

Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y de las competencias matemáticas

YOLANDA PROENZA GARRIDO
LUIS MANUEL LEYVA LEYVA

Instituto Superior Pedagógico "José de la Luz y Caballero", Cuba

Introducción

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 el 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 de Matemática, Español y Ciencias Naturales será objeto de estudio. El Segundo Estudio Regional Comparativo de la Educación (SERCE) se realizó en el mes de junio 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.º y 6.º 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.

Desarrollo

La matemática en las distintas evaluaciones

En la década del ochenta, la vigorosa reflexión sobre el currículo de matemáticas (Informe Cockcroft, 1982, *School Mathematics in the 1990's ICMI Study Series*, 1986; *Perspectives on Mathematics Education*, 1985; y los documentos elaborados por el NCTM), junto a las políticas curriculares que se comienzan a generar en el panorama internacional para promover nuevas concepciones del currículo, destacan las siguientes necesidades:

- Plantear como punto central del currículo las finalidades de la educación matemática para ajustarlas a las necesidades del ciudadano y de la sociedad.
- Promover el papel social de la educación matemática en un mundo en que la tecnología desempeña un papel dominante.
- Considerar la resolución de problemas como centro de las matemáticas escolares.
- Acompañar las propuestas de innovación y reforma curriculares con materiales desarrollados en torno a propuestas didácticas y textos.

En la actualidad, la comunidad en educación matemática comienza a desarrollar una concepción más amplia del currículo desde la noción de cultura, en la cual la visión acerca de la naturaleza de las matemáticas es un aspecto determinante.

En lo referente a la selección de los contenidos se propone como criterio la elección de organizaciones que den lugar al establecimiento de estructuras conceptuales, en estrecha relación con procedimientos propios de estas organizaciones (por ejemplo, número y operaciones) y en conexión con otras ciencias; los objetivos deben especificar las capacidades que se desarrollan con los conceptos y los procedimientos. Lo metodológico supera la descripción tradicional de las formas de enseñanza, para poner el acento en proporcionar experiencias diversificadas en contextos de aprendizaje, incorporando el dominio de estructuras conceptuales ricas en relaciones, procedimientos y estrategias que fomenten el pensamiento divergente y ayuden al desarrollo de valores y actitudes. De esta manera, el aprendizaje se concibe no sólo asociado a los aspectos cognoscitivos, sino conectado a los valores y normas y vinculado al campo afectivo. En cualquier caso, las reformas del currículo responden siempre, aunque no se manifieste claramente, a preguntas acerca del valor social de los conocimientos, a procesos de construcción en su dimensión personal y colectiva y a propósitos de transformación social.

Los nuevos modelos de evaluación se basan en especificaciones de dominios matemáticos que, siguiendo la propuesta de Gerard Vergnaud (1982) con respecto a los campos conceptuales, se construyen para identificar y relacionar conceptos, procedimientos y situaciones problema en cada dominio. Lo importante de esta organización es que permite pasar de la evaluación de simples conceptos y procedimientos, a establecer de qué manera diversos conocimientos contribuyen a formas de razonar para solucionar problemas.

1. Segundo Estudio Regional Comparativo Explicativo (SERCE)

Este instrumento de evaluación de los logros en Matemática, destinado a los alumnos de 3.º y 6.º, 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 Prueba¹ SERCE
de Matemática de 3.º año de Educación Básica

3.º GRADO	DOMINIOS COGNITIVOS			TOTAL
Dominio de contenidos	Reconocimiento de objetos y elementos	Solución de problemas simples	Solución de problemas 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.º año de Educación Básica.

6.º 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.

¹ 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.

2. 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 los que ésta se desarrolla. Son cinco:

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

Los *dominios cognitivos* constituyen el segundo criterio organizador de la prueba TIMSS, y establecen 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.

3. El Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE)

El 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*.

4. Los operativos nacionales de evaluación de la calidad en Cuba

Han sido rectorados por el ICCP que, 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:

MEDICIONES	DOMINIOS DE CONTENIDOS	DOMINIOS COGNITIVOS
SERCE – LLECE	Dominio numérico. Dominio geométrico. Dominio de medida. Dominio de trat. de la inform. 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 todos los grados de la enseñanza básica, ahora en 3.º y 6.º 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 que se realizó en los estudiantes para las pruebas del SERCE, que por analogía puede ser construida para los restantes grados.

	EDUCACIÓN PRIMARIA	
Dominios de contenidos	3.º Grado ÁREAS TEMÁTICAS	6.º Grado ÁREAS TEMÁTICAS
Numeración y cálculo	Números naturales: usos, lectura y escritura, 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	Localización en el espacio, transformaciones, puntos de referencia, formas geométricas (clasificación), cuadrados y cubos.	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.
	DOMINIOS COGNITIVOS: Identificar figuras geométricas en el entorno. Reconocer propiedades de figuras. Clasificar las figuras según sus propiedades. Reconocer movimiento de figuras. Conocer las propiedades de las figuras geométricas y utilizarlas para resolver problemas rutinarios. Descomponer figuras y reordenar las partes para hacer figuras más sencillas.	
Magnitudes (Dominio de la medida)	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.	Sistemas de unidades, longitud, peso, masa, área, volumen, cambio de moneda, perímetro, ángulos.
	DOMINIOS COGNITIVOS: USAR INSTRUMENTOS con escalas lineales o circulares para medir la longitud, el peso, el tiempo y la temperatura en situaciones planteadas como problema (p.e., dimensiones de una ventana, peso de un paquete). ESTIMAR la longitud, el área, el peso y el tiempo en situaciones planteadas como problema (p.e., altura de un edificio, volumen de un bloque de un material). CALCULAR las áreas y los perímetros de cuadrados y rectángulos de unas dimensiones dadas. REALIZAR MEDICIONES Y CONVERSIONES en situaciones planteadas como problema (p.e., tiempo transcurrido, cambio de temperatura, diferencia de estatura o peso).	

Tratamiento de la información	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.	Interpretación de datos mediante tablas y gráficos. Representación gráfica, promedio, valor más frecuente (moda), diagramas, tabulación, recopilación de datos.
	DOMINIOS COGNITIVOS: LEER DATOS directamente de tablas, pictogramas, gráficos de barras y gráficos de sectores. REPRESENTAR DATOS mediante tablas, pictogramas y gráficos de barras. COMPARAR y hacer corresponder diferentes representaciones de los mismos datos. ORGANIZAR un conjunto de datos por una característica (p.e., estatura, color, edad, forma).	
Dominio variacional	Identificación de regularidades del mundo circundante y de patrones en situaciones numéricas y geométricas. Seriación.	Identificación de regularidades en el mundo circundante y de situaciones numérica y geométricas. Seriación. Regla de formación y términos de una sucesión numérica.
	DOMINIO COGNITIVO: Identificar secuencias y patrones de formación.	

Niveles de desempeño cognitivo

Quando 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. 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 de 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.

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 de solución, 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 acierto distintos. Es erróneo identificar cierto valor de la proporción de aciertos con el fracaso o con el 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 5 ítems más fáciles o considerados del primer nivel y otro a los 5 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 cual es la importancia de los ítems no contestados correctamente, ni cuantos son los sujetos que no los han contestado.

Todas las razones expresadas, y otras de índole más técnica, llevaron, en cada una de las materias, a 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 serán aplicables a cualquier estructura de las pruebas para las mediciones:

- I NIVEL, para que un alumno alcance en este nivel debe responder el 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 el 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 el 40% de las preguntas correspondientes al III nivel.

Por último, consideramos importante dar a conocer algunas reflexiones necesarias para la formación de un estudiante en las matemáticas, si el objetivo es prepararlos para la vida y evaluar en términos de habilidades y destrezas los conocimientos adquiridos en esta asignatura.

Definición del Dominio de Competencias Matemáticas

El Dominio de Competencia en Matemáticas concierne a la capacidad de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente sus ideas al tiempo que se plantean, formulan, resuelven e interpretan tareas² matemáticas en una variedad de contextos. En el mundo real las personas se enfrentan frecuentemente con situaciones en las cuales la aplicación de técnicas de razonamiento cuantitativo o espacial, así como de otras herramientas matemáticas, puede contribuir a clarificar, formular o resolver un problema. Este es el caso, por ejemplo, cuando las personas van de compras, viajan, preparan alimentos, revisan sus finanzas personales o tratan de formarse opiniones sobre cuestiones de interés político, etc.

Estas aplicaciones de las matemáticas se basan en las habilidades desarrolladas a partir de los tipos de problemas que aparecen en los libros de texto escolares y los que se plantean en las clases. No obstante, las mismas demandan la capacidad adicional de emplear las herramientas en contextos menos estructurados, donde las instrucciones son menos claras y donde el estudiante debe tomar decisiones sobre cuáles conocimientos son relevantes y cómo se pueden aplicar de manera eficaz.

El nivel de competencia en matemáticas se refiere a la medida en la que los estudiantes pueden ser considerados como ciudadanos reflexivos y bien informados además de consumidores inteligentes. En todo el mundo, las personas se enfrentan a una diversidad cada vez mayor de tareas que involucran conceptos cuantitativos, espaciales, probabilísticos, etc. Por ejemplo, los medios contienen gran cantidad de información presentada en tablas, cuadros y gráficos sobre temas como el clima, la economía, la medicina, y el deporte, para solo nombrar unos pocos. Los ciudadanos están sometidos a un bombardeo continuo de información sobre asuntos tales como "el efecto invernadero y el calentamiento global", "el crecimiento

² Se asume la introducción del término "tarea" que hace Werenr J. (1982), porque desde el punto de vista de la didáctica permite establecer la diferencia entre ejercicio y problema (...la misma tarea puede ser para una persona que conoce el algoritmo, un ejercicio y para una persona que no lo conoce un problema en el sentido amplio...).

poblacional”, “los derrames petroleros en el mar”, “la desaparición de los bosques nativos”. Por último, e igualmente importante, las personas enfrentan la necesidad de leer formularios, interpretar horarios de transportes, realizar transacciones financieras, etc. La competencia matemática se enfoca en la capacidad de los estudiantes de utilizar su conocimiento matemático para enriquecer su comprensión de temas que son importantes para ellos y promover así su capacidad de acción.

OCDE/PISA define de la siguiente manera la competencia matemática³:

La competencia matemática es la capacidad de un individuo para identificar y entender el rol que juegan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundamentados y utilizar las matemáticas en formas que le permitan satisfacer sus necesidades como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo.

Una habilidad crucial implícita en esta noción de la competencia matemática es la capacidad de plantear, formular, resolver, e interpretar problemas empleando las matemáticas dentro de una variedad de situaciones y contextos. Estos contextos van desde los puramente matemáticos a aquellos que no presentan ninguna estructura matemática aparente (en este caso la persona debe introducir ella misma la estructura matemática). También es importante enfatizar que la definición no se refiere solamente a un nivel mínimo básico de conocimiento de las matemáticas. Al contrario, la definición atañe a la capacidad de utilizar las matemáticas en situaciones que van de lo cotidiano a lo inusual y de lo simple a lo complejo.

Situaciones y contextos

Utilizar y hacer matemáticas en una variedad de situaciones y contextos es un aspecto importante de la competencia matemática. Se reconoce que trabajar con cuestiones que llevan por sí mismas a un tratamiento matemático, a la elección de métodos matemáticos y a la organización por medio de representaciones, depende frecuentemente de las situaciones en las cuales se presentan las tareas.

La situación es la parte del mundo del estudiante en la cual se sitúa la tarea. En estudios se han considerado cuatro tipos de situaciones: personales, educativas o laborales, públicas y científicas.

Las situaciones permiten establecer la localización de un problema en términos de los fenómenos de los que surge la situación problemática considerada. Las *situaciones personales* están relacionadas con las actividades diarias de los alumnos. Se refieren a la forma en que una tarea matemática afecta inmediatamente al individuo y al modo en que el individuo percibe el contexto de la tarea. Las *situaciones educativas o laborales* las encuentra el alumno en el centro escolar o en un entorno de trabajo. Se refieren al modo en que el centro escolar o el lugar de trabajo proponen al alumno una tarea que le impone una actividad matemática para encontrar su respuesta. Las *situaciones públicas* se refieren a la comunidad local u otra más amplia, en la cual los estudiantes observen un aspecto determinado de su entorno. Requieren que los alumnos activen su comprensión, conocimiento y habilidades matemáticas para evaluar los aspectos de una situación externa con repercusiones importantes en la vida pública. Finalmente, las

³ OCDE/PISA [Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes auspiciado por la UNESCO y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)]. El objetivo de la evaluación internacional que hace OCDE/PISA es establecer hasta qué punto los sistemas educativos de los países participantes (42 en 2003) están preparando a sus estudiantes para jugar un papel constructivo como ciudadanos partícipes en la sociedad.

situaciones científicas son más abstractas y pueden implicar la comprensión de un proceso tecnológico, una interpretación teórica o un problema específicamente matemático.

Las situaciones y contextos de una tarea pueden considerarse en términos de la distancia entre el problema y las matemáticas implicadas. Si la tarea se refiere sólo a objetos matemáticos, estructuras o símbolos, el contexto de la tarea se considera como intra-matemático, y se podrá aceptar como una situación de tipo científico. Sin embargo, los problemas con contextos extra-matemáticos, que influyen en la solución y en su interpretación, son preferibles como instrumentos para evaluar la competencia matemática ya que es más probable encontrar problemas de este tipo en la vida cotidiana.

Tipos de competencias

Las competencias tratan de centrar la educación en el estudiante, en su aprendizaje y en el significado funcional de dicho proceso, esas competencias son:

- 1) Pensar y razonar.
- 2) Argumentar.
- 3) Comunicar.
- 4) Modelar.
- 5) Plantear y resolver problemas.
- 6) Representar.
- 7) Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones.

Se considera que los logros de los estudiantes en matemáticas se pueden expresar mediante este conjunto de competencias, ya que describen los procesos que se requieren para un dominio matemático general.

Conviene observar que las tres primeras son competencias cognitivas de carácter general, mientras que las cuatro siguientes son competencias matemáticas específicas, relacionadas con algún tipo de análisis conceptual. A continuación se presentan algunos indicadores que ejemplifican cada una de las competencias.

Pensar y razonar

Incluye las capacidades de:

- 1) Plantear cuestiones propias de las matemáticas (¿Cuántos hay? ¿Cómo encontrarlo? Si es así, ...entonces, etc.).
- 2) Conocer los tipos de respuestas que ofrecen las matemáticas a estas cuestiones.

- 3) Distinguir entre diferentes tipos de enunciados (definiciones, teoremas, conjeturas, hipótesis, ejemplos, afirmaciones condicionadas).
- 4) Entender y utilizar los conceptos matemáticos en su extensión y sus límites.

Argumentar

Incluye las capacidades de:

- 1) Conocer lo que son las pruebas matemáticas y cómo se diferencian de otros tipos de razonamiento matemático.
- 2) Seguir y valorar cadenas de argumentos matemáticos de diferentes tipos.
- 3) Disponer de sentido para la heurística (¿Qué puede (o no) ocurrir y por qué?).
- 4) Crear y expresar argumentos matemáticos.

Comunicar

Incluye las capacidades de:

- 1) Expresarse en una variedad de vías, sobre temas de contenido matemático, de forma oral y también escrita.
- 2) Entender enunciados de otras personas sobre estas materias en forma oral y escrita.

Modelar

Incluye las capacidades de:

- 1) Estructurar el campo o situación que va a modelarse.
- 2) Traducir la realidad a una estructura matemática.
- 3) Interpretar los modelos matemáticos en términos reales.
- 4) Trabajar con un modelo matemático.
- 5) Reflexionar, analizar y ofrecer la crítica de un modelo y sus resultados.
- 6) Comunicar acerca de un modelo y de sus resultados (incluyendo sus limitaciones).
- 7) Dirigir y controlar el proceso de modelización.

Plantear y resolver problemas

Incluye las capacidades de:

- 1) Plantear, formular y definir diferentes tipos de problemas matemáticos (puros, aplicados, de respuesta abierta, cerrados).
- 2) Resolver diferentes tipos de problemas matemáticos mediante una diversidad de vías.

Representar

Incluye las capacidades de:

- 1) Decodificar, interpretar y distinguir entre diferentes tipos de representación de objetos matemáticos y situaciones, así como las interrelaciones entre las distintas representaciones.
- 2) Escoger y relacionar diferentes formas de representación de acuerdo con la situación y el propósito.

Utilizar el lenguaje simbólico, formal y técnico y las operaciones

Incluye las capacidades de:

- 1) Decodificar e interpretar el lenguaje simbólico y formal y entender sus relaciones con el lenguaje natural.
- 2) Traducir desde el lenguaje natural al simbólico y formal.
- 3) Manejar enunciados y expresiones que contengan símbolos y fórmulas.
- 4) Utilizar variables, resolver ecuaciones y comprender los cálculos.

Las competencias muestran los modos en que los estudiantes actúan cuando hacen matemáticas.

Conclusiones

Los autores han abordado los presupuestos teóricos necesarios que contribuyen a esclarecer y comprender el trabajo en la medición del rendimiento académico, su procesamiento e interpretación de los escolares en su formación matemática en el nivel básico.

La política actual está dirigida a dar respuesta a las transformaciones que se vienen produciendo en los diferentes niveles de enseñanza del Sistema Nacional de Educación, cuyos objetivos son elevar sustancialmente la calidad de la educación, tanto en el aspecto formativo como en el aprendizaje de los niños, adolescentes y jóvenes, y contribuir decisivamente a que toda la población alcance una cultura general integral con una verdadera justicia social.

La actualidad de la temática radica en que los principales indicadores, como tendencias actuales e internacionalmente aceptadas, mediante los cuales se valoran los resultados de las diferentes mediciones para determinar la calidad del aprendizaje, se concretan en la correcta interpretación estadística de datos expresados en:

- El porcentaje de respuestas correctas.
- El porcentaje de respuestas correctas en cada nivel de desempeño.
- El porcentaje de alumnos que alcanza cada nivel de desempeño.

Proceso que de manera sistemática se desarrolla en las diferentes educaciones, permitiendo transitar por la cadena escuela-municipio-provincia-país-área internacional, a través de los diferentes estudios de tendencias realizados en Cuba (LLECE-SERCE).

Bibliografía

- BACHELARD, G. (1976): *La formación del espíritu científico*. México, Siglo XXI.
- CHARNAY, R. (1997): "Aprender por medio de la resolución de problemas", en PARRA, C., e I. SAIZ (comp.): *Didáctica de la matemática*. Buenos Aires, Paidós.
- CHEMELLO, G. (2001): *Didácticas especiales*. Buenos Aires, Aiqué.
- LERNER, D. (1992): *La matemática en la escuela*. Buenos Aires, Aiqué.
- MORALES VALLEJO, P. (1995): Cuadernos monográficos del ICE, "Tipos de pruebas: los exámenes orales y las preguntas de respuesta abierta". Bilbao, Universidad de Deusto.
- POLYA, G. (1989): *Cómo plantear y resolver problemas*. Méjico, Trillas.
- PUIG, S. (2003): *Los niveles de desempeño cognitivo*. MCS. Silvia Puig Investigadora ICCP. Octubre.
- SADOVSKY, P. (1998): *Pensar la matemática en la escuela*. Buenos Aires, Aiqué.
- 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.
- SCHOENFELD, A. (1985): *Ideas y tendencias en la resolución de problemas en Matemáticas en debate*. Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia.
- Acuerdos de la XIV Reunión de Coordinadores Nacionales para el SERCE, 2004, Buenos Aires.
- Manual de elaboración de ítemes objetivos de selección múltiple y de preguntas abiertas para el SERCE, 2004, Santiago de Chile.
- SERCE. Análisis curricular. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), 2004.
- Segundo Informe de Resultados TIMSS 2003. Matemáticas. Edición: Mayo 2005.