



organización de las naciones unidas para la educación, la ciencia y la cultura
united nations educational, scientific and cultural organization
organisation des nations unies pour l'éducation, la science et la culture
Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe



**LABORATORIO LATINOAMERICANO
DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN**

XVII REUNIÓN DE COORDINADORES NACIONALES

***Habilidades para la vida en las evaluaciones de
matemática (SERCE – LLECE)***

MATEMÁTICA: HABILIDADES PARA LA VIDA

Las pruebas de matemática desde la perspectiva de habilidades para la vida

Introducción

Los cambios socioeconómicos de los últimos años exigen que se redefina la educación de calidad, entendiendo como tal aquella que permite a todos los individuos, mujeres y hombres, ser ciudadanos del mundo y miembros plenamente activos de su comunidad. La educación de calidad exige la redefinición de los parámetros educativos a fin de abarcar ciertos conocimientos de base, valores, habilidades y comportamientos que se adapten específicamente al mundo actual y que expresen, además, la riqueza de nuestra diversidad.

Estos cambios han planteado la necesidad de un enfoque del aprendizaje que vaya más allá de la adquisición de conocimientos aislados o puntuales, y de considerarlos en el marco de estructuras más amplias, que permitan el desarrollo de todas las competencias necesarias para la vida.

En relación con lo expuesto hasta aquí, surge hace algunas décadas el concepto de habilidades como propuesta de incluir en el currículo escolar elementos que puedan ayudar a los estudiantes a hacer frente a situaciones familiares, a la toma de decisiones, a la resolución de situaciones problemáticas y demás. La idea que subyace es la de la necesidad de ayudar a los alumnos a desarrollar su potencial y a disfrutar de una vida privada y social de buena calidad. No se trata, pues, sólo del éxito en la escuela, sino de preparar a los alumnos para una mejor calidad de vida personal y social.

En este contexto, la enseñanza de la matemática debería proporcionar al estudiante las herramientas que le permitan adquirir una noción del mundo físico y social cada vez más clara y profunda, y prepararlo para insertarse en el mundo laboral e integrarse en la sociedad como un ciudadano crítico y responsable (Chemello, 2001).

1. Un cambio de perspectiva en la enseñanza de la Matemática

Los cambios epistemológicos y metodológicos que se han suscitado en el quehacer matemático ponen en evidencia que ese carácter riguroso otorgado antaño a la matemática como disciplina acabada prácticamente ha desaparecido. En la actualidad, el conocimiento matemático se concibe de una manera más constructiva, que otorga el protagonismo al sujeto del aprendizaje.

Así, la matemática, además de estimular el razonamiento, debe ayudar a resolver las necesidades de la vida de un individuo como ciudadano preocupado y reflexivo para actuar en su medio. Es decir, el aprendizaje matemático le permitirá al alumno actuar en una variedad de situaciones de la vida diaria. Esto significa que las situaciones pedagógicas que se le presenten a los estudiantes deben exceder a aquellas exclusivamente diseñadas para el salón de clase.

Desde esta perspectiva, se entiende por competencia matemática la capacidad de administrar nociones, representaciones y utilizar procedimientos matemáticos para comprender e interpretar el mundo real. Esto es, que el alumno tenga la posibilidad de matematizar el mundo real, lo que implica interpretar datos; establecer relaciones y conexiones; poner en juego conceptos matemáticos; analizar regularidades; establecer patrones de cambio; encontrar, elaborar, diseñar y/o construir modelos; argumentar; justificar; comunicar procedimientos y resultados. En este encuadre, los procesos como la argumentación, la comunicación y el establecimiento de modelos son procesos de la educación matemática que favorecen la dinámica de la clase.

Las nuevas concepciones en el campo de la educación matemática, además, contrastan sustantivamente con la tendencia tradicional a darle la mayor importancia al aprendizaje de algoritmos y procedimientos de cálculo, en el sentido de que hacen mayor hincapié en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático.

Por otro lado, el trabajo matemático es un proceso de descubrimiento vital y continuo. Se comprende una parte, se avanza, se va por el camino correcto. Y así, en la verificación, se observa si se puede tener éxito o no. Tal vez, el camino elegido esté equivocado: se puede sufrir algún revés. Y, en consecuencia, se hacen las modificaciones pertinentes. Entonces, con perseverancia, se va arribando al resultado. Pocas experiencias son tan gratificantes.

Así, la educación matemática actual —hasta podría decirse la alfabetización matemático-tecnológica— debe considerar el trabajo en torno a tres ejes fundamentales e íntimamente relacionados: el procedimental, el conceptual y el actitudinal. El procedimental vinculado con las destrezas, estrategias y métodos que a través del uso del lenguaje matemático permiten a los estudiantes establecer las relaciones y conexiones entre los hechos, conceptos y estructuras que existen o han construido. Por su parte el conocimiento conceptual hace referencia al entramado de hechos, nociones, estructuras conceptuales y teorías. Finalmente, el eje actitudinal, transversal a los otros dos, posibilita el compromiso personal con los diferentes desafíos que se van presentando en la construcción del conocimiento.

En este marco, el problema constituye una herramienta epistemológica y metodológica fundamental para el logro del significado de los conceptos matemáticos, un eje sustantivo de la enseñanza de la matemática.

2. La matemática y la resolución de problemas

La historia de la matemática, en la complejidad de su evolución y de sus revoluciones, muestra que todo conocimiento es una respuesta a una pregunta y que, si no hay pregunta, no puede haber conocimiento, ni científico ni de ninguna otra índole (Bachelard, 1976).

Así, la matemática se ha construido como respuesta a preguntas que han sido traducidas en otros tantos problemas. Estas preguntas han variado en sus orígenes y en sus contextos: problemas de orden doméstico (división de tierras, cálculo de créditos); problemas planteados en estrecha vinculación con otras ciencias (astronomía, física); especulaciones en apariencia “gratuitas” sobre objetos pertenecientes a la matemática misma, necesidad de organizar objetos ya existentes, de estructurarlos, por ejemplo, por exigencias de la exposición a la hora de la enseñanza, etc. En síntesis, la actividad de resolución de problemas ha estado en el corazón mismo de la elaboración de la ciencia matemática. De modo tal que casi es posible afirmar sin riesgo a equivocarse que *hacer matemática* es resolver problemas (Charnay, 1994).

Pero en la enseñanza de la matemática se ha pensado en los problemas como oportunidades para que los alumnos *apliquen* aquello que ya aprendieron. En este caso, el problema cumple un papel de evaluación y control del aprendizaje. En este enfoque, el problema es considerado como una mera aplicación de lo aprendido.

Por el contrario, la propuesta de este documento entiende los problemas como gestores del sentido de un concepto. No se trata, simplemente, de transferir un concepto que está completamente elaborado, sino de enriquecer el sentido del mismo a partir de encontrarlo como medio de solución en un nuevo contexto (Sadovsky, 1998). Es así como desde este encuadre teórico se piensa al alumno no sólo como un mero *resolutor de problemas*, sino también como *un analizador de situaciones problemáticas*. En virtud de ello, en matemática, la resolución de problemas es la fuente y el criterio del pensamiento conceptual. Es fuente, porque el concepto va siendo adquirido por el sujeto a partir de encontrar semejanzas con otras situaciones y diferencias con otras que no pueden ser resueltas con ese concepto. Cuando el sujeto puede resolver nuevas situaciones en diferentes contextos es cuando puede decirse que el concepto está adquirido (Chemello, 2001).

Una de las características que tienen que tener los problemas matemáticos que se le propongan al estudiante es dar lugar a dos procesos: por un lado, presentar elementos que le permitan utilizar los instrumentos cognitivos que posee; por otro lado, ofrecerle suficiente resistencia para poder enriquecer o modificar esos instrumentos. En definitiva, un problema se considera tal cuando lleva a elaborar una nueva estrategia de resolución, a adaptar una estrategia conocida, a descubrir la equivalencia de estrategias, a establecer relaciones que aún no se habían establecido.

Para que el alumno aprenda en una actividad de resolución de problemas, dicha actividad debe proponer un verdadero problema para el alumno, debe permitirle utilizar conocimientos anteriores, no quedar desarmado frente a ella. Pero, sin embargo, debe ofrecer una resistencia suficiente para llevar al alumno a hacer evolucionar los conocimientos anteriores, a cuestionarlos, a elaborar nuevos (Charnay, 1994).

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la información necesaria para resolver un problema puede presentarse de diferentes maneras: a través de un dibujo, de un gráfico, de un enunciado, de un esquema, de una tabla, de un mapa, de un plano, etc.

Asimismo, es productivo proponer el pasaje de la información de una forma de representación a otra como, por ejemplo, volcar en una tabla la información que aparece en un gráfico. La representación incluye codificación y decodificación, distinción entre diferentes formas de representación de objetos matemáticos y de situaciones, la interrelación entre varias representaciones, la elección de la mejor forma de representación.

En la enseñanza de la matemática, las distintas representaciones ocupan un lugar importante, puesto que cumplen una función de comunicación y al mismo tiempo facilitan la conceptualización. Una misma situación puede tener varias representaciones y cada una permite poner en evidencia distintos aspectos de la situación.

Por otra parte, las fuentes para buscar estos problemas deben ser hechos del acontecer cotidiano. Los problemas deberán estar enmarcados en la vida real e ir más allá de las clásicas situaciones escolares. Este marco incluirá situaciones que van desde el entorno cotidiano, pasando por las actividades escolares y recreativas, hasta la relación con la comunidad local.

Así como el conocimiento debe permitir tomar decisiones frente a un problema que hay que resolver, también debe permitir comunicar los procedimientos elegidos, defender y validar lo hecho, confrontarlo y compararlo con lo que hicieron otros.

Se trata de gestar un espacio en el que el niño tenga la posibilidad de aprender a argumentar a favor de sus trabajos, a pensar si acuerda o no con los resultados de sus compañeros, a tomar las ideas interesantes de otros y de revisar las propias.

La *comunicación* que no es privativa de matemática, obliga a volver sobre el propio pensamiento para precisarlo, justificarlo, clarificarlo. La comunicación en matemática incluye la propia expresión, en una variedad de formas, de un problema con un contenido matemático, tanto en forma oral como escrita.

Comunicar una resolución permite hacer explícito lo que era implícito y hace posible el reconocimiento de ese conocimiento por parte del sujeto. Informar sobre lo producido implica necesariamente la reconstrucción de la acción realizada (Ressia, 2003).

Merece señalarse que lenguaje y pensamiento se relacionan. Por un lado, el lenguaje matemático es un instrumento de comunicación que permite el intercambio de experiencias, sentimientos y conocimientos, y como tal proporciona el fundamento para las relaciones interpersonales. Por otro lado, es un medio para reflejar, abstraer y establecer relaciones entre las propiedades de los objetos hechos o fenómenos de la realidad, en presencia directa de ellos o en su ausencia. De esta forma, se va dando origen a los objetos ideales y a las posibilidades de su transformación. Por tanto, el desarrollo del lenguaje matemático es en la actualidad casi de tanta importancia como el aprendizaje de la lengua materna. Más aún, tanto en el lenguaje cotidiano como en los medios de comunicación es cada vez más frecuente el empleo de elementos propios del lenguaje matemático, como se ve, por ejemplo, en los gráficos, las tablas de porcentajes, las estadísticas, etc.

En resumen, la resolución de problemas exige una serie de aprendizajes esenciales que no se adquieren sólo con la práctica. Ella requiere:

- ✓ interpretar la información que se brinda,
- ✓ seleccionar la información necesaria para responder las preguntas y organizarla,
- ✓ hacer una representación de la situación,
- ✓ movilizar las herramientas matemáticas necesarias,
- ✓ planificar una estrategia de resolución,
- ✓ registrar los procedimientos utilizados,
- ✓ rechazar procedimientos que parecen no conducir a la meta,
- ✓ analizar la razonabilidad de los resultados,
- ✓ validar el procedimiento utilizado,
- ✓ analizar la economía de la estrategia elegida (Sadovsky, 1998).

Recapitulando, la práctica de la resolución de problemas se erige en una situación de privilegio para el desarrollo del pensamiento matemático. Ella supone obtener información desconocida a partir de información conocida aplicando las reglas del procesamiento matemático, como las operaciones aritméticas.

La resolución de problemas se caracteriza como una actividad compleja que exige diferentes niveles y tipos de razonamiento por parte de los estudiantes y que tiene como propósito central desarrollar competencias para reconocer y utilizar estructuras conceptuales y procedimientos de análisis propios del pensamiento matemático con crecientes grados de complejidad. De esta forma, las situaciones problemáticas se pueden caracterizar por las diferentes estructuras conceptuales y los procedimientos matemáticos subyacentes y, a su vez, en cada una de las categorías es posible identificar subcategorías que las caractericen según el número de relaciones que se deban establecer para su resolución y/o las distintas significaciones que puedan corresponderle a un mismo concepto en función de la situación en la que esté incluido.

En definitiva, se trata de que los estudiantes valoren la matemática como un bien social y cultural, y que tengan una experiencia personal de su poder para plantear y resolver problemas, así como de que confíen en sí mismos como personas capaces de hacer matemática.

Plantear y resolver problemas constituye la esencia de la enseñanza para la comprensión, pues no está limitada a un área determinada ni al conocimiento escolar en su conjunto, sino a la vida misma. En particular en la actividad matemática, los problemas favorecen la construcción de nuevos aprendizajes y brindan ocasiones de utilización de conocimientos anteriores.

3. Las pruebas de Matemática SERCE

El propósito de estas pruebas es evaluar por un lado el conocimiento matemático 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.

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.

Respecto del primer eje se identificaron cinco dimensiones de contenidos :

- **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.
- **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.
- **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.
- **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.

- **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.

Cabe 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.

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

- **Reconocimiento de objetos y elementos:** Implica la identificación de hechos, conceptos, relaciones y propiedades matemáticas expresados de manera directa y explícita en el enunciado.
- **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.
- **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.

Ítems y Estructura de la prueba

Los ítems o tareas de la prueba correspondiente al SERCE son de dos clases o tipos:

- **de opción múltiple** con cuatro alternativas de respuesta y,
- **de respuesta abierta a desarrollar** (respuesta breve).

Los ítems de opción múltiple presentan un enunciado incompleto o una pregunta y cuatro opciones de respuesta. Una sola es la correcta. El estudiante debe elegir y marcar la respuesta.

Los ítems de respuesta abierta son aquellos en los cuales el estudiante tiene que construir su propia respuesta. Para ello, tienen que realizar y expresar con claridad el procedimiento de resolución realizado.

Los ítems presentan situaciones que son parte del mundo real, que pertenecen a la vida privada, familiar, escolar del estudiante y están situados en el entorno natural, social y cultural del mismo. Es así como, enmarcados dentro de la cotidianidad, los ítems ponen en juego habilidades necesarias para la vida real del alumno en sus diferentes ámbitos de desempeño.

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.

Matriz de Especificaciones de la Prueba SERCE de Matemática de 3° año de Educación Básica

3° año de EB	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%
Variacional				10%
Total	30%	55%	15%	100%

Matriz de Especificaciones de la Prueba SERCE de Matemática de 6° año de Educación Básica ³

6° año de EB	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%
Variacional				15%
Total	30%	45%	25%	100%

4. Anexo

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.

El siguiente cuadro presenta una lista de los dominios de contenidos que sirvieron de insumo para la construcción de los ítems del SERCE.

Dominios de contenidos	Educación Básica	
	3° año	6° año
Dominio numérico	Números naturales: usos, funciones, orden, significado de las operaciones, propiedades, sistema de numeración decimal, cálculos exactos, estimación, fracciones comunes, números pares e impares, resolución de problemas que involucran adición, sustracción, multiplicación y división.	Números naturales: uso y orden, relación parte-todo, cociente, razón, valor posicional, valor posicional y relativo, potenciación, fracciones, equivalencia, números decimales, representación en la recta. Criterios de divisibilidad.
Dominio geométrico	Localización en el espacio, formas geométricas (clasificación), cuadrados y cubos. Representaciones verbales y gráficas de recorridos.	Figuras planas, polígonos, ejes de simetría, perpendicularidad, paralelismo, ángulos y su clasificación, circunferencia y círculo, cubo, prisma, cilindro, razones, proporciones, proporcionalidad.
Dominio de 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.
Dominio de tratamiento de la información	Recolección y organización de la información, creación de registros personales, técnicas de observación, pictogramas, diagramas de barras.	Representación gráfica, promedio, valor más frecuente, diagramas, tabulación, recopilación de datos, medidas de tendencia central (media).
Dominio variacional	Secuencias y patrones.	Patrones de formación. Proporcionalidad directa e inversa. Porcentaje.

Referencias bibliográficas

- ♦ 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 y 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.
- ♦ Sadosky, 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 breves para el SERCE, (2004), Santiago de Chile.
- ♦ SERCE. Análisis Curricular. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), 2004.