



MARCO DE REFERENCIA  
PARA LA EVALUACIÓN,  
ICFES

# Módulo de Razonamiento cuantitativo

Saber 11.º | Saber Pro

Presidente de la República  
Juan Manuel Santos Calderón

Ministra de Educación Nacional  
Gina María Parody d'Echeona

Viceministro de Educación Preescolar, Básica y Media  
Luis Enrique García De Brigard

Publicación del Instituto Colombiano para la  
Evaluación de la Educación (ICFES)  
© ICFES, 2015.  
Todos los derechos de autor reservados.

Elaboración colectiva del documento a cargo  
del equipo de Matemáticas del ICFES  
y asesores externos

Vivian Isabel Dumar Rodríguez | ICFES  
Andrés Felipe Perico Valcárcel | ICFES  
Rafael Eduardo Benjumea Hoyos | ICFES  
Mariam Pinto Heydler | ICFES  
Campo Elías Suárez Villagrán | ICFES  
Reinaldo José Bernal Velásquez | Asesor externo  
Oscar Felipe Bernal Pedraza | Asesor externo  
Carlos Eduardo Vasco | Asesor externo

Lectores externos  
Bruno d'Amore  
Martha Isabel Fandiño

*Para la elaboración de este marco de referencia se tuvieron en cuenta distintos documentos de trabajo internos del ICFES. Asimismo, a lo largo del proceso de conceptualización se contó con la participación de diversos expertos en el área, quienes analizaron y valoraron los contenidos planteados. En esta medida, el ICFES expresa su agradecimiento a todos estos colaboradores que facilitaron la creación del presente texto.*

Directora General  
Ximena Dueñas Herrera

Secretaria General  
María Sofía Arango Arango

Director de Evaluación  
Hugo Andrés Gutiérrez Rojas

Directora de Producción y Operaciones  
Franca Jiménez Franco

Directora de Tecnología  
Ingrid Picón Carrascal

Jefe Oficina Asesora de Comunicaciones y Mercadeo  
Diego Fernando Suárez Manzur

Jefe Oficina Gestión de Proyectos de Investigación  
Luisa Fernanda Bernat Díaz

Subdirectora de Producción de Instrumentos  
Claudia Lucía Sáenz Blanco

Subdirectora de Diseño de Instrumentos  
Flor Patricia Pedraza Daza

Subdirectora de Análisis y Divulgación  
Silvana Godoy Mateus

Edición del documento  
Daniela Morales Becerra

Diseño y diagramación  
Gustavo Andrés Álvarez Mejía

ISBN de la versión digital: 978-958-11-0679-0

Bogotá, D. C., septiembre de 2015

## TÉRMINOS Y CONDICIONES DE USO PARA PUBLICACIONES Y OBRAS DE PROPIEDAD DEL ICFES

El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) pone a la disposición de la comunidad educativa y del público en general, **DE FORMA GRATUITA Y LIBRE DE CUALQUIER CARGO**, un conjunto de publicaciones a través de su portal [www.icfes.gov.co](http://www.icfes.gov.co). Dichos materiales y documentos están normados por la presente política y están protegidos por derechos de propiedad intelectual y derechos de autor a favor del ICFES. Si tiene conocimiento de alguna utilización contraria a lo establecido en estas condiciones de uso, por favor infórmenos al correo [prensaicfes@icfes.gov.co](mailto:prensaicfes@icfes.gov.co).

Queda prohibido el uso o publicación total o parcial de este material con fines de lucro. **Únicamente está autorizado su uso para fines académicos e investigativos**. Ninguna persona, natural o jurídica, nacional o internacional, podrá vender, distribuir, alquilar, reproducir, transformar\*, promocionar o realizar acción alguna de la cual se lucre directa o indirectamente con este material. Esta publicación cuenta con el registro ISBN (International Standard Book Number, o Número Normalizado Internacional para Libros) que facilita la identificación no solo de cada título, sino de la autoría, la edición, el editor y el país en donde se edita.

En todo caso, cuando se haga uso parcial o total de los contenidos de esta publicación del ICFES, el usuario deberá consignar o hacer referencia a los créditos institucionales del ICFES respetando los derechos de cita; es decir, se podrán utilizar con los fines aquí previstos transcribiendo los pasajes necesarios, citando siempre al ICFES como fuente de autor. Lo anterior siempre que los pasajes no sean tantos y seguidos que razonadamente puedan considerarse como una reproducción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del ICFES.

Asimismo, los logotipos institucionales son marcas registradas y de propiedad exclusiva del ICFES. Por tanto, los terceros no podrán usar las marcas de propiedad del ICFES con signos idénticos o similares respecto de cualesquiera productos o servicios prestados por esta entidad, cuando su uso pueda causar confusión. En todo caso queda prohibido su uso sin previa autorización expresa del ICFES. La infracción de estos derechos se perseguirá civil y, en su caso, penalmente, de acuerdo con las leyes nacionales y tratados internacionales aplicables.

El ICFES realizará cambios o revisiones periódicas a los presentes términos de uso, y los actualizará en esta publicación.

***El ICFES adelantará las acciones legales pertinentes por cualquier violación a estas políticas y condiciones de uso.***

---

\* La transformación es la modificación de la obra a través de la creación de adaptaciones, traducciones, compilaciones, actualizaciones, revisiones y, en general, cualquier modificación que de la obra se pueda realizar, de modo que la nueva obra resultante se constituya en una obra derivada protegida por el derecho de autor, con la única diferencia respecto de las obras originales de que aquellas requieren para su realización de la autorización expresa del autor o propietario para adaptar, traducir, compilar, etcétera. En este caso, el ICFES prohíbe la transformación de esta publicación.

# Contenido

<b>Introducción</b> .....	6
<b>1. Marco normativo</b> .....	7
1.1 Saber 3.°, 5.°, 7.° y 9.° .....	7
1.2 Saber Pro .....	7
1.3 Saber 11.° .....	8
1.4 Alcance de los exámenes de Estado .....	8
<b>2. El concepto de <i>razonamiento cuantitativo</i></b> .....	10
2.1 Antecedentes del concepto de <i>razonamiento cuantitativo</i> .....	10
2.2 ¿Qué es el razonamiento cuantitativo? .....	14
<b>3. Antecedentes en la evaluación de razonamiento cuantitativo</b> .....	16
3.1 TIMSS .....	16
3.2 PISA .....	17
3.3 AHELO .....	18
<b>4. El razonamiento cuantitativo como competencia genérica</b> .....	19
<b>5. El razonamiento cuantitativo en las evaluaciones del ICFES</b> .....	21
5.1 El razonamiento cuantitativo y los lineamientos del MEN .....	21
5.2 Competencias de razonamiento cuantitativo .....	22
<b>6. Estructura de los módulos de Razonamiento cuantitativo</b> .....	27
6.1 Tipos de contexto .....	27
6.2 Contenidos .....	27

6.3	Cantidad y tipo de preguntas .....	29
6.3.1	Saber 11.º .....	29
6.3.2	Saber Pro .....	30
<b>7.</b>	<b>Ejemplos de preguntas .....</b>	<b>31</b>
	<b>Apéndice .....</b>	<b>41</b>
	<b>Referencias .....</b>	<b>42</b>



# INTRODUCCIÓN

En este marco de referencia, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES) presenta las pruebas de Razonamiento cuantitativo que forman parte de los exámenes Saber 11.º (a partir del 2.º semestre de 2014) y Saber Pro; en Saber 11.º, la prueba de Razonamiento cuantitativo se incluye como subprueba dentro de la prueba de Matemáticas. El objetivo principal de este documento es responder las siguientes preguntas: ¿qué competencias se evalúan mediante las pruebas de Razonamiento cuantitativo?, ¿por qué se han seleccionado estas competencias? y ¿cómo se evalúan estas competencias en las pruebas?

El *razonamiento cuantitativo*, según la definición que el ICFES ha adoptado, es el conjunto de elementos de las matemáticas, sean estos conocimientos o competencias, que permiten a un ciudadano tomar parte activa e informada en los contextos social, cultural, político, administrativo, económico, educativo y laboral. Ahora bien, por *competencia* se entiende un “conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socioafectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad o de cierto tipo de tareas en contextos relativamente nuevos y retadores” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 49). Las pruebas correspondientes, entonces, se enfocan en la evaluación de tres competencias que, como se describirá más adelante, recogen los diferentes procesos cognitivos que involucra el razonamiento cuantitativo. Estas son: 1) Interpretación y representación, 2) Formulación y ejecución y 3) Argumentación.

Mediante las pruebas de Razonamiento cuantitativo se responde simultáneamente a dos grandes objetivos: evaluar un conjunto de competencias básicas que requieren todos los estudiantes que esperan ingresar en un programa de educación superior o incorporarse en la vida laboral, y posibilitar la medición del valor agregado de la educación superior frente a la educación media en lo que se refiere a la formación en razonamiento cuantitativo.

En la primera sección de este documento, se describe brevemente el marco legal que rige la evaluación de la educación en Colombia por parte del ICFES. En la segunda sección, se exponen algunas consideraciones a propósito de las aproximaciones, significados y definiciones asociados al concepto de *razonamiento cuantitativo*. En la tercera sección, se mencionan algunos antecedentes, a nivel nacional e internacional, de la evaluación del razonamiento cuantitativo. En la cuarta sección, se presenta el razonamiento cuantitativo como un área que involucra competencias de tipo genérico. En la quinta sección, se exponen cuáles son las competencias que, bajo la conceptualización propuesta por el ICFES, involucra el razonamiento cuantitativo y cómo estas se relacionan con los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional. En la sexta sección, se explica la estructura de los módulos de Razonamiento cuantitativo de Saber 11.º y Saber Pro. En la séptima y última sección, se incluyen algunos ejemplos de preguntas del módulo de Razonamiento cuantitativo de Saber Pro. Adicionalmente, podrán encontrarse, al final del documento, un apéndice y el listado de referencias bibliográficas.



# 1. MARCO NORMATIVO

Los exámenes de Estado que realiza el ICFES están sustentados en la Ley 1324 de 2009. En esta ley se establece que el objeto del ICFES es “ofrecer el servicio de evaluación de la educación en todos sus niveles y adelantar investigación sobre los factores que inciden en la calidad educativa, con la finalidad de ofrecer información para mejorar la calidad de la educación” (artículo 12.º). Para estos efectos, en esta ley se le asigna al ICFES la función de desarrollar la fundamentación teórica de los instrumentos de evaluación, así como las de diseñar, elaborar y aplicar estos instrumentos, de acuerdo con las orientaciones que defina el Ministerio de Educación Nacional —MEN— (artículo 12.º, numeral 2).

En este marco legal, el ICFES diseña, desarrolla, aplica, califica y entrega resultados de dos exámenes de Estado, Saber 11.º y Saber Pro. Adicionalmente, realiza un examen nacional por encargo del MEN para las pruebas de la educación básica, Saber 3.º, 5.º, 7.º y 9.º.

Cada una de estas evaluaciones tiene su respaldo en distintas leyes, decretos y normativas que aplican para cada una de ellas. A continuación se describen brevemente las normas asociadas a cada examen, a partir de lo dispuesto en la Ley 1324 de 2009.

## 1.1 Saber 3.º, 5.º, 7.º y 9.º

Desde comienzos de la década de los noventa, el ICFES ha desarrollado e implementado el programa de evaluación Saber para educación básica. Este programa, conformado hoy por los exámenes Saber 3.º, 5.º, 7.º y 9.º, forma parte del Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación<sup>1</sup>. Como establece la Ley General de Educación, la operación de este sistema está a cargo del MEN y del ICFES (junto con las entidades territoriales) y su objetivo es “velar por la calidad [educativa], por el cumplimiento de los fines de la educación y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos[...] [de manera que] sea base para el establecimiento de programas de mejoramiento del servicio público educativo” (Ley 115 de 1994, artículo 80.º). Adicionalmente, a partir de la Ley 715 de 2001 se determinó que los exámenes Saber para la educación básica son de carácter obligatorio y de tipo censal, y que deben aplicarse cada tres años.

## 1.2 Saber Pro

La Ley 1324 de 2009 establece el Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior, Saber Pro, como un instrumento estandarizado para la evaluación externa de la calidad de la

<sup>1</sup> En el apéndice que se encuentra al final del documento, se incluye un cuadro de la estructura general de este sistema.

educación superior (artículo 7.º). También conforma, con otros procesos y acciones, el Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, de manera que es otro de los instrumentos de los que el Gobierno nacional “dispone para evaluar la calidad del servicio público educativo y ejercer su inspección y vigilancia” (Decreto 3963, 2009, artículo 1.º). Según reglamenta el anterior decreto, el diseño definitivo de los nuevos exámenes Saber Pro tendrá una vigencia de por lo menos doce años (artículo 3.º). Una vez sea adoptado de manera definitiva cada módulo de los exámenes, será posible iniciar la generación de resultados comparables.

### 1.3 Saber 11.º

El Examen de Estado para el Ingreso a la Educación Superior, también denominado Examen de Estado de la Educación Media, Saber 11.º, se estableció como un requisito para ingresar a la educación superior en la Ley 30 de 1992 (artículo 14.º), de manera que sirviera a las universidades para propósitos de admisión de estudiantes.

El Decreto 869 de 2010 reglamenta la aplicación de este examen en el territorio nacional. Establece que es un instrumento estandarizado para la evaluación externa y que su estructura esencial “se mantendrá por lo menos doce (12) años” (artículos 1.º y 2.º). El examen integra, junto con los que se aplican en educación básica y al finalizar el pregrado, el Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación (artículo 1.º). En este sentido, también tiene como propósito evaluar la calidad de la educación impartida por los colegios. Esto quedó reglamentado en el Decreto 2343 de 1980, el mismo que volvió obligatoria la presentación del examen para ingresar a cualquier programa de educación superior (artículo 1.º). Adicionalmente, se estableció que el ICFES debía reportarle al MEN la información agregada de resultados por colegios, con el fin de que esa entidad tomara las medidas que aplicaran.

### 1.4 Alcance de los exámenes de Estado

Vale la pena señalar qué instancias participan en los procesos de la evaluación de la educación, y de qué manera lo hacen. Por un lado, las funciones que le competen al ICFES, al MEN y a otras entidades en la evaluación de la educación básica, media y superior se delimitan de la siguiente manera. El MEN define las políticas, los propósitos y los usos de las evaluaciones, al igual que los referentes de lo que se desea evaluar, en consulta con los grupos de interés. También hace seguimiento a estrategias y planes de mejoramiento. Así, a partir de los criterios definidos por el MEN, el ICFES diseña, construye y aplica las evaluaciones; analiza y divulga los resultados, e identifica aspectos críticos. Gracias al desarrollo de estas funciones, otras entidades, como las Secretarías de Educación, los establecimientos educativos y las instituciones de educación superior, plantean, implementan y coordinan planes de mejoramiento.



Por otro lado, la asesoría académica y técnica también forma parte del desarrollo de las evaluaciones. Como se decía, se estableció que el diseño y la estructura de los exámenes de Estado tendrán una vigencia de por lo menos doce años. Los lineamientos para el diseño de los nuevos exámenes se definieron de acuerdo con la política de formación por competencias del MEN. Estas evaluaciones se han desarrollado en todas sus etapas (diseño, construcción de instrumentos, validación, calificación) con la participación permanente de las comunidades académicas y de las redes y asociaciones de facultades y programas, tanto en lo que se refiere a la educación básica y media como a la superior. Además, desde 2013 se ha contado con la puesta en funcionamiento de los comités técnicos de área, que son una instancia consultiva y asesora de la Dirección para monitorear y hacer seguimiento a las evaluaciones que realiza el ICFES. Esta instancia está conformada por consultores y expertos de alto nivel en las distintas áreas evaluadas en los exámenes Saber.

## 2. EL CONCEPTO DE RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

Podría pensarse que el razonamiento cuantitativo es un nuevo campo del conocimiento. Sin embargo, su historia es tan larga como la de las matemáticas. Parece novedoso porque la denominación “razonamiento cuantitativo” y su caracterización específica aparecieron recientemente: en la segunda mitad del siglo XX. A continuación se presenta un breve recorrido por la historia que llevó al concepto de *razonamiento cuantitativo*.

### 2.1 Antecedentes del concepto de *razonamiento cuantitativo*

Crowther (1959) es reconocido como el primer teórico en utilizar un concepto similar al de *razonamiento cuantitativo*: *alfabetización numérica*<sup>2</sup>. Lo hizo en un reporte presentado al Gobierno del Reino Unido sobre el estado de la educación de los jóvenes entre los 15 y los 18 años. En este discutía sobre la necesidad de que la totalidad de la población desarrollara un conjunto de habilidades y conocimientos básicos que posibilitara la comunicación fluida entre profesionales de diferentes áreas (sin olvidar que las matemáticas tienen mayor presencia en ciertas profesiones).

Para Crowther, la alfabetización numérica resultaba indispensable para cualquier ciudadano y no solo para aquellos que se desempeñaran en ingeniería, ciencias exactas, o similares. La concebía como la combinación de dos componentes fundamentales: la comprensión del método científico y la capacidad de pensar cuantitativamente y de entender nociones de estadística elemental (Crowther, 1959, pp. 270-271).

En una línea similar a la de Crowther, en su tiempo, y a través de un reporte a propósito de los conocimientos y habilidades matemáticas necesarios en la población del Reino Unido, el Comité de Apoyo a la Investigación en las Ciencias Matemáticas (COSRIMS, por sus siglas en inglés) señaló lo siguiente: primero, que en la medida en que las matemáticas tomaban cada vez mayor importancia en la sociedad, aumentaba la necesidad de que todos los ciudadanos tuvieran acceso a ella y desarrollaran un dominio básico. Segundo, que podía identificarse un conjunto de habilidades matemáticas esenciales para todo ciudadano y que este incluía, entre otras cosas: entender la noción de *fórmula*, aplicar fórmulas simples, obtener información a partir de gráficas y comprender enunciados con probabilidades. Tercero, que había la necesidad de hacer de la alfabetización matemática un propósito nacional (COSRIMS, 1968, pp. 5-6).

Desde los tiempos de Crowther, el uso de la expresión *alfabetización numérica* se generalizó rápidamente en el Reino Unido. Sin embargo, la noción correspondiente fue reinterpretada con la misma rapidez. Cockcroft (1982) encontró, durante la elaboración de un nuevo reporte para

<sup>2</sup> Se ha traducido *numeracy* por ‘alfabetización numérica’.

el Gobierno británico, que si bien profesores e instituciones empleaban con frecuencia el término *alfabetización numérica*, lo utilizaban con significados alejados del original. En su uso práctico, este término tan solo denotaba la capacidad de ejecutar operaciones aritméticas básicas.

En su reporte, Cockcroft reelaboró entonces la noción de *alfabetización numérica* buscando enriquecerla y acercarla a la idea original. La definió como la posesión de dos atributos: 1) la familiaridad con los números y la capacidad de hacer uso de las matemáticas de acuerdo con las necesidades de la vida cotidiana y 2) la habilidad de interpretar información representada en términos matemáticos, como porcentajes, tablas y gráficas (Cockcroft, 1982, p. 11).

Esta caracterización, de forma indirecta, enfatiza sobre dos aspectos de la alfabetización numérica: el uso de las matemáticas como una vía de comunicación y la necesidad de mostrar que la alfabetización numérica va más allá de la capacidad computacional. El primero de esos aspectos recoge una idea de Crowther: la alfabetización numérica establece puentes de comunicación entre profesionales de diferentes áreas. El segundo busca evitar que la interpretación de *alfabetización numérica* se reduzca a algunos algoritmos elementales y a fluidez operacional, sin por ello volver a un alcance tan amplio como el que en un primer momento enmarcaba el término. Ahora bien, la caracterización de Cockcroft de la *alfabetización numérica* no ha estado exenta de críticas. Se señala un énfasis en lo numérico y estadístico que descuida la geometría y algunos elementos centrales en las ciencias naturales; esto se debe, probablemente, a un enfoque excesivamente utilitarista (Noss, 1997).

En la época en que tuvo lugar el trabajo referido de Cockcroft, pero esta vez en Estados Unidos, un equipo designado en 1978 por la Asociación Estadounidense de Matemáticas (MAA, por sus siglas en inglés) recogió durante varios años información acerca de cuáles son, en opinión de diferentes profesores e instituciones, los conocimientos y habilidades mínimos en matemáticas con que deben contar los estudiantes que se disponen a ingresar a la educación superior. Si bien el reporte resultante se refiere a un sistema educativo específico, es de utilidad mencionar algunos de los resultados que contiene. Esto brinda una idea sobre cuáles son los contenidos básicos de matemáticas que debe garantizar la educación media:

- 1) números positivos no enteros en notación decimal; conversión de fracciones a decimales con calculadora;
- 2) aritmética con números enteros positivos y negativos usando lápiz y papel;
- 3) aritmética con fracciones positivas y negativas usando lápiz y papel (no deben usarse denominadores de tres o más dígitos a menos que sean potencias de 10);
- 4) aritmética con decimales positivos y negativos usando calculadora;
- 5) aproximaciones;

- 6) estimación; órdenes de magnitud;
- 7) notación científica;
- 8) unidades de medida; elementos del sistema métrico;
- 9) porcentajes;
- 10) las nociones de *fórmula* y de *función*;
- 11) intervalos de tiempo, distancias y tasas de cambio;
- 12) área y volumen;
- 13) la noción de *algoritmo*; diagramas de flujo;
- 14) estadística y sus peligros<sup>3</sup>;
- 15) validez de argumentos;
- 16) interés compuesto;
- 17) crecimiento y decrecimiento exponencial (Bushaw, Alexanderson, Bumcrot, Spanier y Peterson, 1982)<sup>4</sup>.

Esta lista de contenidos es sin duda discutible, sobre todo en la actualidad. Sin embargo, ofrece un punto de partida para contrastar diferentes opiniones sobre el tema que aparecerán progresivamente.

Recientemente, se publicó un libro sobre *alfabetización matemática* —concepto similar al de *alfabetización numérica*— que tuvo un gran impacto en Estados Unidos: *Innumeracy: Mathematical Illiteracy and Its Consequences* (Paulos, 1988). Fue traducido al español bajo el título *El hombre anumérico: analfabetismo matemático y sus consecuencias*. Este, además de divulgar aspectos de las matemáticas y señalar las limitaciones de la educación en el área<sup>5</sup>, propone una distinción entre el *analfabetismo* como se entiende tradicionalmente (en referencia a lo lingüístico) y el *analfabetismo numérico*. Este último sería tan limitante como el primero.

Entre la variedad de trabajos recientes relacionados con la alfabetización numérica o cuantitativa, es de resaltar el reporte de Sons (1996) a la MAA. En este se utiliza explícitamente el término

---

<sup>3</sup> En esta frase, por “peligros” de la estadística han de entenderse las implicaciones de una comprensión errónea de resultados estadísticos.

<sup>4</sup> Traducción propia del inglés.

<sup>5</sup> “El analfabetismo numérico, la falta de habilidad para manejar cómodamente las nociones fundamentales de número y azar, plaga a muchos ciudadanos que en otras circunstancias se consideran eruditos” (Paulos, 1988, p. 3).

*razonamiento cuantitativo* además del de *alfabetización cuantitativa*. Sons invita a las universidades de Estados Unidos a incluir la alfabetización cuantitativa como un objetivo central de la formación en educación superior, independientemente de las especificidades de los diferentes programas. Sustenta sus recomendaciones insistiendo en la importancia de la alfabetización cuantitativa en los procesos de estudio y señalando que hay un número creciente de oportunidades de trabajo en campos que requieren una base matemática sólida para un correcto desempeño. Resulta llamativo que ni el concepto de *alfabetización cuantitativa* ni el de *razonamiento cuantitativo* se definen explícitamente. Sin embargo, se proponen criterios claros y concretos que describen las competencias de quien se encuentre alfabetizado en lo cuantitativo:

Resumiendo, todo graduando universitario debería ser capaz de aplicar métodos matemáticos simples a la solución de problemas del mundo real. Un graduando universitario alfabetizado en lo cuantitativo debería ser capaz de lo siguiente:

- 1) interpretar modelos matemáticos tales como fórmulas, gráficas, tablas y esquemas, así como hacer inferencias a partir de estos;
- 2) representar información matemática de forma simbólica, visual, numérica y verbal;
- 3) usar métodos aritméticos, algebraicos, geométricos y estadísticos para resolver problemas;
- 4) estimar y verificar soluciones a problemas matemáticos para determinar si son razonables, identificar alternativas y seleccionar resultados óptimos;
- 5) reconocer que los métodos matemáticos y estadísticos tienen limitaciones (Sons, 1996)<sup>6</sup>.

Madison (2006) retoma el concepto de *razonamiento cuantitativo* en particular y contrasta el área del conocimiento correspondiente con las matemáticas. En su opinión, las segundas tienen poca relación con el contexto social en que se inscriben y resultan del ejercicio de un gran poder de abstracción, mientras que el razonamiento cuantitativo es totalmente dependiente de contextos concretos y cambiantes. Además, considera que el trabajo en matemáticas se orienta al desarrollo de la disciplina misma, mientras que el razonamiento cuantitativo tiene un enfoque multidisciplinar.

A continuación se exponen el concepto de *razonamiento cuantitativo* y las razones que, además de la normatividad legal, motivan su inclusión en los exámenes Saber.

---

<sup>6</sup> Traducción propia del inglés.

## 2.2 ¿Qué es el razonamiento cuantitativo?

Existen diferentes nociones de *razonamiento cuantitativo* y de *alfabetización cuantitativa*, y varias opiniones sobre cómo estas se relacionan. Para algunos, como Dingman y Madison (2010), estas nociones son intercambiables. Para otros, como Rocconi, Lambert, McCormick y Sarraf (2013), si bien no son intercambiables, se relacionan estrechamente: el desarrollo del razonamiento cuantitativo es aquello que lleva a que una persona esté alfabetizada en lo cuantitativo. El ICFES, por su parte, ha optado por utilizar en las pruebas Saber el término *razonamiento* en lugar de *alfabetización*, por dos razones principalmente. La primera es resaltar el énfasis que tienen estas pruebas en la capacidad de razonar, analizar y argumentar. Esta consideración coincide, por ejemplo, con lo planteado en un reporte de la Cooperativa Nacional de Educación Postsecundaria de Estados Unidos (NPEC, por sus siglas en inglés):

Para propósitos de evaluación, si se desea medir habilidades cuantitativas, se debe procurar un instrumento que se enfoque en la manipulación de símbolos matemáticos de acuerdo con reglas (por ejemplo, un examen de álgebra y/o cálculo que se diseñe con un nivel suficiente de sofisticación). En contraste, los instrumentos para el razonamiento cuantitativo se desarrollan siguiendo el precepto de medir habilidades de solución de problemas o pensamiento crítico (NPEC, 2005, p. 27)<sup>7</sup>.

La segunda razón es distinguir entre lo que compete a las pruebas de Razonamiento cuantitativo y lo que corresponde a la competencia de alfabetización cuantitativa que se incluye en la *Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior* presentada por el MEN (2011). En efecto, la utilización de un término propio para las pruebas permite enfatizar la distinción señalada, lo que resulta necesario porque si bien las pruebas abarcan esa competencia, incluyen otras adicionales, como se verá más adelante.

No hay pleno consenso acerca de qué se entiende por *razonamiento cuantitativo* y de qué lo diferencia de las matemáticas. Dice Steen (2001) al respecto:

Algunas veces, los términos *cuantitativo* y *matemático* se usan de forma intercambiable, aunque con frecuencia se usan para señalar importantes distinciones, por ejemplo, entre lo que es necesario para la vida (cuantitativo) y lo que es necesario para la educación (matemáticas), o entre lo que es necesario para áreas generales del conocimiento escolar (cuantitativo) y lo que es necesario para la ingeniería y la física (matemáticas). Para algunos, la palabra *cuantitativo* suena muy limitante, pues sugiere números y cálculos antes que razonamiento y lógica,

---

<sup>7</sup> Traducción propia del inglés.

mientras que para otros el término es muy vago, ya que sugiere una disminución de énfasis en matemáticas tradicionales (p. 9)<sup>8</sup>.

El ICES ha concebido el *razonamiento cuantitativo* de manera que no se limite a la aritmética básica, pero que tampoco exceda lo claramente necesario para el adecuado desempeño de todo ciudadano en situaciones cotidianas, sea cual fuere su profesión u oficio. Se propone la siguiente definición: el *razonamiento cuantitativo* es el conjunto de elementos de las matemáticas, sean estos conocimientos o competencias, que permiten a un ciudadano tomar parte activa e informada en los contextos social, cultural, político, administrativo, económico, educativo y laboral. La evaluación del razonamiento cuantitativo propia de los exámenes Saber indaga, entonces, por el nivel de desarrollo de las competencias que involucra, a través de preguntas que presentan contextos de los tipos mencionados.

Tomando algunas ideas recopiladas por Steen (2001) y el trabajo de Sons (1996), se ha elegido el término *cuantitativo* sin querer con ello limitar el alcance del razonamiento cuantitativo a lo numérico y a los algoritmos de operaciones elementales. Se busca marcar una distinción con las matemáticas a partir de, como se mostró, la identificación de los elementos indispensables para todo ciudadano y de los contextos que exigen aplicaciones prácticas de esos elementos. De cualquier manera, recuérdese que la noción de *razonamiento cuantitativo* está emparentada, ya sea histórica o conceptualmente, con otras nociones, como *alfabetización numérica*, *alfabetización cuantitativa*, *alfabetización matemática*, *razonamiento numérico* y *razonamiento matemático*.

---

8 Traducción propia del inglés.

## 3. ANTECEDENTES EN LA EVALUACIÓN DE RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

En el año 2011 se aplicó por primera vez en Colombia una prueba oficial denominada Razonamiento cuantitativo. Fue desarrollada por el ICFES, y se aplicó en el segundo semestre de ese año. Sin embargo, el razonamiento cuantitativo como *área del conocimiento* ha sido evaluado a través de las pruebas de matemáticas de los exámenes de Estado (hoy Saber 11.º y Saber Pro) desde sus inicios y de los exámenes de educación básica (Saber 3.º, 5.º y 9.º). En efecto, en la educación básica, los contenidos en matemáticas son de razonamiento cuantitativo; en la educación media, la mayoría lo son<sup>9</sup>; y, en la educación superior, son estos los que se evalúan con las pruebas dirigidas a los estudiantes de la totalidad de programas.

A nivel internacional existen múltiples exámenes que incluyen pruebas de razonamiento cuantitativo, dirigidos a diferentes tipos de población (por ejemplo, estudiantes de secundaria, graduados, posgraduados, profesionales en disciplinas específicas). De estos cabe mencionar los siguientes: el QR (Quantitative Reasoning Test, o Examen de Razonamiento Cuantitativo), el UKCAT (UK Clinical Aptitude Test, o Examen de Aptitud Clínica del Reino Unido), el VETASSESS Test (Examen VETASSESS), el GRE (Graduate Record Examinations, o Examen de Registro para Graduados), el GMAT (Graduate Management Admissions Test, o Examen de Admisión para Graduados en Gestión de Empresas) y el SAT, anteriormente llamado Scholastic Aptitude Test (Examen de Aptitudes Escolares). Todos estos exámenes evalúan lo que el ICFES ha definido como *razonamiento cuantitativo*, aunque ciertamente no coinciden por completo en la delimitación del objeto de evaluación. Algunos indagan por conocimientos y habilidades que solo son necesarios para el ejercicio profesional en áreas específicas. Entre estos exámenes, el GRE y el GMAT pueden ser presentados en el país por estudiantes colombianos.

Bajo la coordinación del ICFES, Colombia ha participado en tres programas de evaluación internacional que incluyen de alguna forma el razonamiento cuantitativo: TIMSS, PISA y AHELO. A continuación se hará una corta descripción de estos con énfasis en lo que se refiere al razonamiento cuantitativo.

### 3.1 TIMSS

El Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias (TIMSS, por sus siglas en inglés) es una evaluación que se aplica en ciclos cuatrienales a estudiantes de grados cuarto y octavo. Su propósito principal es mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje tanto en matemáticas como en ciencias.

TIMSS, a diferencia de los exámenes Saber 11.º y Saber Pro, no proporciona resultados para individuos particulares. Recolecta información que brinda un panorama general del desempeño de la población de estudiantes en ciencias y matemáticas (como también lo hacen los exámenes

<sup>9</sup> Véanse MEN (2006), ICFES (2013a) e ICFES (2013b).



Saber). Gracias a que se aplica a nivel internacional, permite comparar la condición de Colombia frente a la de otros países.

En cuanto al razonamiento cuantitativo, aunque TIMSS no incluya ninguna prueba que lleve ese nombre, queda claro en el marco teórico de la aplicación de 2015 (Grønmo y Onstad, 2013) que lo evalúa. En efecto, la prueba de matemáticas de TIMSS tiene contenidos que coinciden de cerca con los de las pruebas del ICFES (que se presentarán más adelante). Además, en 2015 se ofrecerá para estudiantes de cuarto grado una prueba denominada TIMSS Numeracy, similar a la prueba de matemáticas, pero con operaciones y argumentos de menor complejidad (Mullis, 2013).

Colombia participó en TIMSS en 2003, 2007 y 2011. Gracias a esto, se ha obtenido información valiosa sobre el desarrollo de los estudiantes a lo largo del proceso educativo. Y en la medida en que los estudiantes que participaron en una aplicación en el grupo de grado octavo son en su mayoría los mismos que habían participado en la aplicación anterior en el grupo de grado cuarto (por ejemplo, en 2007 y 2003 respectivamente), los indicadores obtenidos tienen una alta confiabilidad.

## 3.2 PISA

El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) está liderado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Se trata de un estudio internacional comparativo de la calidad de la educación, que se aplica en ciclos trianuales a estudiantes de 15 años de edad. Al igual que TIMSS, produce datos a escalas nacionales (aunque en el caso de PISA también a nivel de algunas ciudades), y no a escala individual. El programa PISA comenzó en el año 2000, y Colombia participa desde 2006 junto con los países miembros de la OCDE.

Una de las pruebas del examen de PISA es la de Alfabetización matemática. En el marco teórico de la aplicación de 2015 de esta prueba, *alfabetización matemática* se define así:

La *alfabetización matemática* es la capacidad de un individuo de formular, emplear e interpretar las matemáticas en una variedad de contextos. Incluye razonar matemáticamente y utilizar conceptos, procedimientos, hechos y herramientas matemáticas para describir, explicar y predecir fenómenos. Les facilita a los individuos comprender el rol que las matemáticas tienen en el mundo y producir los juicios bien fundados y las decisiones que los ciudadanos constructivos, comprometidos y reflexivos requieren (OCDE, 2013b)<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Traducción propia del inglés.

Es claro que esta definición es muy cercana a la de *razonamiento cuantitativo* del ICFES. Esto refleja, como sucede con TIMSS, una alineación entre aquello que ha propuesto el ICFES y lo que se ha establecido en el contexto internacional.

Se verá más adelante la existencia de una similitud entre la definición de las competencias que el ICFES ha determinado como características del razonamiento cuantitativo y lo que propone PISA. A saber:

- En el marco de PISA 2012 (OCDE, 2013a) se presenta la solución de problemas como una competencia central que involucra particularmente los siguientes procesos cognitivos<sup>11</sup>:
  - o exploración y comprensión;
  - o representación y formulación;
  - o planeación y ejecución;
  - o monitoreo y reflexión (p. 126).
  
- En el marco de PISA 2015 para matemáticas (OCDE, 2013b), que indica una focalización de la prueba sobre la alfabetización matemática, se presentan los siguientes procesos como el objeto de evaluación<sup>12</sup>:
  - o formular situaciones matemáticamente;
  - o emplear conceptos, hechos, procedimientos y razonamiento matemáticos;
  - o interpretar, aplicar y evaluar resultados obtenidos con matemáticas (p. 9).

### 3.3 AHELO

AHELO es la sigla en inglés para la Evaluación de los Resultados de Aprendizaje en Educación Superior. Esta evaluación forma parte, como PISA, del conjunto de pruebas creadas bajo el amparo de la OCDE para evaluar la educación en sus países miembros y algunos invitados. Colombia participó por primera vez con una prueba piloto realizada en 2012 en pruebas de competencias genéricas e ingeniería. Esta aplicación se realizó bajo la modalidad piloto en todos los países participantes, como parte de un estudio de factibilidad.

En el marco para la evaluación de competencias genéricas de AHELO, Nusche (2008) explica que se evalúan tanto conocimientos como habilidades que se consideraran indispensables en la educación superior. El razonamiento cuantitativo forma parte de dichas habilidades, en el conjunto referenciado como habilidades cognitivas.

---

11 Traducción propia del inglés.

12 Traducción propia del inglés.



## 4. EL RAZONAMIENTO CUANTITATIVO COMO COMPETENCIA GENÉRICA

Por un lado, las referencias presentadas y la definición misma de *razonamiento cuantitativo* dan cuenta de la importancia de la formación en esta área para todos los ciudadanos. También la señala la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés): la “alfabetización matemática para todos los jóvenes no es solamente la meta, también es el objetivo fundamental y prioritario de las matemáticas que se enseñan en la educación básica” (UNESCO, 2012, p. 13)<sup>13</sup>. En esta medida, el razonamiento cuantitativo involucra competencias de naturaleza “genérica”. En efecto, estas competencias se entienden como aquellas que resultan indispensables para el desempeño social, laboral y cívico de todo ciudadano, independientemente de su oficio o profesión. Contrastan con las competencias (“no genéricas”) propias de oficios o actividades laborales particulares, que resultan de un entrenamiento especializado<sup>14</sup>.

En lo que se refiere a la formación en competencias genéricas en los diferentes ciclos educativos, cabe resaltar que esta debe ser, por un lado, longitudinal. Las competencias genéricas —y en particular lo referente al razonamiento cuantitativo— deben desarrollarse a lo largo de la totalidad del proceso educativo; todos los ciclos deben contribuir significativamente. Es más: las competencias genéricas deben verse como aquello que brinda un elemento articulador de los diferentes niveles de formación y deben servir como referente común de lo que se debe aprender a lo largo de la trayectoria en el sistema educativo. Por otro lado, la formación en competencias genéricas debe ser transversal. Todas las áreas curriculares deben contribuir al desarrollo de competencias genéricas y, en particular, a lo referente al razonamiento cuantitativo.

Vale la pena señalar que contar con una competencia genérica “más que poseer un conocimiento, es saber utilizarlo de manera adecuada y flexible en nuevas situaciones” (Torrado, 2000) y que supone poseer la *sensibilidad* para identificar situaciones en donde pueda aplicarse de manera pertinente y adecuada (Acosta y Vasco, 2013). Luego, si bien la formación en competencias genéricas tiene lugar en gran medida en el interior de las instituciones educativas, estas competencias deben desarrollarse de tal manera que puedan aplicarse adecuada y oportunamente en otro tipo de contextos, durante el ciclo educativo y una vez este haya finalizado.

En síntesis, las competencias genéricas, como las que involucra el razonamiento cuantitativo, son fundamentales para un desempeño adecuado de todo estudiante y ciudadano. No existe un punto en la formación académica (ni posteriormente) en el cual no resulte posible y conveniente seguirlas desarrollando y, en esa medida, han de constituir el eje central de la educación a lo largo de todos los ciclos que la conforman.

<sup>13</sup> Traducción propia del inglés.

<sup>14</sup> Véase ICFES (2013b).

Ahora bien, como el nuevo examen Saber 11.º —que se aplicó por primera vez en el segundo semestre de 2014— está estructurado alrededor de la evaluación de competencias genéricas y que Saber Pro incluye módulos de evaluación de competencias genéricas<sup>15</sup> (que todos los estudiantes deben presentar), es natural que estos exámenes incluyan pruebas de razonamiento cuantitativo.

---

15 Véase ICFES (2013b).

## 5. EL RAZONAMIENTO CUANTITATIVO EN LAS EVALUACIONES DEL ICFES

El ICFES desarrolló la primera prueba de Razonamiento cuantitativo para el examen Saber Pro. Esta se aplicó por primera vez en el segundo semestre de 2011 y se ha seguido aplicando desde entonces. Sin embargo, su origen se puede rastrear en los exámenes ECAES (antiguo Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior) de 2009. Aquellos ECAES que no estaban dirigidos a programas específicos incluyeron en ese año una prueba de competencias genéricas que contenía problemas que debían solucionarse desde las matemáticas y lo cuantitativo.

En el examen Saber 11.º se incluyó por primera vez la prueba de Razonamiento cuantitativo — como subprueba de Matemáticas— en el segundo semestre de 2014. Esto responde al proceso de alineación de este examen dentro del conjunto de exámenes Saber, en la medida en que dicha alineación tiene como eje la evaluación de competencias genéricas<sup>16</sup>.

### 5.1 El razonamiento cuantitativo y los lineamientos del MEN

En los *Lineamientos curriculares de Matemáticas* (MEN, 1999) y en la *Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior* (MEN, 2011) se señala la necesidad de desarrollar lo que en este marco de referencia se ha denominado “razonamiento cuantitativo”. En los primeros se establece que:

El enfoque de estos lineamientos está orientado a la conceptualización por parte de los estudiantes, a la comprensión de sus posibilidades y al desarrollo de competencias que les permitan afrontar los retos actuales como son la complejidad de la vida y del trabajo, el tratamiento de conflictos, el manejo de la incertidumbre y el tratamiento de la cultura para conseguir una vida sana (MEN, 1999, p. 7).

Se evidencia así la relación entre los lineamientos curriculares y la definición de *razonamiento cuantitativo* del ICFES. En términos de la evaluación, en este mismo documento se manifiesta:

Al Ministerio de Educación Nacional en todas sus instancias, a las secretarías de educación, a las universidades, centros de investigación, instituciones educativas, docentes, consejos académicos corresponde comprender la importancia que tienen las evaluaciones de la educación matemática llevadas a cabo en Colombia, y tomar las decisiones que sean necesarias y pertinentes para aprender de la experiencia y orientar el currículo hoy (MEN, 1999, p. 8).

<sup>16</sup> Véase ICFES (2013b).

Por otra parte, en la *Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior* se establece como meta fundamental el desarrollo de competencias genéricas, las cuales se clasifican de la siguiente manera (MEN, 2011, p. 3):

- 1) Competencias abstractas del pensamiento: razonamiento crítico, entendimiento interpersonal, pensamiento creativo, razonamiento analítico y solución de problemas.
- 2) Conocimientos y competencias prácticas necesarias para el despliegue de las competencias abstractas: conocimiento del entorno, comunicación, trabajo en equipo, alfabetización cuantitativa, manejo de información, comunicación en inglés y TIC.
- 3) Dinamizadores para el desarrollo de las competencias genéricas: saber aprender y recontextualizar.

Es claro, de acuerdo con esta clasificación, que el MEN —en consonancia con las consideraciones teóricas presentadas previamente— considera que el razonamiento cuantitativo forma parte de las competencias genéricas. En efecto, el razonamiento cuantitativo incluye, como se mostró, la alfabetización cuantitativa (mencionada en el punto 2) de la anterior cita) e involucra elementos de manejo de información, razonamiento crítico, pensamiento creativo, razonamiento analítico, solución de problemas y capacidades de recontextualización.

En la medida en que las disposiciones del MEN sobre los contenidos de la educación básica, media y superior establecen que los estudiantes deben desarrollar el razonamiento cuantitativo, se entiende la existencia de las pruebas correspondientes en Saber 11.º y Saber Pro.

## 5.2 Competencias de razonamiento cuantitativo

Para el diseño de las pruebas de Razonamiento cuantitativo del ICFES se convocaron reconocidos miembros de la academia colombiana, se hizo un análisis de los contenidos de las evaluaciones internacionales mencionadas previamente y se tuvieron presentes recomendaciones de diferentes organismos nacionales e internacionales. Puede, entonces, reconocerse en las pruebas de Razonamiento cuantitativo del ICFES una cercanía con la prueba PISA de matemáticas y la implementación de las sugerencias de la UNESCO a propósito de la alfabetización matemática que exige el mundo actual:

Hoy, la alfabetización matemática debe, en particular, permitirles a los individuos entender, analizar y evaluar críticamente múltiples datos entregados por varios

sistemas complejos de representación digital, simbólica y gráfica —con frecuencia interactivamente—. Debe permitirles hacer elecciones razonadas basadas en la comprensión, modelación y predicción, y comprobar sus efectos en nuevas situaciones frecuentemente dotadas de incertidumbre (UNESCO, 2012, p. 14)<sup>17</sup>.

Antes de exponer en detalle las competencias que evalúan las pruebas de Razonamiento cuantitativo, vale la pena describir brevemente cómo es la estructura formal de las pruebas Saber. Para la evaluación de las competencias de los estudiantes, el ICFES diseña las especificaciones de cada prueba a partir del modelo basado en evidencias. Conforme a este modelo, se define lo que se quiere evaluar según una estructura de tres niveles formales: afirmaciones, evidencias y tareas.

Una *afirmación* es un enunciado que detalla capacidades, habilidades o conocimientos que pueden atribuirse a un estudiante. Una o más afirmaciones conforman una competencia y, de este modo, las afirmaciones describen de qué es capaz un estudiante que domina esa competencia. Las *evidencias* precisan cuáles son las acciones que pueden acreditar que un estudiante cuenta con una competencia. Se trata, entonces, de operaciones que pueden dar muestra de que se dispone de las capacidades, las habilidades o los conocimientos detallados en una afirmación. Con una *tarea* se determina el desempeño de un estudiante al contestar una pregunta o seguir una instrucción. Cuando una tarea se resuelve correctamente, se cuenta con los elementos para sustentar una *evidencia* (ICFES, 2013b, pp. 29-30). De este modo, a partir de la realización de ciertas tareas se evidencia si el estudiante cumple, o no, los criterios y estándares de desempeño establecidos para una competencia.

Ahora bien, las competencias que se han definido como el objeto de evaluación de las pruebas de Razonamiento cuantitativo del ICFES son: 1) Interpretación y representación, 2) Formulación y ejecución y 3) Argumentación. Consisten en lo siguiente:

---

17 Traducción propia del inglés.

## Competencia en interpretación y representación

### Afirmación

1. El estudiante comprende y transforma representaciones de datos cuantitativos o de objetos matemáticos, en distintos formatos (textos, tablas, gráficas, diagramas, esquemas).

### Evidencias

- 1.1. El estudiante da cuenta de las características básicas de la información presentada en diferentes formatos como series, gráficas, tablas y esquemas.
- 1.2. El estudiante transforma la representación de una o más piezas de información.

Esta competencia involucra, entre otras cosas: extraer información local (por ejemplo, la lectura del valor asociado a determinado elemento en una tabla o la identificación de un punto en la gráfica de una función) o información global (por ejemplo, la identificación de un promedio, tendencia o patrón); comparar representaciones desde una perspectiva comunicativa (por ejemplo, qué figura representa algo de una forma más clara o adecuada); representar de manera gráfica y tabular funciones y relaciones.

Las preguntas de interpretación pueden requerir cálculos o estimaciones simples, como sumar y promediar números enteros (no más de cinco) o con un decimal; calcular la diferencia que permite determinar el rango estadístico de un conjunto de datos; multiplicar dos cantidades enteras con no más de tres dígitos diferentes de cero; aproximar números reduciendo la cantidad de cifras decimales.

Se considera que un evaluado cuenta con esta competencia cuando comprende y transforma información cuantitativa o que incluye objetos matemáticos presentada en distintos formatos, como series, gráficas, tablas y esquemas.



## Competencia en formulación y ejecución

### Afirmación

2. Frente a un problema que involucre información cuantitativa, el estudiante plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.

### Evidencias

- 2.1. El estudiante diseña planes para la solución de problemas que involucran información cuantitativa o esquemática.
- 2.2. El estudiante ejecuta un plan de solución para un problema que involucra información cuantitativa o esquemática.
- 2.3. El estudiante resuelve un problema que involucra información cuantitativa o esquemática.

Esta competencia involucra, entre otras cosas: modelar de forma abstracta situaciones concretas; analizar los supuestos de un modelo y evaluar su utilidad; seleccionar y ejecutar procedimientos matemáticos, como manipulaciones algebraicas y cálculos; evaluar el resultado de un procedimiento matemático.

Se considera que un evaluado cuenta con esta competencia cuando, frente a un problema que involucra información cuantitativa u objetos matemáticos, diseña planes para solucionarlo, ejecuta planes de solución y alcanza soluciones adecuadas.

## Competencia en argumentación

### Afirmación

3. El estudiante valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.

### Evidencias

- 3.1. El estudiante plantea afirmaciones que sustentan o refutan una interpretación dada a la información disponible en el marco de la solución de un problema.
- 3.2. El estudiante argumenta a favor o en contra de un procedimiento para resolver un problema a la luz de criterios presentados o establecidos.
- 3.3. El estudiante establece la validez o pertinencia de una solución propuesta a un problema dado.

Esta competencia incluye, entre otras cosas, que frente a un problema o argumento que involucre información cuantitativa u objetos matemáticos, se propongan o identifiquen razones válidas, se utilicen adecuadamente ejemplos y contraejemplos, se distingan hechos de supuestos y se reconozcan falacias.

Se considera que un evaluado cuenta con esta competencia cuando sopesa procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas planteados: sostiene o refuta la interpretación de cierta información, argumenta a favor o en contra de un procedimiento de resolución, acepta o rechaza la validez o pertinencia de una solución propuesta.



## 6. ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS DE RAZONAMIENTO CUANTITATIVO

La evaluación del razonamiento cuantitativo provee indicadores sobre los logros en el desarrollo de las competencias mencionadas, tanto a nivel individual como institucional. Con base en estos indicadores, es posible identificar fortalezas y debilidades e implementar los planes de acción que corresponda.

La evaluación se realiza a través de pruebas constituidas por un conjunto de preguntas que enfrenta el evaluado. Con cada pregunta se evalúa una de las competencias mencionadas mediante el planteamiento de un contexto y una tarea. A continuación se mostrará qué tipos de contextos se utilizan.

### 6.1 Tipos de contexto

Las preguntas de la prueba plantean situaciones cotidianas, pertenecientes a los siguientes contextos:

- **Familiar o personal.** Las problemáticas relacionadas incluyen categorías como finanzas personales, gestión del hogar, transporte, salud y recreación.
- **Laboral u ocupacional.** Involucra tareas que se desarrollan en el trabajo, siempre y cuando no exijan conocimientos o habilidades técnicos propios de una ocupación específica.
- **Comunitario o social.** Involucra cuestiones como la política, la economía, la convivencia y el cuidado del medio ambiente.

### 6.2 Contenidos

El conocimiento de determinados conceptos, desarrollar ciertas habilidades técnicas y poseer determinada información es necesario para contar con determinada competencia. En esa medida, la evaluación de una competencia siempre involucra determinados conocimientos e información de ciertos tipos. En el caso de las pruebas de Razonamiento cuantitativo, los conocimientos y tipos de información que involucran las competencias mencionadas se denominan “contenidos”. Los contenidos propios del razonamiento cuantitativo se han clasificado en tres grandes categorías: 1) Estadística, 2) Geometría y 3) Álgebra y cálculo. En Estadística se incluyen los contenidos necesarios para la representación e interpretación de datos en contexto, el análisis de tendencias, la formulación de inferencias a partir de datos muestrales, y la evaluación de argumentos usando medidas de tendencia central y dispersión. Incluye los principios básicos de conteo para el cálculo de probabilidades y el análisis de eventos aleatorios. En Geometría se incluyen los contenidos que se utilizan para abordar cuestiones de formas, tamaños, posiciones

y, en general, para la comprensión del espacio. Además, se consideran relaciones entre objetos geométricos, teoremas clásicos sobre sus medidas, áreas y transformaciones, y su representación en sistemas de coordenadas. En Álgebra y cálculo se incluyen los contenidos y las herramientas necesarias para comprender, representar, operar y argumentar sobre la variación, los sistemas numéricos y las funciones, y sus propiedades y relaciones. Esquemáticamente, los contenidos están distribuidos de la siguiente forma:

### 1) Estadística:

- Tipos de representación de datos (tablas y gráficas)
- Intersección, unión y contención de conjuntos
- Conteos que utilizan principios de suma y multiplicación
- Azar y probabilidad
- Promedio, rango estadístico
- Población/muestra, nociones de *inferencia muestral*, *error de estimación*

### 2) Geometría:

- Triángulos, círculos, paralelogramos, esferas, paralelepípedos rectos, cilindros, y sus medidas
- Relaciones de paralelismo y ortogonalidad entre rectas
- Desigualdad triangular
- Sistema de coordenadas cartesianas

### 3) Álgebra y cálculo:

- Fracciones, razones, números con decimales, porcentajes
- Uso de las propiedades básicas de las operaciones aritméticas: suma, resta, multiplicación, división y potenciación (incluida la notación científica)
- Relaciones lineales y afines
- Razones de cambio (tasas de interés, tasas cambiarias, velocidad, aceleración)

## 6.3 Cantidad y tipo de preguntas

La prueba de Razonamiento cuantitativo de Saber 11.º consta de una combinación de preguntas abiertas y cerradas. Estos tipos de preguntas se han definido de la siguiente forma: “Las preguntas cerradas son aquellas que proponen una serie de respuestas posibles, entre las cuales el evaluado escoge. Las preguntas abiertas, en cambio, no restringen las respuestas posibles a un conjunto finito de opciones” (ICFES, 2013b, p. 9). Por su parte, la prueba de Razonamiento cuantitativo de Saber Pro solo incluye preguntas cerradas.

Las pruebas de Razonamiento cuantitativo en los exámenes Saber 11.º y Saber Pro comparten un interés común de acuerdo con los objetivos de la alineación de esos exámenes. La principal distinción entre las pruebas de cada examen, además de particularidades como la cantidad de preguntas, radica en el tipo de contexto que se presenta, ya que al momento de preparar cada aplicación se buscará elegir contextos que sean cercanos a la población y la naturaleza propia de cada etapa de la educación.

Las particularidades del razonamiento cuantitativo al interior de cada examen, como la cantidad de preguntas, se indican en detalle a continuación.

### 6.3.1 Saber 11.º

La prueba de Razonamiento cuantitativo de Saber 11.º es una subprueba de la prueba de Matemáticas. Esto implica que las preguntas que conforman la subprueba de Razonamiento cuantitativo también forman parte, como un subconjunto, de las preguntas de la prueba de Matemáticas. Así, de las 48 preguntas que componen la prueba de Matemáticas, 30 son simultáneamente parte de la subprueba de Razonamiento cuantitativo, con lo cual las otras 18 preguntas son la distinción entre las dos pruebas.

En cuanto a la calificación, para cada una de las pruebas y subpruebas se realizará una calificación independiente. Esto implica que, aunque haya preguntas comunes, el puntaje de Matemáticas se calcula tomando en cuenta su conjunto total de preguntas sin distinción de cuáles se consideran parte de la subprueba de Razonamiento cuantitativo y cuáles no, mientras que el puntaje de Razonamiento cuantitativo se calcula de forma independiente sin que incidan los resultados de las 18 preguntas de Matemáticas que no son comunes a las dos pruebas.

Las preguntas de Razonamiento cuantitativo se distribuyen en las tres competencias con los siguientes porcentajes aproximados: Interpretación y representación, 40%; Formulación y ejecución, 40%; Argumentación, 20%. Por su parte, en cuanto a los contenidos, la distribución aproximada es como sigue: Estadística, 40%; Geometría, 13%; Álgebra y cálculo, 47%. La combinación de competencia y contenido de cada pregunta se dará de acuerdo con consideraciones de los

porcentajes aquí presentes y a la idoneidad de la pregunta para evaluar tanto la competencia como el contenido que le corresponden, en conjunción con las otras preguntas disponibles para cada aplicación.

### 6.3.2 Saber Pro

En Saber Pro, Razonamiento cuantitativo es una prueba en sí misma, por lo que sus preguntas no son compartidas con ninguna otra prueba y no es necesario recalcar la independencia de la calificación.

Al igual que con otras pruebas del examen Saber Pro, la prueba de Razonamiento cuantitativo de este examen tiene dos versiones, una para técnicos y tecnólogos y otra para profesionales. Estas dos versiones se distinguen fundamentalmente por la distribución de las preguntas de acuerdo con las competencias, ya que para las dos la cantidad de preguntas es la misma, 35, así como la distribución aproximada de esas preguntas por contenidos, que es la siguiente: Estadística, 49%; Geometría, 11%; Álgebra y cálculo, 40%.

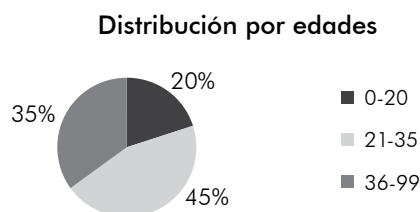
En cuanto a la distribución por competencias, para técnicos y tecnólogos será la siguiente: Interpretación y representación, 40%; Formulación y ejecución, 40%; Argumentación, 20%. Mientras que, para profesionales, los porcentajes aproximados de dicha distribución serán: Interpretación y representación, 33%; Formulación y ejecución, 33%; Argumentación, 34%. Al igual que en Saber 11.º, la combinación de estas competencias con los contenidos para cada pregunta obedecerá fundamentalmente a estos porcentajes y a la coherencia de la pregunta y su contexto como parte del bloque de preguntas que formarán parte de la prueba.

## 7. EJEMPLOS DE PREGUNTAS

A continuación podrá encontrarse una serie de ejemplos de preguntas del módulo de Razonamiento cuantitativo de Saber Pro. Estas preguntas son de selección múltiple con única respuesta; están conformadas por un enunciado y cuatro opciones de respuesta, de las cuales solamente una es correcta y válida respecto a la situación planteada en el enunciado. Para cada ejemplo de pregunta se ha incluido una tabla en la que se expone la siguiente información: la clave, o respuesta correcta; la afirmación y la evidencia a las que corresponde la pregunta; y la justificación de la clave.

### Pregunta 1

En cierto país, una persona es considerada joven si su edad es menor o igual a 30 años. El siguiente diagrama muestra la distribución de las edades para ese país.



De acuerdo con el diagrama, ¿es correcto afirmar que la mayoría de la población de ese país es joven?

- A. Sí, porque las personas de 30 años pertenecen a la porción más grande.
- B. No, porque se desconoce la proporción de personas entre 31 y 35 años.
- C. Sí, porque las personas jóvenes corresponden al 65% de la población.
- D. No, porque todas las porciones del diagrama son menores al 50%.

**Clave** B

**Afirmación** El estudiante valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.

**Evidencia** El estudiante plantea afirmaciones que sustentan o refutan una interpretación dada a la información disponible en el marco de la solución de un problema.

**Justificación** No es posible determinar con exactitud las personas que tienen 30 años o menos, pues la gráfica solo nos permite determinar los que tienen 35 o menos, y podría darse el caso de que haya un porcentaje "grande" de personas entre 31 y 35 años.

## Pregunta 2

Un sistema de transporte urbano en una ciudad de Colombia utiliza dos tipos de buses. La tabla muestra la información del número de pasajeros que puede transportar cada tipo de bus.

Bus tipo I	Bus tipo II
Número de sillas: 36	Número de sillas: 48
Pasajeros de pie: 100	Pasajeros de pie: 112

El sistema de transporte cuenta con un total de 75 buses tipo I y 60 tipo II. La expresión que permite determinar la capacidad máxima de pasajeros que pueden transportar la totalidad de buses es

- A.  $[75 \times (36 + 48)] + [60 \times (100 + 112)]$ .
- B.  $(75 + 60) \times (36 + 100 + 48 + 112)$ .
- C.  $(75 + 60) + (36 + 100 + 48 + 112)$ .
- D.  $[75 \times (36 + 100)] + [60 \times (48 + 112)]$ .

**Clave** D

**Afirmación** Frente a un problema que involucre información cuantitativa, el estudiante plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.

**Evidencia** El estudiante diseña planes para la solución de problemas que involucran información cuantitativa o esquemática.

**Justificación** Dado que el total de buses tipo I es 75 y la máxima cantidad de pasajeros por bus se describe mediante la suma del número de sillas con el número de pasajeros de pie ( $36 + 100$ ) se tendrá que la expresión que calcula el total del máximo número de pasajeros en todos los buses tipo I será el producto de la suma con el total de buses, así:  $75 \times (36 + 100)$ .

De igual manera se tendrá para los buses tipo II,  $60 \times (48 + 112)$ . Luego el total corresponde a la suma de estas dos cantidades.



### Pregunta 3

El capitán de una embarcación debe dirigir su barco desde el puerto O hasta el puerto Q, pasando por el puerto P. En el trayecto de O a P mantuvo una velocidad constante de 27 nudos; sin embargo, al momento de zarpar del puerto P con rumbo al puerto Q, su velocímetro se averió y tuvo que usar un repuesto extranjero que marcó durante todo el trayecto una velocidad de 50 km/h. Al llegar a Q, el capitán tenía que reportar la hora de salida de O, con tan mala fortuna de haber olvidado mirar la hora al momento de zarpar.

Sabiendo que  $X_1$  es la distancia recorrida por el barco desde el puerto O hasta el puerto P, y  $X_2$  la distancia desde el puerto P al puerto Q, el capitán realizó el siguiente procedimiento para calcular el tiempo total de navegación (sin tener en cuenta el tiempo que duró en el puerto P).

$$X_1 = 27 \text{ nudos} \times \text{tiempo de viaje 1}$$

$$X_2 = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \text{tiempo de viaje 2}$$

Suma de distancias

$$X_1 + X_2 = 27 \text{ nudos} \times \text{tiempo de viaje 1} + 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times \text{tiempo de viaje 2}$$

Factorización de velocidad

$$X_1 + X_2 = 27 \text{ nudos} \times (\text{tiempo de viaje 1} + \text{tiempo de viaje 2})$$

$$\text{tiempo de viaje 1} + \text{tiempo de viaje 2} = \frac{X_1 + X_2}{27 \text{ nudos}}$$

¿Cuál de las siguientes opciones justifica el paso “Factorización de velocidad” realizado por el capitán?

- A. Que se pueda transformar nudos a Km/h.
- B. Que se conozcan los tiempos de viaje 1 y 2.
- C. Que el tiempo de viaje 1 sea igual al tiempo de viaje 2.
- D. Que la velocidad en el trayecto O a P sea igual que la de P a Q.

**Clave D**

**Afirmación** El estudiante valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.

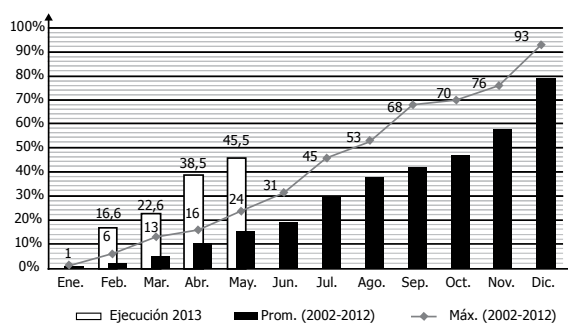
**Evidencia** El estudiante establece la validez o pertinencia de una solución propuesta a un problema dado.

**Justificación** La única razón que justifica dicha factorización es que ambas medidas de velocidad, pese a estar en unidades distintas, sean equivalentes, así se tiene una expresión de la forma  $yk_1 + yk_2 = y(k_1 + k_2)$ .

**RESPONDA LAS PREGUNTAS 4 A 8 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE INFORMACIÓN**

En el 2013, el presupuesto de inversión en el sector salud del país fue de 3,65 billones de pesos, de los cuales a mayo del mismo año se habían ejecutado 1,66 billones. La gráfica muestra el porcentaje de ejecución hasta mayo del 2013, el porcentaje máximo ejecutado y el porcentaje promedio acumulado de ejecución de cada mes, en los años 2002 a 2012.

**Acumulados de ejecución en el sector salud**  
(histórico 2002-2013)



Tomada y adaptada de: <http://www.minsalud.gov.co>

#### Pregunta 4

En la gráfica, el porcentaje acumulado de ejecución en un mes del 2013 nunca es menor que el del mes inmediatamente anterior; esto se debe a que

- A. la gráfica muestra que el porcentaje de ejecución de cada mes siempre es mayor que el promedio registrado en el periodo 2002-2012.
- B. el porcentaje de ejecución de cada mes de 2013 es siempre mayor que el máximo registrado ese mes.
- C. al porcentaje del mes anterior se le adiciona el porcentaje del presupuesto ejecutado en el mes correspondiente.
- D. el porcentaje de ejecución en un determinado mes siempre es mayor que el del mes anterior.

**Clave C**

**Afirmación** El estudiante valida procedimientos y estrategias matemáticas utilizadas para dar solución a problemas.

**Evidencia** El estudiante plantea afirmaciones que sustentan o refutan una interpretación dada a la información disponible en el marco de la solución de un problema.

**Justificación** Dado que la gráfica muestra los porcentajes de ejecución acumulados, nunca se tendrá que el porcentaje de ejecución sea menor que el del mes inmediatamente anterior.

### Pregunta 5

Si se espera que en octubre de 2013 el porcentaje de ejecución sea del 70%, la cantidad de dinero invertida en el sector salud hasta ese mes sería aproximadamente de

- A. 2,55 billones.
- B. 1,99 billones.
- C. 1,09 billones.
- D. 0,88 billones.

**Clave A**

**Afirmación** Frente a un problema que involucre información cuantitativa, el estudiante plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.

**Evidencia** El estudiante resuelve un problema que involucra información cuantitativa o esquemática.

La operación por realizar sería:

**Justificación**  $\frac{70 \times 3,65}{100} = 2,555$

El resultado corresponde a los billones de inversión.

## Pregunta 6

El porcentaje de aumento en la ejecución del presupuesto en mayo de 2013, en comparación con el mes anterior, fue del 7%.

De mantenerse este comportamiento y ejecutando los siguientes tres pasos:

**paso 1)** restar de 100% el porcentaje de ejecución a mayo de 2013;

**paso 2)** dividir entre 7 el resultado obtenido en el paso 1;

**paso 3)** sumar el resultado obtenido en el paso 2 al porcentaje de ejecución a mayo de 2013;

puede estimarse el porcentaje

- A. de ejecución del presupuesto hasta junio de 2013.
- B. máximo de ejecución, que se registró en la década anterior al año 2013.
- C. de ejecución del presupuesto en cada uno de los meses restantes de 2013.
- D. faltante de ejecución del presupuesto para todo el año 2013.

**Clave** A

**Afirmación** Frente a un problema que involucre información cuantitativa, el estudiante plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.

**Evidencia** El estudiante ejecuta un plan de solución para un problema que involucra información cuantitativa o esquemática.

**Justificación**

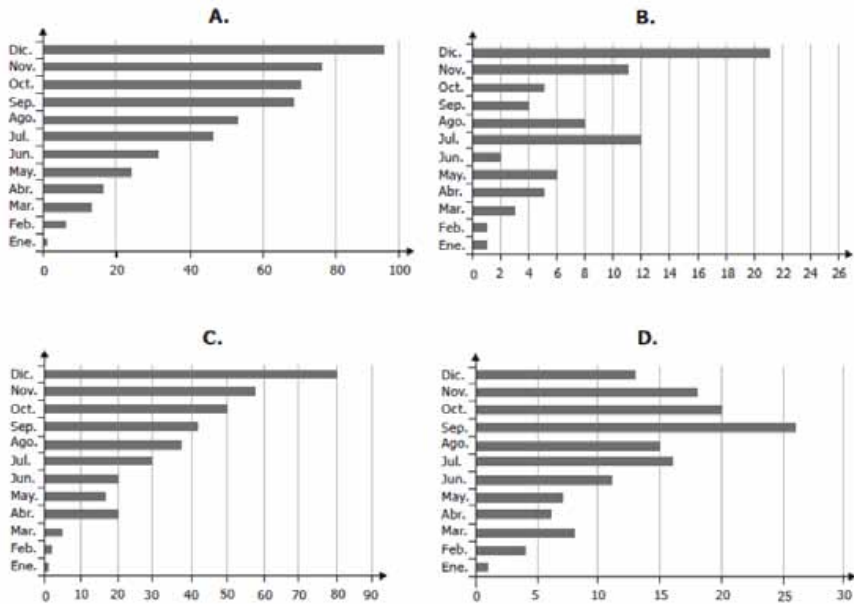
Al ejecutar el proceso se tiene

- i.  $100\% - 45,5\% = 54,5\%$ , se halla el porcentaje de ejecución faltante para 2013,
- ii.  $(54,5\%) / 7 = 7,78\%$ , como faltan 7 meses se realiza un reparto proporcional de ese porcentaje,
- iii.  $45,5\% + 7,78\% = 53,28\%$ , se aumenta el porcentaje del reparto proporcional al ya ejecutado.

Lo que corresponde a una estimación del porcentaje de ejecución de obligaciones para junio de 2013.

Pregunta 7

La gráfica que muestra el porcentaje de ejecución, correspondiente al promedio 2002-2012, en cada mes es



**Clave B**

**Afirmación** El estudiante comprende y transforma representaciones de datos cuantitativos o de objetos matemáticos, en distintos formatos (textos, tablas, gráficas, diagramas, esquemas).

**Evidencia** El estudiante transforma la representación de una o más piezas de información.

La tabla siguiente muestra la estimación del promedio y la diferencia de cada mes con el anterior, que es lo que se pide graficar.

	Mes	Prom. (est.)	Diferencia
<b>Justificación</b>	Ene.	1	1
	Feb.	2	1
	Mar.	5	3
	Abr.	10	5
	May.	16	6
	Jun.	18	2
	Jul.	30	12
	Ago.	38	8
	Sep.	42	4
	Oct.	47	5
	Nov.	58	11
	Dic.	79	21

### Pregunta 8

En mayo se proyectaba al 2013 como el año en el que se habría ejecutado mayor porcentaje del presupuesto del sector salud de la última década. Para determinar, al finalizar el año 2013, si esto se cumpliría, se requeriría saber adicionalmente a la información de la gráfica, el porcentaje de ejecución

- A. de diciembre de 2013.
- B. de diciembre de 2002 al 2012.
- C. de mayo a diciembre de 2013.
- D. de mayo a diciembre de 2002 a 2013.

**Clave C**

**Afirmación** Frente a un problema que involucre información cuantitativa, el estudiante plantea e implementa estrategias que lleven a soluciones adecuadas.

**Evidencia** El estudiante diseña planes para la solución de problemas que involucran información cuantitativa o esquemática.

**Justificación** Como la línea gris marca el máximo porcentaje de ejecución en cada mes desde 2002 a 2012, solo basta saber el porcentaje de ejecución desde mayo a diciembre de 2013 para comparar con el valor registrado.



# APÉNDICE

Cuadro consolidado del Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación<sup>18</sup>

Saber 3.º	Saber 5.º	Saber 9.º	Saber 11.º	Saber Pro
Lenguaje	Lenguaje	Lenguaje	Lectura crítica	Lectura crítica
Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas	Matemáticas	Razonamiento cuantitativo
	Competencias ciudadanas	Competencias ciudadanas	Sociales y Ciudadanas	Competencias ciudadanas
	Ciencias naturales	Ciencias naturales	Ciencias naturales	Pensamiento científico (módulo específico)
		Inglés	Inglés	Inglés
				Comunicación escrita

Fuente: elaboración propia.

<sup>18</sup> A la fecha, el examen Saber 7.º se encuentra en fase piloto.



## REFERENCIAS

- Acosta, D. A. y Vasco, C. E. (2003). *Habilidades, competencias y experticias: más allá del saber qué y el saber cómo*. Bogotá, D. C.: Unitec.
- Bushaw, D. W., Alexanderson, G. L., Bumcrot, R. J., Spanier, E. H. y Peterson, J. J. (1982). Minimal mathematical competencies for college graduates [Competencias matemáticas mínimas para egresados universitarios]. *The American Mathematical Monthly*, 89(4), 266-272. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/2320231>
- Cockcroft, W. H. (1982). *Mathematics counts [Las matemáticas cuentan]*. Londres, Inglaterra: Her Majesty's Stationery Office. Recuperado de <http://www.educationengland.org.uk/documents/cockcroft/cockcroft1982.html>
- Comité de Apoyo a la Investigación en las Ciencias Matemáticas (COSRIMS). (1968). *The mathematical sciences: A report [Las ciencias matemáticas: un reporte]*. Washington, D. C., Estados Unidos: The National Academies Press. Recuperado de [http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=9549](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9549)
- Congreso de la República de Colombia. (1992). Ley 30 de 1992: por la cual se organiza el servicio público de la educación superior. *Diario Oficial*, 29 de diciembre de 1992, n.º 40.700. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_ (1994). Ley 115 de 1994: por la cual se expide la Ley General de Educación. *Diario Oficial*, 8 de febrero de 1994, n.º 41.214. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_ (2001). Ley 715 de 2001: por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la presentación de los servicios de educación y salud, entre otros. *Diario Oficial*, 21 de diciembre de 2001, n.º 44.654. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_ (2009). Ley 1324 de 2009: por la cual se fijan los parámetros y criterios para organizar el sistema de evaluación de resultados de la calidad de la educación, se dictan normas para el fomento de una cultura de la evaluación, en procura de facilitar la inspección y vigilancia del Estado y se transforma el ICFES. *Diario Oficial*, 13 de julio de 2009, n.º 47.409. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- Cooperativa Nacional de Educación Postsecundaria (NPEC). (2005). *NPEC sourcebook on assessment: Definitions and assessment methods for communication, leadership, information literacy, quantitative reasoning and quantitative skills [Libro de consulta sobre evaluación de la NPEC: definiciones y métodos para la evaluación de la comunicación, el liderazgo, la alfabetización en manejo de información, el razonamiento cuantitativo y las destrezas cuantitativas]*. Washington, D. C., Estados Unidos: NPEC. Recuperado de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED494762.pdf>

- Crowther, G. (1959). *15 to 18: A report of the Central Advisory Council for Education (England) (vol. 1) [15 a 18: un reporte del Central Advisory Council for Education]*. Londres, Inglaterra: Her Majesty's Stationery Office. Recuperado de <http://www.educationengland.org.uk/documents/crowther/crowther1959-1.html>
- Dingman, S. W. y Madison, B. L. (2010). Quantitative reasoning in the contemporary world, 1: The course and its challenges [El razonamiento cuantitativo en el mundo contemporáneo, 1: el curso y sus desafíos]. *Numeracy: Advancing Education in Quantitative Literacy*, 3(2), 1-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.5038/1936-4660.3.2.4>
- Grønmo, L. S. y Onstad, T. (2013). Preface [Prefacio]. En L. S. Grønmo y T. Onstad (Eds.), *The significance of TIMSS and TIMSS Advanced: Mathematics Education in Norway, Slovenia and Sweden [La importancia de TIMSS y de TIMSS Advanced: educación de las matemáticas en Noruega, Eslovenia y Suecia]*. Oslo, Noruega: Akademika Publishing.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2013a). *De los ECAES a las pruebas Saber Pro*. Documento de trabajo, no publicado, de la Dirección de Evaluación del ICFES, Bogotá, D. C.
- \_\_\_\_\_ (2013b). *Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación: alineación del examen SABER 11°*. Bogotá, D. C.: ICFES. Recuperado de <http://www.icfes.gov.co/index.php/docman/instituciones-educativas-y-secretarias/saber-11/novedades/651-alineacion-examen-saber-11/file?force-download=1>
- Madison, B. (2006). *Assessment and QL: Double trouble [Evaluación y QL: un inconveniente doble]*. Presentación en la conferencia NECQL X, Amherst College. Recuperado de <http://www.stlawu.edu/qrc/necql/necql10.html>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN). (1980). Decreto 2343 de 1980: por el cual se reglamentan los exámenes de estado para el ingreso a la educación superior. *Diario Oficial*, 18 de septiembre de 1980, n.º 35.603. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_ (1999). *Lineamientos curriculares de Matemáticas*. Bogotá, D. C.: MEN. Recuperado de [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869\\_archivo\\_pdf9.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf)
- \_\_\_\_\_ (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas: lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá, D. C.: MEN. Recuperado de <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/article-116042.html>
- \_\_\_\_\_ (2009). Decreto 3963 de 2009: por el cual se reglamenta el Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior. *Diario Oficial*, 14 de octubre de 2009, n.º 47.502. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_ (2010). Decreto 869 de 2010: por el cual se reglamenta el Examen de Estado de Educación Media, ICFES-SABER 11°. *Diario Oficial*, 18 de marzo de 2010, n.º 47.655. Bogotá, D. C.: Imprenta Nacional de Colombia.

- \_\_\_\_\_ (2011). *Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior*. Bogotá, D. C.: MEN. Recuperado de [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-261332\\_archivo\\_pdf\\_lineamientos.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-261332_archivo_pdf_lineamientos.pdf)
- Mullis, I. V. S. (2013). Introduction [Introducción]. En I. V. S. Mullis y M. O. Martin (Eds.), *TIMSS 2015 Assessment Frameworks [Marcos de referencia para la evaluación, TIMSS 2015]*. Chestnut Hill (MA), Estados Unidos: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Noss, R. (1997). *New cultures, new numeracies [Nuevas culturas, nuevas alfabetizaciones numéricas]*. Londres, Inglaterra: Institute of Education, University of London.
- Nusche, D. (2008). Assessment of learning outcomes in higher education: A comparative review of selected practices [Evaluación de los resultados del aprendizaje en la educación superior: una revisión comparativa de prácticas seleccionadas]. *OECD Education Working Papers* (15). París, Francia: Publicaciones de la OCDE. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/244257272573>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2012). *Challenges in basic mathematics education [Desafíos para la educación de las matemáticas básicas]*. París, Francia: UNESCO. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001917/191776e.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2013a). *PISA 2012 Assessment and analytical framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy [Marco de referencia analítico y marco de referencia para la evaluación, PISA 2012: Matemáticas, Lectura, Ciencias, Solución de problemas y Alfabetización financiera]*. Publicaciones de la OCDE. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
- \_\_\_\_\_ (2013b). *PISA 2015 Draft Mathematics framework [PISA 2015 Marco de referencia de Matemáticas, borrador]*. París, Francia: Publicaciones de la OCDE. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Mathematics%20Framework%20.pdf>
- Paulos, J. A. (1988). *Innumeracy: Mathematical illiteracy and its consequences [El hombre anumérico: analfabetismo matemático y sus consecuencias]*. Nueva York (NY), Estados Unidos: Hill and Wang.
- Rocconi, L. M., Lambert, A. D., McCormick, A. C. y Sarraf, S. A. (2013). Making college count: An examination of quantitative reasoning activities in higher education [Esfuerzos para que la universidad cuente: análisis de las actividades de razonamiento cuantitativo en la educación superior]. *Numeracy: Advancing Education in Quantitative Literacy*, 6(2), 1-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.5038/1936-4660.6.2.10>
- Sons, L. R. (1996). *Quantitative reasoning for college graduates: A complement to the Standards [Razonamiento cuantitativo para egresados universitarios: un complemento para los Estándares]*. MAA Report (vol. 1). Recuperado de <http://www.maa.org/programs/faculty-and-departments/curriculum-department-guidelines-recommendations/quantitative-literacy/quantitative-reasoning-college-graduates>

- Steen, L. A. (2001). *Mathematics and democracy: The case for quantitative literacy [Matemáticas y democracia: el caso a favor de la alfabetización cuantitativa]*. National Council on Education and the Disciplines. Recuperado de <http://www.maa.org/sites/default/files/pdf/QL/MathAndDemocracy.pdf>
- Torrado, M. C. (2000). Educar para el desarrollo de las competencias: una propuesta para la educación colombiana. En D. Bogoya et al. (Eds.), *Competencias y proyecto pedagógico* (pp. 31-54). Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia.

## Bibliografía complementaria

- Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL). (2013). *Guía del Examen Nacional de Ingreso a la Educación Superior (EXANI-II)* (19.ª ed.). México, D. F., México: CENEVAL. Recuperado de [http://archivos.ceneval.edu.mx/archivos\\_portal/15308/GuiadelEXANI-II2014.pdf](http://archivos.ceneval.edu.mx/archivos_portal/15308/GuiadelEXANI-II2014.pdf)
- Jablonka, E. (2003). Mathematical Literacy [Alfabetización matemática]. En A. Bishop, M. A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick y F. S. Leung (Eds.), *Second International Handbook of Mathematics Education [Segundo manual internacional sobre la educación de las matemáticas]* (vol. 10, pp. 75-102). Houten, Países Bajos: Springer.

