25%; aquí se observa que los estudiantes, al encontrar el término A lo más, no realizan ningún cálculo y optan intuitivamente por asignar un valor de verdad. La opción B) con un 22%, se podría decir que es consecuencia del pensamiento intuitivo. La última opción es la D) con 6% y se infiere que los estudiantes, al encontrar el término Por lo menos, no realizan ningún cálculo y optan intuitivamente por asignar un valor de verdad.

Ítem 4:

La opción correcta es la C); el 37% de la población acertó. Le sigue la opción B) con el 32%; se observa que los estudiantes se equivocaron al calcular la pendiente, en este caso $m = -7100$,



por lo tanto, $t = 105,63$. La D) fue marcada por el 11% de los evaluados; se infiere que los estudiantes están calculando equivocadamente la pendiente, en este caso $m = -7200$, por lo tanto, $t = 104,17$. En la opción A), marcada por el 20%, se observa de nuevo un cálculo erróneo de la pendiente, en este caso $m = -7500$, por lo que $t = 100$.

Ítem 5:

La opción correcta es la A); el 33% de la población acertó. Le sigue la opción B) con un 32%, en este caso los estudiantes identifican la relación del cateto adyacente con el ángulo que hace falta, pero se equivocan al interpretar el 120 como una hipotenusa, calculado $120 \cos(45^\circ) = 84,85$. Las opciones C) con 22% y la D) con un 13% son distractores, por lo tanto, los estudiantes al escogerlas no están razonando matemáticamente, solo están usando el azar.

Algunas conclusiones

- El SIEA es un proyecto en construcción, avanza por fases y en la medida en que hay cambios curriculares y normativos, también se transforma, por lo que es necesario seguir profundizando en:
- La retroalimentación en el informe de evaluación (de los resultados) o de reporte de la prueba tanto a profesores como a estudiantes y directivos, en el sentido de caracterizar minuciosamente el nivel de desempeño del estudiante y lo que es capaz de hacer.

- La ampliación del banco de ítems del instrumento de evaluación, con el diseño de ítems con parámetros altos de calidad que cubran todo el espectro de la tabla de especificaciones, para que se pueda fijar la escala de la prueba que determina la dificultad de los ítems y la habilidad de los estudiantes, y así, poder identificar los ítems de anclaje que determinan los diferentes niveles y, por ende, los rangos de calificaciones de los estudiantes.
- Se requiere hacer la equivalencia y la comparabilidad de las pruebas aplicadas para la trazabilidad del aprendizaje de los estudiantes y calcular su valor académico agregado.
- La investigación en evaluación dado que es un nicho próspero y poco explorado en el caso particular de matemáticas en educación superior, ofrece propuestas para proyectos específicos que devienen de los análisis, reflexiones y hallazgos obtenidos de los resultados de la prueba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOFI. (2015). *Las matemáticas en ingeniería*. ACOFI – Colombia.
- Barnett, R. (2001). *Los límites de la competencia*. Gedisa.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Narcea.
- Blomhøj, M., & Jensen, T.H. (2003). Developing mathematical modelling competence. Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123-139.
- Camarena, P. (1995). “La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería”, *Memorias del XXVIII Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana*, pp. 28-34.
- Camarena, P. (2006). La matemática en el contexto de las ciencias en los retos educativos del siglo XXI. *Científica*, 10 (4), 167-173.
- Castro, A., Prat, M. y Gorgorió, N. (2016). Conocimiento conceptual y procedimental en matemáticas: su evolución tras décadas de investigación. *Revista de Educación*, 374, 43-68.
- Fey, J. T. (1998). Cantidad. En: Steen, L. A. (Ed.). *La Enseñanza Agrable de las Matemáticas*. Limusa Noriega Editores.
- Gallardo, J., González, J. L. & Quispe, W. (2008). Interpretando la comprensión matemática en escenarios básicos de valoración: Un estudio sobre las interferencias en el uso de los significados de la fracción. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 11(3), 355-382.



- Gellert, U. (2009). ¿Qué significa pedagogía crítica frente a la sociedad matematizada? *Integra Educativa. Revista de Investigación Educativa*, 11 (1), 145-159.
- Godino, J. D. (2002). Competencia y comprensión matemática: ¿qué son y cómo se consiguen? *Uno. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 29, 9-19.
- González, J y Wagenaar, R. (eds). (2003). *Tuning educational structures i Europe. Informe Final. Fase uno*. Universidad de Deusto y Universidad de Groningen.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación-ICFES. (2015). *Marco de referencia para la evaluación. Módulo de Razonamiento cuantitativo. Saber 11, Saber Pro*. Ministerio de Educación Nacional.
- Jurado, F., García, G. y Bogoya, D. (2015). *El sistema institucional de evaluación de los aprendizajes de los estudiantes*. Universidad Autónoma de Occidente.
- Ministerio de Educación Nacional-MEN. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Ministerio de Educación Nacional.
- Moreno. M. de M. (2005). El papel de la didáctica en la enseñanza del cálculo: evolución, estado actual y retos futuros (Ponencia). En: Maz, Alexander; Gómez, Bernardo; Torralbo, Manuel (Eds.). *Noveno Simposio de la Sociedad Española de Educación Matemática SEIEM* (pp. 81-96). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.

Niss, M & Højgaard, T. (2011). Competencies and Mathematical Learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark.

OCDE. (2013). PISA 2012. *Assessment and Analytical Framework Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. OECD Publishing.

Pérez, J. (2010). Habilidades Matemáticas para el buen desempeño del Ingeniero. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 23, 29-34.

Rodríguez, O., Salguero, B., Palomino, E., Caicedo, R. y García, G. (2015). El sistema institucional de evaluación de los aprendizajes de los estudiantes. Caso: Matemáticas. Vicerrectoría Académica. Cali: Universidad Autónoma de Occidente.

Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la Educación Matemática Crítica* (Trad. Paola Valero). Una empresa docente.

Thompson, P. W., & Smith III, J. (2007). Quantitative Reasoning and the Development of Algebraic Reasoning. In: Kaput, J. J., Carraher, D. W. & Blanton, M. L. (Eds.). *Algebra in the early grades* (pp. 95-132). Erlbaum.

Steen, L.A. (1998). *La enseñanza agradable de las matemáticas. Colección Textos Politécnicos. Serie Matemáticas*. Limusa.

UAO. (2011). Proyecto Educativo Institucional. Resolución de Consejo Superior No 498 de septiembre de 2011.

**MARCO
CONCEPTUAL
ENFOQUES Y
ESTRUCTURA**

**PRUEBA DE
MATEMÁTICA**





El Sistema Institucional de Evaluación de los Aprendizajes - SIEA - de la Universidad Autónoma de Occidente es una estrategia de desarrollo y apoyo académico que aporta información válida, confiable y oportuna para el monitoreo y cumplimiento de los indicadores de calidad educativa. Para ello, entre otros recursos, se vale de las pruebas estandarizadas, de entrada y de salida de las 11 áreas de conocimiento, desde las cuales se monitorea el valor agregado de los cursos, se obtiene información para el mejoramiento pedagógico y curricular y se logran conocer en detalle los dominios cognitivos de los profesionales en formación, para llevarlos más lejos y potenciarlos.

Acorde con lo anterior, la construcción de los instrumentos estandarizados incluye la definición de los Marcos Teóricos, que son consensuados por la comunidad académica de los profesores de cada área; en ellos, el lector encuentra los detalles del qué, para qué y cómo evaluar.

Dichos Marcos se renuevan con periodicidad, máxime que vivimos en un mundo de cambios vertiginosos, en el que las habilidades y destrezas exigidas no son las mismas, están en permanente evolución y en el que el objetivo de la educación no es la recopilación y memorización de información, sino que nos enfrentamos a una perspectiva más amplia y dinámica del conocimiento.

Cada uno de los Marcos integra el concepto de competencia en el área y su importancia en la sociedad actual; explicita el constructo que será evaluado, así como las características que se representarán en las actividades de las pruebas; se detallan los aspectos operacionales de la evaluación, cómo se medirán de acuerdo con la taxonomía por la cual ha optado la Universidad y se presentan algunos ejemplos de los ítems.

El lector encontrará -a manera de seriado- los 11 Marcos Teóricos de las respectivas áreas del SIEA, y se anticipa la posibilidad de ampliación a nuevas áreas y modalidades.

ISSN: 2744-970X

