

## Calidad de la educación: reflexiones acerca de las áreas de contenido, dominios cognitivos y nivel de desempeño del aprendizaje de la Matemática

### Quality of education: reflections about the areas of content, cognitive domains and level of performance of the learning of Mathematics

Yolanda Cruz Proenza Garrido<sup>1</sup> ([yolandapg@uho.edu.cu](mailto:yolandapg@uho.edu.cu)) <https://orcid.org/0000-0001-8156-2555>

Raúl Hermenegildo Romero Rodríguez<sup>2</sup> ([raulr@uho.edu.cu](mailto:raulr@uho.edu.cu)) <https://orcid.org/0000-0003-1090-3935>

Humberto Marrero Silva<sup>3</sup> ([hmarrero@uho.edu.cu](mailto:hmarrero@uho.edu.cu)) <https://orcid.org/0000-0003-0420-6228>

#### Resumen

La evaluación de la calidad de la educación es un proceso en el que se involucran los estudiantes, los docentes, la familia y la sociedad. Decir que se posee un alto índice de calidad en la educación requiere de la aplicación de instrumentos que demuestren las competencias y desempeños de los factores antes mencionados. Los maestros como un eslabón importante en esta cadena necesitan conocer los presupuestos teóricos que sustentan dicha evaluación; en tal sentido el artículo refiere por los autores una reflexión a partir del estudio de documentos de organismos internacionales como la ONU y la UNICEF, así como de los diferentes grupos de trabajos sobre evaluación de la calidad de la educación, donde se resumen importantes presupuestos.

**Palabras claves:** Calidad, aprendizaje dominios cognitivos, áreas de conocimientos, niveles de desempeños.

#### Abstract

The evaluation of the quality of the education is a process in which the students, the educational ones, the family and the society are involved. To say that a high index of quality is possessed in the education requires of the application of instruments that you/they demonstrate the competitions and actings of the factors before mentioned. The teachers like an important link in this chain need to know the theoretical budgets that sustain this evaluation; in such a sense the article refers for the authors a reflection starting from the study of documents of international organisms as the UN and the UNICEF as well as of the different groups of works it has more than enough evaluation of the quality of the education, where summary important budgets.

**Key words:** Quality, learning domains cognitivos, areas of knowledge, levels of actings.

---

<sup>1</sup>Dr. C. Profesor Titular del Centro de estudios en Ciencias de la Educación. Cuba

<sup>2</sup>Epg. Docencia en Psicopedagogía universidad de Holguín. Cuba

<sup>3</sup>Dr. C. Profesor Auxiliar del Centro de estudios en Ciencias de la Educación. Cuba

La realización del Primer Estudio Internacional sobre Matemáticas (FIMS) se remonta a 1964, y las ciencias se evaluaron por primera vez como parte del Estudio sobre Seis Materias en 1970-71. Las matemáticas y las ciencias volvieron a ser el foco de investigaciones importantes en 1980 -82 y en 1983-84, respectivamente. En 1990, la Asamblea General de la IEA (Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo) decidió evaluar conjuntamente las matemáticas y las ciencias de manera regular cada cuatro años. Esta decisión supuso el primero de una serie de estudios internacionales a gran escala para medir tendencias en el rendimiento del alumnado, que comenzó con el primer TIMSS (Tercer Estudio Internacional sobre Matemáticas y Ciencias) realizado en 1995, el TIMSS Repetido de 1999, y ahora el TIMSS 2003 (con el nuevo nombre de Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias), también conocido como TIMSS Tendencias.

Cuba no ha estado exento de tales estudios y durante los últimos años la Educación Primaria cubana ha sometido a mediciones del rendimiento educativo en ciencias y en matemáticas, en estudios realizados por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE). Sus resultados la colocan a la vanguardia de la muestra, aventajando por amplio margen a los diferentes países participante, como expresión del desarrollo alcanzado por los maestros en su desempeño profesional.

El presente curso, una vez más, la Educación Primaria en las asignaturas Matemática, Español y Ciencias Naturales será objeto de estudio. El Segundo Estudio Regional Comparativo de la Educación (SERCE) ya corrió sus instrumentos en una amplia muestra seleccionada y la medición se realizará en los meses de abril y mayo del 2006.

El propósito de estas pruebas es evaluar por un lado el conocimiento en Matemática, Lengua Española y Ciencias aprendido por los alumnos de 3° y 6° año de la Educación Básica y por otro, el uso que pueden hacer del mismo para comprender e interpretar el mundo real en una variedad de diferentes situaciones y contextos relacionados con la vida cotidiana. De esta forma, se tiende a monitorear la adquisición de las capacidades necesarias para un protagonismo social cada vez más activo y participativo.

## **La Matemática en las distintas evaluaciones**

### **I. Segundo Estudio Regional Comparativo Explicativo (Serce)**

Este instrumento de evaluación de los logros en Matemática, destinado a los alumnos de 3° y 6°, de la Educación Básica, fue estructurado a partir de dos ejes: el dominio de contenidos y el dominio cognitivo.

Las dimensiones de contenido abarcan:

1. Dominio numérico: relacionado con la comprensión del significado del número y la estructura del sistema de numeración; del significado de las operaciones en contextos diversos, de sus propiedades, de su efecto y de las relaciones entre ellas; del uso de los números y las operaciones en la resolución de problemas diversos.
2. Dominio geométrico: Comprende atributos y propiedades de figuras y objetos bidimensionales y tridimensionales; las nociones de horizontalidad, verticalidad, paralelismo y perpendicularidad; los diseños y construcciones utilizando representaciones de cuerpos y figuras geométricas; la ubicación de objetos en el

plano y en el espacio; las representaciones verbales y gráficas de recorridos y el reconocimiento de ángulos y polígonos, su clasificación y propiedades.

3. Dominio de medida: Implica la construcción de conceptos de cada magnitud, procesos de conservación, unidades de medida, estimación de magnitudes y de rangos, selección y uso de unidades de medida y de patrones, sistemas monetarios y sistema métrico decimal.
4. Dominio de tratamiento de la información: Relacionado con la recolección, organización e interpretación de datos, la identificación y el uso del promedio (media) y el uso de diversas representaciones de datos para la resolución de problemas.
5. Dominio variacional: relacionado con el reconocimiento de regularidades y patrones, la identificación de variables, la descripción de fenómenos de cambio y dependencia, el uso de conceptos y procedimientos asociados a la variación directa, a la proporcionalidad y a la variación inversa, en contextos aritméticos y geométricos.

Se debe destacar que la selección de estos bloques temáticos de contenidos es fundamental tanto en los currículos oficiales prescriptos como en los reales que se llevan a cabo en las aulas de todos los países participantes en el nivel regional (incluido Cuba).

Por su parte, en el eje del dominio cognitivo se consideraron tres dimensiones:

1. Reconocimiento de objetos y elementos: Implica la identificación de hechos, conceptos, relaciones y propiedades matemáticas expresados de manera directa y explícita en el enunciado.
2. Solución de problemas simples: Exige el uso de información matemática que está explícita en el enunciado, referida a una sola variable y al establecimiento de relaciones directas necesarias para llegar a la solución.
3. Solución de problemas complejos: Requiere la reorganización de la información matemática presentada en el enunciado y la estructuración de una propuesta de solución a partir de relaciones no explícitas, en las que se involucra más de una variable.

Matriz de Especificaciones de la Prueba<sup>4</sup> SERCE de Matemática de 3° año de Educación Básica

3. grado		DOMINIOS COGNITIVOS			TOTAL
Dominio	de	Reconocimiento de objetos y	Solución de problemas	Solución de problemas	

<sup>4</sup>La matriz de especificaciones (tabla o cuadro de especificaciones) representa la estructura de la prueba, esto es, el análisis de los dominios de contenidos, dominios cognitivos y desempeños para evaluar. En los extremos se consignan los porcentajes totales de la cantidad de ítems. Estos porcentajes totales indican el peso relativo de cada dominio en relación con el total de la prueba. El cruce de una fila con una columna identifica un desempeño determinado.

contenidos	elementos	simples	complejos	
Numérico				35%
Geométrico				25%
Medida				20%
Tratamiento de la información				10%
A. Variacional				10%
TOTAL	30%	55%	15%	100%

Matriz de Especificaciones de la Prueba SERCE de Matemática de 6° año de Educación Básica

6. grado	DOMINIOS COGNITIVOS			TOTAL
Dominio de contenidos	Reconocimiento de objetos y elementos	Solución de problemas simples	Solución de problemas complejos	
Numérico				30%
Geométrico				20%
Medida				20%
Tratamiento de la información				15%
A. Variacional				15%
TOTAL	30%	45%	25%	100%

El documento Análisis Curricular SERCE, realizado por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) en 2004, detalló los dominios de contenidos y cognitivos que resultaron comunes a todos los países de la región. Dichos dominios fueron levemente modificados de acuerdo con las observaciones que los países hicieron después de la XVI Reunión de Coordinadores Nacionales de Managua en marzo de 2005.

II. Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (TIMSS). Desde la primera evaluación TIMSS, el equipo de expertos ha utilizado dos criterios organizadores en las Matemáticas: las áreas de contenido y los dominios cognitivos.

Las áreas de contenido constituyen los conocimientos concretos que valora la prueba, por lo que abarcan las cuestiones o temas sobre las que ésta se desarrolla. Son cinco:

- Números.
- Álgebra.
- Medición.
- Geometría.
- Datos.

Los dominios cognitivos constituyen el segundo criterio organizador de la prueba TIMSS, y establece los comportamientos de los estudiantes que serán valorados por medio de las pruebas; es decir las destrezas y habilidades asociadas con los conocimientos concretos. Estos dominios cognitivos, transversales a toda la prueba, son los siguientes:

- Conocimiento de hechos y de procedimientos.
- Utilización de conceptos.
- Resolución de problemas habituales.
- Razonamiento.

El orden en el que se presentan los cuatro dominios indica la gradación en la complejidad de las tareas que se pide al alumnado que resuelve la prueba. Desde las tareas más sencillas, de los ítems sobre conocimientos de hechos y procedimientos, hasta las más complejas asociadas a los razonamientos.

III. EL SISTEMA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN (SIMCE). Santiago de Chile, marzo 2005, para la enseñanza de la matemática consideró cuatro dimensiones: números y operaciones, geometría, álgebra, y tratamiento de la información.

IV. Los operativos nacionales de evaluación de la calidad en Cuba han sido rectorado por el ICCP y para la enseñanza de la Matemática consideró las siguientes dimensiones: Numeración y cálculo, magnitudes, geometría, análisis variacional y tratamiento de la información.

En resumen, se tiene:

<b>MEDICIONES</b>	<b>DOMINIOS CONTENIDOS</b>	<b>DE</b> <b>DOMINIOS COGNITIVOS</b>
SERCE - LLECE	Dominio numérico Dominio geométrico Dominio de medida Dominio de trat. de la información Dominio variacional	Reconocimiento de objetos y elementos. Solución de problemas simples. Solución de problemas complejos.

TIMSS 2003	Números Álgebra Medición Geometría Datos	Conocimiento de hechos y de procedimientos. Utilización de conceptos. Resolución de problemas habituales. Razonamiento.
SIMCE. Chile 2005.	Números y operaciones. Geometría Análisis variacional Tratamiento de la información	(No los define)
IX y X Operativos ICCP	Numeración y cálculo. Magnitudes Geometría Análisis variacional Tratamiento de la información	(No los define)

En general se asume que:

Una dimensión de contenido y otra cognitiva organizan los estudios de medición del aprendizaje. Los dominios de contenido definen la temática matemática específica cubierta por las pruebas. Los dominios cognitivos definen los comportamientos esperados de los estudiantes al ocuparse del contenido de matemáticas y expresan las destrezas y habilidades cognitivas concretas para obtener un conjunto completo de los resultados de aprendizaje.

De este modo, cada dominio de contenido de las matemáticas se considera una categoría de análisis. Los objetivos de evaluación específicos de cada curso, indicados por áreas temáticas dentro de los dominios de contenido, definen áreas de evaluación apropiadas para cada categoría.

La resolución de problemas y la comunicación son resultados clave de la educación matemática y están asociadas a muchos de los temas del dominio de contenido. Se consideran comportamientos válidos que habrán de deducirse de los ítems de la mayoría de las áreas temáticas.

Las destrezas y habilidades incluidas en cada dominio cognitivo ejemplifican aquellas que cabría esperar que manifestasen tener los estudiantes en las pruebas de rendimiento. Se pretende que sean aplicables a 3. y 6. grados, aunque el nivel de sofisticación en la manifestación de comportamientos variará considerablemente entre los grados.

El siguiente cuadro presenta una lista de los dominios de contenidos y las áreas temática que incluye cada uno y los dominios cognitivos que se asumen con vista a la preparación de los estudiantes para las pruebas del SERCE.

	<b>EDUCACIÓN PRIMARIA</b>	
Dominios de contenidos	3º Grado ÁREAS TEMÁTICA	6º Grado ÁREAS TEMÁTICAS
Numeración y cálculo	Números naturales: usos, funciones, orden, significado de las operaciones, propiedades, sistema de numeración decimal, cálculos exactos, estimación, Fracción como parte de una unidad y de un conjunto. Fracciones propias de denominador hasta 10. Significado del denominador y numerador.	Números naturales: uso y orden, relación parte todo, cociente, razón, valor posicional, valor posicional y relativo, potenciación y radicación, fracciones, equivalencia, números decimales, representación en la recta. Criterios de divisibilidad. Noción del concepto función
	Dominio cognitivo: Calcular: Conocer procedimientos algorítmicos para +, -, x, : o una combinación de estas operaciones; conocer procedimientos para aproximar números, estimar medidas, resolver ecuaciones, evaluar expresiones y fórmulas, dividir una cantidad en una razón dada, aumentar o disminuir una cantidad en un porcentaje dado.	

Geometría	<p>Concepto intuitivo de movimiento, reconocimiento de la invarianza del tamaño y de la forma de la figura por un movimiento, formas geométricas (clasificación). Representaciones verbales y gráficas de recorridos.</p>	<p>Figuras planas, polígonos, ejes de simetría, perpendicularidad, paralelismo, ángulos y su clasificación, circunferencia y círculo, cubo, prisma, cilindro. Localización y ubicación en el plano y el espacio. Definición constructiva de rotación, procedimiento para determinar la imagen por una rotación. Proporcionalidad.</p>
	<p>Dominios cognitivos:</p> <p>Identificar figuras geométricas en el entorno</p> <p>Reconocer propiedades de figuras, movimientos de figuras</p> <p>Clasificar las figuras según sus propiedades</p> <p>Reconocer movimiento de figuras</p> <p>Conocer las propiedades de las figuras geométricas y utilizarlas para resolver problemas rutinarios.</p> <p>Descomponer figuras y reordenar las partes para hacer figuras más sencillas.</p>	
Magnitudes	<p>Uso de instrumentos de medida, magnitudes lineales, longitud, peso (masa), sistemas monetarios, elección y comparación de unidades, estimación de medidas, medidas convencionales y no convencionales.</p>	<p>Sistemas de unidades, longitud, peso, masa, área, volumen, cambio de moneda, perímetro, ángulos.</p>

	<p>Dominios cognitivos:</p> <p>Usar instrumentos con escalas lineales o circulares para medir la longitud, el peso, el tiempo y la temperatura en situaciones planteadas como problema (p.ej., dimensiones de una ventana, peso de un paquete).</p> <p>Estimar la longitud, el área, el peso y el tiempo en situaciones planteadas como problema (p.ej., altura de un edificio, volumen de un bloque de un material).</p> <p>Calcular las áreas y los perímetros de cuadrados y rectángulos de unas dimensiones dadas.</p> <p>Realizar mediciones y conversiones en situaciones planteada como problema (p.ej., tiempo transcurrido, cambio de temperatura, diferencia de estatura o peso).</p>	
	<p>Recolección y organización de la información, creación de registros personales, técnicas de observación, tablas, diagramas de barras. Resolución de problemas que impliquen la interpretación de datos.</p>	<p>Interpretación de datos mediante tablas y gráficos. Representación gráfica, promedio, valor más frecuente (moda), diagramas, tabulación, recopilación de datos.</p>
Tratamiento de la información	<p>Dominios cognitivos</p> <p>Leer datos directamente de tablas, pictogramas, gráficos de barras y gráficos de sectores.</p> <p>Representar datos mediante tablas, pictogramas y gráficos de barras.</p> <p>Comparar y hacer corresponder diferentes representaciones de los mismos datos.</p> <p>Organizar un conjunto de datos por una característica (p.e., estatura, color, edad, forma).</p>	
Dominio variacional	<p>Identificación de regularidades del mundo circundante y de patrones en situaciones numéricas y geométricas. Seriación</p>	<p>Identificación de regularidades en el mundo circundante y de situaciones numéricas y geométricas. Seriación. Regla de formación y términos de una sucesión numérica</p>
	<p>Identificar secuencias y patrones de formación</p>	

Otro aspecto que se necesita abordar son los niveles de desempeño cognitivo

Cuando hablamos de desempeño cognitivo queremos referirnos al cumplimiento de lo que uno debe hacer en un área del saber de acuerdo con las exigencias establecidas para ello, de acuerdo, en este caso, con la edad y el grado escolar alcanzado y cuando se trata de los niveles de desempeño cognitivo nos referimos a dos aspectos íntimamente interrelacionados, el grado de complejidad con que se quiere medir este desempeño cognitivo y al mismo tiempo la magnitud de los logros del aprendizaje alcanzados en una asignatura determinada.

Se habla de tres niveles desempeño cognitivo vinculados con la magnitud y peculiaridad de los logros del aprendizaje alcanzado por el alumno en las diferentes asignaturas del currículo escolar:

Primer nivel. Capacidad del alumno para utilizar las operaciones de carácter instrumental básicas de una asignatura dada, para ello deberá reconocer, identificar, describir e interpretar los conceptos y propiedades esenciales en los que esta se sustenta.

Segundo nivel. Capacidad del alumno de establecer relaciones conceptuales, donde además de reconocer, describir e interpretar los conceptos deberá aplicarlos a una situación planteada y reflexionar sobre sus relaciones internas.

Tercer nivel. Capacidad del alumno para resolver problemas, por lo que deberá reconocer y contextualizar la situación problemática, identificar componentes e interrelaciones, establecer las estrategias de solución, fundamentar o justificar lo realizado.

El que el alumno se enfrente a la resolución o generación de problemas es también de relevancia social por su aporte para el buen desempeño de los alumnos en la vida.

En cada una de las asignaturas estos niveles se manifiestan atendiendo a las características de cada una de ellas.

En Matemática estos niveles se expresan:

- Nivel I: En este nivel se consideran los alumnos que son capaces de resolver ejercicios formales eminentemente reproductivos (saber leer y escribir números, establecer relaciones de orden en el sistema decimal, reconocer figuras planas y utilizar algoritmos rutinarios usuales), es decir, en este nivel están presentes aquellos contenidos y habilidades que conforman la base para la comprensión Matemática.
- Nivel II. Situaciones problemáticas, que están enmarcadas en los llamados problemas rutinarios, que tienen una vía de solución conocida, al menos para la mayoría de los alumnos, que sin llegar a ser propiamente reproductivas, tampoco pueden ser consideradas completamente productivas. Este nivel constituye un primer paso en el desarrollo de la capacidad para aplicar estructuras Matemáticas a la resolución de problemas.
- Nivel III. Problemas propiamente dichos, donde la vía por lo general no es conocida para la mayoría de los alumnos y donde el nivel de producción de los mismos es más elevado. En este nivel los estudiantes son capaces de reconocer

estructuras matemáticas complejas y resolver problemas que no implican necesariamente el uso de estrategias, procedimientos y algoritmos rutinarios sino que posibilitan la puesta en escena de estrategias, razonamientos y planes no rutinarios que exigen al estudiante poner en juego su conocimiento matemático.

Medición de los niveles de desempeño cognitivo.

Tradicionalmente, los resultados del rendimiento se han presentado en términos de porcentaje de respuestas correctas. Con el objeto de facilitar la comprensión de resultados, en el presente, la interpretación de estos resultados debe hacerse teniendo en cuenta algunas salvedades que a continuación se indican.

El porcentaje medio de aciertos indica cuál es el tanto por ciento medio de aciertos de los alumnos en los ítems de las distintas pruebas. No debe considerarse que el 50% de aciertos es 'aprobado'. Si los mismos alumnos hubieran contestado a otra prueba ligeramente más fácil o más difícil podrían haber obtenido valores medios de aciertos distintos.

Es erróneo identificar cierto valor de la proporción de aciertos al fracaso o al éxito en una materia. No existe, a priori, ningún valor que pueda considerarse como rendimiento insatisfactorio. El porcentaje medio de aciertos no indica qué es lo que saben o lo que ignoran los alumnos. Solamente un análisis más detallado de los resultados permite determinar ese extremo. El porcentaje de aciertos no tiene en cuenta la dificultad de los ítems.

Dos alumnos con la misma proporción de aciertos pueden tener conocimientos de muy distinto nivel. Un alumno ha podido responder correctamente a los cinco ítems más fáciles o considerados del primer nivel y otro a los cinco más difíciles donde ha respondido ítems de los tres niveles. Los dos tendrán la misma puntuación y, lo que es peor, el mismo grado de certidumbre respecto a su puntuación.

El porcentaje de respuestas no indica ni cuál es la importancia de los ítems no contestados correctamente, ni cuántos son los sujetos que no los han contestado.

Todas las razones expresadas y otras de índole más técnica llevaron a la adopción, en cada una de las materias, de tener en cuenta para la medición del rendimiento de los alumnos, además del porcentaje de respuestas correctas su ubicación en los niveles de desempeño.

Para valorar los resultados es necesario conocer lo que "saben" y lo que "saben hacer" los alumnos.

Es evidente que cuanto mayor es la puntuación de un sujeto en una materia, más tareas puede resolver satisfactoriamente. Para dar una idea del tipo de capacidades asociadas a los distintos niveles, se han establecido unos puntos de corte, en este caso, esos puntos son los correspondientes a:

- I nivel, para que un alumno alcance en este nivel debe responder 60% de las preguntas correspondientes a dicho nivel.
- II nivel, para que un alumno esté en este nivel debe haber alcanzado el I nivel y responder 50% de las preguntas correspondientes al II nivel.

- III nivel, para que un alumno esté en este nivel debe haber alcanzado el II nivel y responder 40% de las preguntas correspondientes al III nivel.

## REFERENCIAS

Chemello, G. (2001). *Didácticas especiales*. Buenos Aires: Aiqué.

Puig, S. (2003). *Los niveles de desempeño cognitivo*. La Habana: ICCP.

Ressia, B. (2003). La enseñanza del sistema de numeración en el Nivel Inicial y Primer Ciclo de EGB. En Panizza, M, (Comp.), *Enseñar matemática en el Nivel Inicial y en el Primer Ciclo de la Educación General Básica*. Buenos Aires: Paidós.

*Acuerdos de la XIV Reunión de Coordinadores Nacionales para el SERCE* (2004). Buenos Aires.

*Manual de elaboración de ítems objetivos de selección múltiple y de preguntas abiertas para el SERCE* (2004). Santiago de Chile.

SERCE (2004). *Análisis Curricular. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior* (ICFES).