

# Desempeño matemático

## Evaluación por rúbricas en los primeros grados de educación básica

GABRIELA ORDAZ VILLEGAS\* | GUADALUPE ACLE TOMASINI\*\*

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el perfil de desempeño matemático de alumnos de los tres primeros años de educación primaria a través de un sistema de rúbricas. Participaron 444 alumnos de escuelas públicas mexicanas. Las edades fluctuaron de 6 a 9 años con media de 7.39 (SD=.951). El instrumento utilizado fue Evaluación del Logro Matemático, aplicado individualmente. El análisis por rúbricas permitió establecer los niveles de adquisición de los aprendizajes matemáticos de manera general y por grado escolar. Se identificaron fortalezas, como la construcción del número, y áreas con desempeño insuficiente, y la resolución de problemas aditivos, que pueden generar dificultades para la adquisición de conocimientos nuevos y más avanzados. Al obtener información detallada sobre el desempeño matemático de los alumnos a través del sistema de rúbricas, el docente podrá generar estrategias preventivas y remediales adecuadas y oportunas para facilitar los aprendizajes planeados.

*The main goal of this research was to evaluate the mathematical performance of students from the first three years of primary education, through a rubric system. It featured a total of 444 students from Mexican public schools from ages 6 to 9 and with a mean grade of 7.39 (SD = .951). In order to achieve this, we used the Assessment of Mathematical Achievement instrument, which was applied individually. The rubric analysis allowed us to establish the acquisition levels of mathematical learning both in general and by school grade. We identified strengths, such as number construction; as well as problematic areas, such as the ability to solve additive problems, which can create further difficulties for the acquisition of new and more advanced knowledge. By obtaining detailed information on the mathematical performance of students through rubrics, the teacher will be able to generate appropriate and timely preventive and remedial strategies to facilitate the student's required learning.*

### Palabras clave

Educación básica  
Evaluación del aprendizaje  
Evaluación educativa  
Enseñanza de las matemáticas  
Aprendizaje de las matemáticas  
Problemas de aprendizaje en matemáticas

### Keywords

Primary education  
Learning assessment  
Educational assessment  
Math teaching  
Math learning  
Math learning problems

Recibido: 21 de febrero de 2020 | Aceptado: 8 de julio de 2020

DOI: <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2021.173.59772>

- \* Profesora de carrera de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México). Doctora en Psicología. Líneas de investigación: educación especial; matemáticas; ciencias; inteligencia emocional; tecnología educativa. Publicación reciente: (2020, en coautoría con G. López-Aymes y S. Roger), "Resilience and Creativity in Teenagers with High Intellectual Abilities. A Middle school enrichment experience in vulnerable context", *Sustainability*, vol. 12, pp. 1-33. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12187670>. CE: [gabriela.ordaz@zaragoza.unam.mx](mailto:gabriela.ordaz@zaragoza.unam.mx)
- \*\* Profesora investigadora titular de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (México). Doctora en Antropología Social. Líneas de investigación: educación especial; resiliencia; validación social y educativa de programas de intervención. Publicación reciente: (2019, en coautoría con C. Rea y V.G. Ordaz), "Parental Perception of Skills in Children with Autism Spectrum Disorders and the Relationship to Transition Processes", *Psychology*, vol. 10, núm. 9, pp. 1333-1351. DOI: <https://doi.org/10.4236/psych.2019.109085>. CE: [gaclet@unam.mx](mailto:gaclet@unam.mx)

## INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

Las matemáticas son un conjunto de conceptos, reglas, métodos y técnicas mediante los cuales es posible analizar fenómenos y situaciones en contextos diversos (SEP, 2017). Están presentes en la naturaleza, la cultura, el arte y la vida cotidiana, por ende, su conocimiento es indispensable para el desarrollo personal (Cardoso y Cerecedo, 2008; Aunio y Räsänen, 2015; SEP, 2017; UNESCO, 2016); asimismo, son necesarias para el crecimiento y el desarrollo económico de cualquier país, pues funge como punta de lanza para abatir la pobreza y la inequidad (Kim y Hodges, 2012; Aunio y Räsänen, 2015). El aprendizaje de las matemáticas, por tanto, constituye uno de los ejes rectores de todo sistema educativo (Cardoso y Cerecedo, 2008; UNESCO, 2016).

En México, las matemáticas ocupan un lugar central en los programas de estudio en todos los niveles educativos. De acuerdo con el Plan de Estudios (SEP, 2011; 2017), las escuelas de educación básica dedican a la enseñanza de esta asignatura entre 20 y 26 por ciento del tiempo total de trabajo en el aula, sólo por debajo del asignado a español. A pesar de esta amplia atención curricular, es una de las materias con mayor problemática en el desempeño, de acuerdo con lo identificado por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) y la Secretaría de Educación Pública (SEP) a través de evaluaciones referidas a criterio, como los Exámenes para la Calidad y Logro Educativos (EXCALE), Evaluaciones Nacionales de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) y el actualmente vigente Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), aplicados por primera vez en 2005, 2006 y 2015, respectivamente.

En la última evaluación nacional de PLANEA, en el 2018, a estudiantes de sexto año de

educación básica se encontró que 59 por ciento obtuvo el nivel I (logro insuficiente), es decir que sólo pueden resolver operaciones básicas de suma, resta, multiplicación y división con números naturales; 18 por ciento se ubicó en el nivel II (logro indispensable), capaces de resolver operaciones básicas con números naturales y decimales; 15 por ciento en el nivel III (logro satisfactorio), que pueden resolver operaciones básicas con números decimales y multiplicaciones con fracciones por un número natural; y, únicamente 8 por ciento obtuvo el nivel IV (sobresaliente), que son quienes solucionan problemas que requieren operaciones básicas con números decimales y fraccionarios que implican conversiones (INEE, 2018).

No obstante que en México las evaluaciones iniciaron a finales de los años noventa (INEE, 2015) y que forman una parte indispensable del proceso de enseñanza-aprendizaje (Capote y Sosa, 2006; Dickinson y Adams, 2017; Elizar y Khairunnisak, 2020; Webb, 1992), las problemáticas que impiden alcanzar la calidad y el nivel de logro satisfactorio que se esperaría en esta materia siguen presentes (INEE, 2013, 2014; Martínez-Rizo, 2015; SEP, 2013).

La evaluación se refiere a la acción permanente por medio de la cual se busca apreciar, estimar y emitir juicios sobre procesos educativos con el fin de tomar decisiones. Entre las características más importantes que señalan algunos autores sobre la evaluación se encuentran (Capote y Sosa, 2006; Martínez-Rizo, 2015; Martínez-Rojas, 2008; Gobierno de Colombia, 2002; Webb, 1992): la identificación de los contenidos a evaluar; la periodicidad de la instrumentación de la evaluación durante el proceso de enseñanza-aprendizaje; y, por último, su función formativa. A pesar de que estas características son necesarias, no todas estuvieron presentes en las evaluaciones nacionales mencionadas, y probablemente ésta

<sup>1</sup> Se agradece a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM por el apoyo brindado al proyecto "Perfiles diferenciales cognitivos y académicos de alumnos de primer ciclo de primaria con requerimientos de educación especial y su relación con los factores de riesgo personales, escolares y familiares (IN307419)" del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica PAPIIT. Asimismo, se agradece a quienes apoyaron en la aplicación de los instrumentos: Gabriela Medina, Paula Cerón y Ricardo Sol.

sea la razón de que su impacto aún no se observe en el sistema educativo del país.

Respecto al primer punto, la identificación de contenidos a evaluar, Martínez-Rizo (2015), Dickinson y Adams (2017), Romberg (1989) y Webb (1992) afirman que una prueba que tenga como objetivo valorar el aprendizaje necesita un referente que oriente su planeación y desarrollo, así como que se remita a los propósitos establecidos en los planes y programas de estudio. Para las evaluaciones oficiales del país, lo anterior genera una gran problemática, ya que los currículos se distinguen por tener demasiados contenidos, sin diferenciar su importancia, además de que se modifican constantemente. Por esta razón, las pruebas no han tenido un referente estable en el tiempo, lo que genera que el criterio de las evaluaciones haya sido diferente en cada aplicación y que no exista la posibilidad de realizar comparaciones en diferentes momentos (Martínez-Rizo, 2015).

A partir de la identificación de esta problemática se realizó una revisión a las pruebas EXCALE y ENLACE, y como resultado se diseñó PLANEA, de manera que, a partir del 2015, los criterios de referencia fueron los aprendizajes clave (Martínez-Rizo, 2015; SEP, 2017). Los aprendizajes clave son conocimientos relevantes, facilitadores en la adquisición de nuevos aprendizajes y relativamente estables en el tiempo (INEE, 2015). Por ejemplo, para los alumnos de cuarto grado se consideran dos ejes temáticos esenciales para matemáticas: 1) sentido numérico y pensamiento algebraico, con tres unidades de análisis, número y sistemas de numeración, problemas aditivos y problemas multiplicativos; 2) forma, espacio y medida, con una unidad de análisis, figuras y medición de longitud y tiempo (SEP, 2017). Con lo anterior, los criterios de la evaluación fueron delimitados tácitamente.

El segundo elemento importante que se debe de considerar en la evaluación es la periodicidad de la instrumentación. Es necesario que las evaluaciones sean permanentes, aplicadas en diferentes momentos de la

formación, debido a que la evaluación y la instrucción coexisten y se refuerzan mutuamente (Elizar y Khairunnisak, 2020; Heredia, 2009; Webb, 1992; Flores y Gómez, 2009). La ejecución oportuna de la evaluación permite al profesor y a la institución conocer el progreso del estudiante, comprobar la eficacia de la enseñanza y establecer pautas correctas y oportunas (Capote y Sosa, 2006; Dickinson y Adams, 2017; Elizar y Khairunnisak, 2020; Leyva, 2011; Tejedor, 1992). En México se encontró que las evaluaciones fueron instrumentadas de manera continua respecto al tiempo, sin embargo, no se aplicaban en todos los grados de educación básica (INEE, 2013, 2014, 2015, 2018; Martínez-Rizo, 2015; SEP, 2013).

En el caso concreto de PLANEA, que es la evaluación oficial vigente, la prueba tiene tres modalidades, con objetivos, tiempos y poblaciones diferentes para la educación primaria (INEE, 2015): 1) la evaluación del logro referida al sistema educativo nacional (ELSEN) se aplica a una muestra de alumnos de sexto grado a nivel nacional cada cuatro años al final del ciclo escolar. Su objetivo es informar a la sociedad y a las autoridades educativas sobre el logro de aprendizaje; 2) la evaluación del logro referida a los centros escolares (ELCE) es censal para niños de sexto grado al finalizar el ciclo escolar. Tiene el propósito de ofrecer información a los centros escolares; y, 3) la evaluación diagnóstica censal (EDC) la aplican los docentes a sus grupos al inicio de cuarto grado. Con esta prueba se pretende obtener información pertinente y oportuna que ayude al profesor a mejorar sus prácticas de enseñanza-aprendizaje. Al enfocar la mirada hacia la población que evalúa PLANEA se observó que nuevamente no son considerados los primeros grados de primaria, al igual que las evaluaciones antecesoras. Esta misma ausencia se percibió en las investigaciones realizadas en el país respecto a la evaluación del aprendizaje de las matemáticas en dicha población (Alsina y Coronata, 2015; García, 2014; Guevara y Macotela, 2006).

Dado que todo conocimiento nuevo se genera a partir de conocimientos previos (Alfiyansah *et al.*, 2020; García, 2007; Guevara y Macotela, 2006; Guevara *et al.*, 2008a; Aunio y Räsänen, 2015), la limitada asimilación de los elementos fundamentales del aprendizaje en el área matemática puede generar consecuencias negativas para el desarrollo académico de los estudiantes (Alfiyansah *et al.*, 2020; García, 2007; Guevara *et al.*, 2008a; Orratia, 2006; Aunio y Räsänen, 2015; SEP, 2017), tanto en el momento de la enseñanza como un retraso que puede permanecer a lo largo de la formación académica (Díaz y García, 2007; García, 2007; Huber *et al.*, 2013; Aunio y Räsänen, 2015; SEP, 2017) e incluso podría agudizarse conforme el estudiante avanza en los grados escolares (Díaz y García, 2007; INEE, 2015; Larrazolo *et al.*, 2013; Martínez-Rizo, 2015; OCDE, 2015; Aunio y Räsänen, 2015). Por lo tanto, es indispensable que la evaluación empiece desde los primeros años escolares para conocer el desempeño académico matemático, como lo señalan Guevara *et al.* (2008a).

La tercera característica relevante de la evaluación es su función formativa, debido a que la evaluación orienta el proceso de enseñanza-aprendizaje y aporta a las autoridades educativas información relevante para el monitoreo, la planeación, programación y operación del sistema educativo y sus centros escolares (Dickinson y Adams, 2017; Elizar y Khairunnisak, 2020; INEE, 2015; Maldonado *et al.*, 2020; Popham, 2014; Tejedor, 1992). En México se ha observado un limitado impacto de las evaluaciones en los planes y programas de estudio, así como en la aplicación de las políticas educativas y de estrategias que ayuden a prevenir o remediar los retrasos escolares de los niños, como lo realizan algunas otras naciones (Guevara y Macotela, 2006; Morrison *et al.*, 2003). Lo mismo sucede en los salones de clase: los resultados no permiten construir una visión general del aprendizaje en matemáticas de los estudiantes como consecuencia de su escolarización formal, y tampoco proporcionan

información de fortalezas o debilidades del aprendizaje que ayuden a la mejora continua (INEE, 2015; Martínez-Rizo, 2015; Guevara *et al.*, 2008b; Aunio y Räsänen, 2015).

Para subsanar esta problemática se diseñó la modalidad Evaluación Diagnóstica Censal (EDC) en PLANEA. Tiene el objetivo principal de ofrecer al docente información que le permita mejorar sus prácticas de enseñanza en los centros escolares (INEE, 2015). Lo anterior, sin embargo, no se cumple por completo, pues al utilizar pruebas criteriales como herramienta de evaluación, la información recabada es sobre el nivel de logro que el estudiante alcanzó con respecto al número de aciertos que obtuvo (Heredia, 2009; Leyva, 2011). Dado que el propósito de la evaluación no es clasificar a los alumnos, sino obtener información precisa sobre el grado de adquisición de una determinada tarea de aprendizaje y señalar con exactitud la parte de la tarea no dominada (Dickinson y Adams, 2017; Díaz y García, 2007; Heredia, 2009; Aunio y Räsänen, 2015) para que el profesor pueda diseñar herramientas que promuevan el aprendizaje y la mejora en la calidad de la didáctica (Elizar y Khairunnisak, 2020; García, 2014; Heredia, 2009; Webb, 1992), el diseño criterial del instrumento de la EDC no brinda información suficiente para lograr los objetivos formativos de la evaluación.

Para la evaluación de las matemáticas existen diferentes alternativas de instrumentos que van desde exámenes, portafolios de evidencias, bitácoras y observaciones (Bed, 2017; Flores y Gómez, 2009), hasta listas de cotejo a docentes (Alsina y Coronata, 2015), entre otros. Sin embargo, dado que el aprendizaje de las matemáticas es un proceso (Cortés *et al.*, 2004; Dickinson y Adams, 2017; Flores y Gómez, 2009; Aunio y Räsänen, 2015) y que la evaluación tiene como objetivo ofrecer al docente y a la comunidad escolar retroalimentación específica para mejorar el aprendizaje del estudiante y las condiciones del curso con respecto a la actuación del profesor (Dickinson y Adams, 2017; Díaz y García, 2007; Elizar

y Khairunnisak, 2020; Flores y Gómez, 2008; Heredia, 2009), se consideró que las rúbricas podrían aportar elementos para favorecer dichas demandas.

Las rúbricas o matrices de verificación son escalas de evaluación en las que se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que una persona muestra respecto a un proceso o producción determinada (Chan y Simone, 2019; Díaz-Barriga, 2006; Dickinson y Adams, 2017). Las rúbricas cubren un doble propósito: evaluar y apoyar los procesos de formación de los alumnos. Ofrecen retroalimentación específica y centrada sobre el desempeño de los estudiantes (Chan y Simone, 2019; Dickinson y Adams, 2017; García, 2014; Jönsson y Svingby, 2007), y respecto de la efectividad de las estrategias de enseñanza utilizadas (Díaz-Barriga, 2006; Martínez-Rojas, 2008). Asimismo, permiten identificar las áreas de oportunidad y con ello realizar planeaciones para orientar esfuerzos hacia mejores niveles de ejecución, lo cual implica generar condiciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje fundamentados en los logros alcanzados y las metas a conseguir (Cano, 2015; Chan y Simone, 2019; De la Cruz, 2011; Capote y Sosa, 2006; Dickinson y Adams, 2017; Gatica-Lara y Uribarren-Berrueta, 2013).

En síntesis, es trascendental que los estudios se dirijan a la evaluación de los aprendizajes clave, no sólo para algunos alumnos, sino en todos, en especial aquéllos que inician su tránsito por la educación básica; esto debido a que el retraso del aprendizaje de destrezas elementales y un bajo nivel de rendimiento tiene efectos acumulativos que, de no intervenir, originarán dificultades para abordar los contenidos siguientes (Bed, 2017; Díaz y García, 2007), como se observó en los resultados de las evaluaciones (INEE, 2013, 2014, 2015, 2018; Martínez-Rizo, 2015; SEP, 2013). También puede impedir o limitar el acceso hacia niveles educativos más avanzados (SEP, 2017; OCDE, 2015), o incluso incidir en el abandono escolar

(COPEEMS, 2012). En cualquiera de los casos, el retraso del aprendizaje de destrezas elementales y un bajo nivel de rendimiento escolar restringe el desarrollo económico del sujeto y, con ello, del país (SEP, 2017; OCDE, 2011).

Por otro lado, la selección del instrumento de evaluación también es un elemento de interés, pues se requiere que los resultados proporcionen retroalimentación sobre el grado de adquisición de una determinada tarea de aprendizaje y señalen con exactitud la parte de la tarea no dominada (Díaz y García, 2007; Dickinson y Adams, 2017; Heredia, 2009) que oriente el proceso de enseñanza-aprendizaje (Dickinson y Adams, 2017; Popham, 2014; Webb, 1992). De lo contrario, si la evaluación no cumple su función formativa entonces se pone en una situación de indefensión a alumnos, profesores, familias, al sistema educativo y a la sociedad en general (Bed, 2017; Díaz y García, 2007), pues no cuentan con conocimiento acerca de sus aciertos, ni de las áreas de oportunidad que permitirían mejorar la actividad educativa (Dickinson y Adams, 2017; Guevara *et al.*, 2008b). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación fue conocer el perfil de desempeño matemático de los aprendizajes clave en alumnos de los tres primeros grados de educación primaria a través de un sistema de rúbricas como instrumento de evaluación.

## MÉTODO

### *Tipo de estudio*

Para conocer el perfil de desempeño matemático de los aprendizajes clave a través de sistema de rúbricas como instrumento de evaluación en niños mexicanos de primero a tercero de primaria se propuso un estudio descriptivo, transversal y de campo. La recolección de los datos se llevó a cabo en una sola medición en el escenario escolar. El diseño utilizado fue no experimental, dado que no se manipuló alguna variable (Kerlinger y Lee, 2002).

### Participantes

La muestra fue no probabilística y estuvo conformada por un total de 444 alumnos de cinco diferentes escuelas primarias ubicadas en la zona oriente de la delegación Iztapalapa

de la Ciudad de México. La edad de los participantes fue de 6 a 9 años con una media de 7.39 años (SD=.951), 44.6 por ciento niños y 55.4 por ciento niñas. Los grupos se distribuyeron de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de frecuencias de alumnos evaluados

Grado	Sexo		Total
	Hombre	Mujer	
Primero	62	77	139
Segundo	82	86	168
Tercero	67	70	137
Total	211	233	444

Fuente: elaboración propia.

### Instrumentos

Para explorar los desempeños en matemáticas se utilizó el instrumento de Evaluación del Logro Matemático (ELMA) (Acle y Ordaz, 2017) integrado por: a) instrucciones para el aplicador; b) ficha de identificación; c) protocolo de aplicación para 1º, 2º y 3º de primaria; d) fichas de trabajo y, por último; e) protocolo de evaluación. El protocolo de evaluación consta de 22 ítems para primero y 25 para segundo y tercero; el sistema de rúbricas de calificación comprende cuatro descriptores: consolidado (3), en proceso (2), inicial (1) e insuficiente (0). Está compuesto por dos áreas generales: habilidades preacadémicas y aprendizajes curriculares clave.

Las habilidades preacadémicas se refieren a las habilidades fundamentales que le permitirán al niño/niña asimilar los conocimientos matemáticos. Están compuestos por: direccionalidad (Castro *et al.*, 2002; Salvador, 2004) y las tres áreas referidas por la teoría cognoscitiva de Piaget que son seriación, clasificación y conservación (Piaget e Inhelder, 1976). El área de habilidades preacadémicas no fue utilizada. Por otro lado, los aprendizajes curriculares clave ELMA se basan en el Plan y Programas de Estudios (SEP, 2011; 2017), y los libros de texto gratuitos de *Desafíos matemáticos* de primero,

segundo y tercer grado (SEP, 2014a; SEP, 2014b; SEP, 2014c), específicamente en el eje de sentido numérico y pensamiento algebraico. En el mismo tenor el instrumento se basó en la “Propuesta para el aprendizaje de las matemáticas en grupos integrados” (SEP, 1984) y las “Estrategias pedagógicas para niños de primaria con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas” (Velásquez *et al.*, 1987; Botello, *et al.*, 1988; Velásquez, *et al.*, 1988), así como en Vergnaud (1983; 2013). El área de aprendizajes curriculares clave está compuesta por: conocimiento del número, sistema decimal de numeración (SDN), sucesiones, cálculo algorítmico, resolución de problemas y, por último, cálculo mental. Todos ajustados al grado escolar.

La validación de contenido se realizó a través de un grupo de ocho jueces expertos conformado por siete mujeres (90 por ciento) y un hombre (10 por ciento); cuatro profesores de los primeros grados de primaria con estudios variados que van desde nivel licenciatura para formación de docentes en educación primaria hasta doctorado en Psicopedagogía; dos docentes de la maestría en Educación Especial de la UNAM y dos doctoras en Psicología del área de Educación y Desarrollo Humano de la misma institución. Dichos participantes fueron seleccionados con base en su experiencia

en educación y el diseño de instrumentos. Se obtuvo el índice de concordancia W de Kendall con respecto a cuatro criterios: claridad, coherencia, relevancia y suficiencia de la cantidad de los reactivos para cada dimensión. En la Tabla 2 se observa que la redacción de

los reactivos del instrumento presenta una sintaxis y semántica adecuadas, así como una relación lógica con cada dimensión estudiada, adicionalmente los reactivos fueron relevantes y su número fue conveniente para la medición de la dimensión.

**Tabla 2. Valores del coeficiente de concordancia W de Kendall por jueces expertos**

Criterio	Jueces	W de Kendall	Significancia
Claridad	8	.934	.0000
Coherencia	8	.910	.0000
Relevancia	8	.843	.0000
Suficiencia	8	.875	.0008

\* $p \leq .05$

Fuente: elaboración propia.

El índice de confiabilidad de la prueba se obtuvo a través del Alpha de Cronbach; la prueba de primer grado obtuvo un puntaje de .820, la de segundo de .761 y la de tercer grado de .722.

### Procedimiento

Se solicitó la autorización de los directivos y docentes de las escuelas, así como el consentimiento de los padres de familia y de los participantes. Se hizo énfasis en la confidencialidad y en el anonimato de la información. La aplicación del instrumento se realizó de manera individual. Se leyeron las instrucciones y se le proporcionó el instrumento con la finalidad de que el alumno pudiera contestar, así como leer los datos las veces que considerara necesario. La duración aproximada de la aplicación fue de 40 minutos. Una vez recabada la información se utilizó el programa SPSS 21 para crear la base datos y proceder al análisis de los mismos.

### ANÁLISIS DE DATOS

Posterior a la aplicación de ELMA a los alumnos de primero, segundo y tercer año de educación primaria se realizaron los siguientes

análisis estadísticos: 1) análisis descriptivo del desempeño de los alumnos de cada uno de los indicadores de los aprendizajes curriculares básicos; 2) pruebas no paramétricas Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney para conocer las diferencias estadísticamente significativas entre el desempeño matemático según los grados académicos.

### RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos respecto del desempeño de los alumnos para los aprendizajes curriculares clave en el área de matemáticas. En la Tabla 3 se puede observar que, en construcción del número, la mayoría de los alumnos (63.26 por ciento) de la muestra total se ubicó en el nivel consolidado, realizó representaciones no convencionales y convencionales de los objetos, e identificó adecuadamente cantidades de acuerdo con su grado escolar: para primero hasta 100, segundo 1,000 y tercero 10,000 (SEP, 2017). Entretanto, 28.25 por ciento de los niños se encontró en proceso, de manera que sólo pudo representar objetos de manera no convencional y leer algunas cantidades. El 7.57 por ciento de esta muestra se situó en el nivel

**Tabla 3. Frecuencias y porcentajes de alumnos por nivel de desempeño en construcción del número**

Nivel de desempeño	Grado escolar							
	1°		2°		3°		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Consolidado	103	74.10	95	56.55	81	59.12	279	63.26
En proceso	26	18.71	57	33.93	44	32.12	127	28.25
Inicial	8	5.76	15	8.93	11	8.03	34	7.57
Insuficiente	2	1.44	1	0.60	1	0.73	4	0.92
Total	139		168		137		444	

Fuente: elaboración propia.

inicial: aún no pudo representar ni leer cantidades adecuadamente. El 92 por ciento de los alumnos se ubicó en el nivel insuficiente: no pudo contestar.

La Tabla 4 muestra los porcentajes de alumnos por nivel de desempeño respecto del Sistema Decimal de Numeración (SDN). Como puede verse, únicamente 27.18 por ciento de la muestra total logró consolidar la habilidad: los alumnos comprenden el valor posicional absoluto y relativo de acuerdo con su grado escolar (para primero hasta decenas, segundo centenas y tercero unidades de millar), y dominan equivalencias directas e indirectas, además de que son capaces de codificar y decodificar la información. El nivel de desempeño en proceso lo alcanzó 43.45 por ciento de la muestra; la mayoría de estos alumnos sólo comprende el valor posicional absoluto, domina equivalencias directas y es capaz de

codificar o decodificar la información. Los resultados coinciden con los encontrados por García (2007), Guevara *et al.* (2008b) y Aunio y Räsänen (2015) en el sentido de que los alumnos están lejos de comprender el valor posicional, incluso los de alto rendimiento (García, 2007). El 28.44 por ciento se ubicó en un nivel inicial: no comprenden aún el valor posicional, ni dominan equivalencias, codificación y decodificación. Por último, 0.92 por ciento de los alumnos mostró un desempeño insuficiente.

En los Programas de Estudio de la SEP (2011) de los tres primeros grados de educación básica se incluyen los patrones de sucesiones, que se utilizan de dos formas diferentes: figurativa y numérica. En la Tabla 5 se puede observar que únicamente 16.89 por ciento consolidó la habilidad, es decir, contestó ambas sucesiones adecuadamente de

**Tabla 4. Frecuencias y porcentajes de alumnos por nivel de desempeño en SDN**

Nivel de desempeño	Grado escolar							
	1°		2°		3°		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Consolidado	30	21.58	48	28.57	43	31.39	121	27.18
En proceso	65	46.76	73	43.45	55	40.15	193	43.45
Inicial	42	30.22	46	27.38	38	27.74	126	28.44
Insuficiente	2	1.44	1	0.60	1	0.73	4	0.92
Total	139		168		137		444	

Fuente: elaboración propia.

acuerdo con su grado escolar: para primero fue figuras simples y progresión ascendente; para segundo, sucesión por formas y progresión decreciente; para tercero, figuras compuestas y sucesiones aritméticas crecientes y decrecientes. El grueso de los participantes se

ubicó en proceso (57.21 por ciento), ya que contestó correctamente una de las sucesiones. El 25.45 por ciento se ubicó en el nivel de desempeño inicial, por contestar ambos tipos de sucesiones con algún error; y 0.45 por ciento no pudo contestar.

**Tabla 5. Frecuencias y porcentajes de alumnos por nivel de desempeño en sucesiones**

Nivel de desempeño	Grado escolar							
	1°		2°		3°		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Consolidado	37	26.62	20	11.9	18	13.14	75	16.89
En proceso	56	40.29	124	73.81	74	54.01	254	57.21
Inicial	46	33.09	23	13.69	44	32.12	113	25.45
Insuficiente	0	0	1	0.60	1	0.73	2	0.45
Total	139		168		137		444	

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 6 se puede observar que sólo 20.14 por ciento de la muestra total logró el nivel consolidado en el uso de cálculo mental exacto con utilización de alguna estrategia, mientras que 7.49 por ciento se ubicó en proceso, dado que realizó un cálculo mental aproximado. El 22.16 por ciento se ubicó en el nivel inicial, por realizar el cálculo, pero de manera errónea. Por último, una alta cantidad de la muestra (50.21 por ciento) no utilizó el cálculo mental.

En el plan de estudios del año 2011, el pensamiento algebraico se enmarca en dos puntos

importantes: el cálculo algorítmico y la resolución de problemas. En la Tabla 7 se describen los resultados del desempeño de los alumnos con respecto al cálculo algorítmico de suma, resta, multiplicación y división.

En el algoritmo de la suma se observa que un muy bajo porcentaje (13.74 por ciento) de la muestra total contestó de manera correcta por lo menos seis de las nueve operaciones, que incluyeron sumas simples y el manejo de composición aditiva y valor posicional; el 27.48 por ciento se encontró en proceso, al resolver hasta seis algoritmos adecuadamente.

**Tabla 6. Frecuencias y porcentajes de alumnos por nivel de desempeño en cálculo mental**

Nivel de desempeño	Grado escolar							
	1°		2°		3°		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Consolidado	34	24.46	31	18.45	24	17.52	89	20.14
En proceso	6	4.32	17	10.12	11	8.03	34	7.49
Inicial	38	27.34	40	23.81	21	15.33	99	22.16
Insuficiente	61	43.88	80	47.62	81	59.12	222	50.21
Total	139		168		137		444	

Fuente: elaboración propia.

Entretanto, la mayoría de la muestra, 56.98 por ciento, se ubicó en una etapa inicial, ya que únicamente contestó correctamente tres operaciones, en su mayoría aquéllas que no incluían acarreo. El porcentaje restante (1.80 por ciento) se ubicó en el nivel de desempeño insuficiente, dado que no respondieron adecuadamente ninguna de las sumas.

Respecto al algoritmo de la resta se encontraron desempeños más bajos en comparación con los resultados anteriores: sólo 11.94 por ciento de la muestra total contestó adecuadamente los cuatro algoritmos, los cuales incluían restas básicas y restas de composición aditiva y valor posicional; 40.09 por ciento respondió correctamente entre dos y tres, mientras que

41.89 por ciento se ubicó con un desempeño inicial, al contestar correctamente sólo una resta. Por último, 6.08 por ciento obtuvo un desempeño insuficiente porque ninguno de los resultados anotados fue el adecuado.

La multiplicación se enseña a partir de segundo grado. El desempeño de este algoritmo fue muy interesante, pues supera al desempeño de la suma y la resta: 25.90 por ciento de la muestra alcanzó el nivel de desempeño consolidado, es decir, contestaron adecuadamente las cuatro multiplicaciones, de hasta tres dígitos en uno de los factores; por su parte, 40.33 por ciento se ubicó en proceso, al responder apropiadamente entre dos y tres operaciones; 18.03 por ciento logró el nivel inicial, por

**Tabla 7. Frecuencias y porcentajes de alumnos por nivel de desempeño en cálculo algorítmico**

Prerrequisito matemático	Nivel de desempeño	Grado escolar						Total	
		1º		2º		3º		N	%
		N	%	N	%	N	%		
Suma	Consolidado	8	5.76	27	16.07	26	18.98	61	13.74
	En proceso	49	35.25	40	23.81	33	24.09	122	27.48
	Inicial	76	54.68	99	58.93	78	56.93	253	56.98
	Insuficiente	6	4.32	2	1.19	0	0.00	8	1.80
	<b>Total</b>	<b>139</b>		<b>168</b>		<b>137</b>		<b>444</b>	
Resta	Consolidado	3	2.2	25	14.88	25	18.25	53	11.94
	En proceso	61	43.88	50	29.76	67	48.91	178	40.09
	Inicial	64	46.04	77	45.83	45	32.85	186	41.89
	Insuficiente	11	7.91	16	9.52	0	0.00	27	6.08
	<b>Total</b>	<b>139</b>		<b>168</b>		<b>137</b>		<b>444</b>	
Multiplicación	Consolidado			47	27.98	32	23.36	79	25.90
	En proceso			57	33.93	66	48.18	123	40.33
	Inicial			32	19.05	23	16.79	55	18.03
	Insuficiente			32	19.05	16	11.68	48	15.74
	<b>Total</b>			<b>168</b>		<b>137</b>		<b>305</b>	
División	Consolidado					42	30.66	42	30.66
	En proceso					32	23.36	32	23.36
	Inicial					29	21.17	29	21.17
	Insuficiente					34	24.82	34	24.82
	<b>Total</b>					<b>137</b>		<b>137</b>	

Fuente: elaboración propia.

responder correctamente sólo una multiplicación. El resto de la muestra (15.74 por ciento) se ubicó en el nivel insuficiente, ya que todos sus resultados fueron erróneos.

El algoritmo de la división se enseña hasta tercer grado (SEP, 2017). Los resultados de este grado escolar indican que 30.66 por ciento alcanzó el nivel de consolidación a través de la resolución correcta de dos divisiones de un solo dígito, tanto de uso del repertorio multiplicativo como del algoritmo; 23.36 por ciento tuvo una de las dos divisiones de manera correcta; 21.17 por ciento se encuentra en nivel

inicial, por contestar ambas divisiones, pero con errores. El 24.82 por ciento se ubicó en el nivel insuficiente, ya que no respondieron correctamente el algoritmo.

De acuerdo con la SEP (2011), la enseñanza de la resolución de problemas recorre toda la educación básica: en el primer grado el programa se enfoca en los problemas aditivos con diferente estructura, y en segundo y tercero se adicionan problemas con multiplicaciones y divisiones para su resolución. En la Tabla 8 se disponen los resultados obtenidos por grado escolar.

**Tabla 8. Frecuencias y porcentajes de alumnos por nivel de desempeño en resolución de problemas aditivos**

Problema aditivo	Nivel de desempeño	Grado escolar						Total	
		1º		2º		3º		N	%
		N	%	N	%	N	%		
Aditivos	Consolidado	1	0.72	9	5.36	2	1.46	12	2.51
	En proceso	25	17.99	53	31.55	70	51.09	148	33.54
	Inicial	40	28.78	12	7.14	4	2.92	56	12.95
	Insuficiente	73	52.52	94	55.95	61	44.53	228	51.00
	<b>Total</b>	<b>139</b>	<b>100</b>	<b>168</b>	<b>100</b>	<b>137</b>	<b>100</b>	<b>444</b>	<b>100</b>
Multiplicación	Consolidado			12	7.14	34	24.82	46	15.98
	En proceso			20	11.90	23	16.79	43	14.35
	Inicial			105	62.50	75	54.74	180	58.62
	Insuficiente			31	18.45	5	3.65	36	11.05
	<b>Total</b>			<b>168</b>	<b>100</b>	<b>137</b>	<b>100</b>	<b>305</b>	<b>100</b>
División	Consolidado			13	7.74	15	10.90	28	9.20
	En proceso			19	11.31	26	19.90	45	14.80
	Inicial			45	26.79	8	5.80	53	17.40
	Insuficiente			91	54.17	88	64.20	179	58.70
	<b>Total</b>			<b>168</b>		<b>137</b>		<b>305</b>	

Fuente: elaboración propia.

En el caso del rubro de problemas aditivos se observa que tan sólo 2.51 por ciento de los alumnos se ubica en el nivel consolidado, ya que fueron capaces de representar de forma convencional algorítmica la solución, además de realizar la comprobación de sus resultados. El 33.54 por ciento resolvió correctamente al

representar de manera convencional algorítmica, pero no realizaron la comprobación en sus resultados; 12.95 por ciento representaron de manera no convencional su solución, es decir, utilizaron elementos gráficos o alguna otra herramienta no convencional. Por último, 51 por ciento de los alumnos realizó

una operación no adecuada para contestar el problema.

Respecto a los problemas cuya solución requiere multiplicación se observó que 15.98 por ciento de la muestra total mostró un conocimiento consolidado respecto a la multiplicación por arreglos rectangulares y por combinación. En ambos casos utilizaron representación convencional a través del algoritmo de multiplicación y resultado correcto. El 14.35 por ciento se ubicó en proceso, ya que solucionó el problema mediante representación convencional a través de suma iterada. La gran mayoría (58.62 por ciento) se ubicó en nivel inicial, dado que resolvieron el problema a través de representación no convencional. El 11.05 por ciento restante realizó una operación no adecuada para contestar el problema.

Por último, respecto a la utilización de la división para resolver problemas matemáticos, sólo 9.20 por ciento de los alumnos de tercero logró representar la solución de manera convencional con el algoritmo de la división; 14.80 por ciento se ubicó en proceso, al utilizar la representación convencional del algoritmo de la multiplicación para llegar a la respuesta correcta; 17.40 por ciento se ubicó en inicial, ya que su representación fue a través de imágenes o elementos no convencionales. Por último, más de la mitad de la muestra de segundo y tercer año (58.70 por ciento) realizó una operación no adecuada para contestar el problema.

Como se pudo observar en las tablas anteriores, el porcentaje en cada uno de los niveles de desempeño de los aprendizajes curriculares clave varió de acuerdo al grado escolar, sin embargo, no fueron estadísticamente significativas para todos los rubros: mediante la prueba Kruskal-Wallis, no se encontraron diferencias para sistema decimal numérico ( $\chi^2=3.92$ ,  $gl=2$ ,  $p>.05$ ), algoritmo de suma ( $\chi^2=2.47$ ,  $gl=2$ ,  $p>.05$ ), algoritmo multiplicación ( $\chi^2=.63$ ,  $gl=2$ ,  $p>.05$ ), problemas de multiplicación ( $\chi^2=.53$ ,  $gl=2$ ,  $p>.05$ ), así como para problemas de división ( $\chi^2=3.92$ ,  $gl=2$ ,  $p>.05$ ). Sí hubo diferencias para construcción del número ( $\chi^2=35.56$ ,  $gl=2$ ,  $p<.05$ ), sucesiones ( $\chi^2=6.11$ ,  $gl=2$ ,  $p<.05$ ), cálculo mental ( $\chi^2=41.45$ ,  $gl=2$ ,  $p<.05$ ), algoritmo de restas ( $\chi^2=24.44$ ,  $gl=2$ ,  $p<.05$ ), problemas de aditivos ( $\chi^2=27.25$ ,  $gl=2$ ,  $p<.05$ ).

Para determinar el grado escolar en que se presentaron las diferencias se realizó la prueba U de Mann Whitney por parejas (Tabla 9). Al comparar primer grado con segundo se encontraron diferencias en número y problemas aditivos: el desempeño de los alumnos de primer año fue superior respecto al de segundo en la construcción del número; por otro lado, el segundo grado obtuvo puntajes a favor en la resolución de problemas aditivos. No hubo diferencias para sucesiones, cálculo mental ni para el algoritmo de la resta.

Al contrastar primero con tercero se encontraron diferencias en todos los desempeños

**Tabla 9. Resultados de U de Mann Whitney para el nivel de desempeño en aprendizajes curriculares básicos**

Aprendizajes clave	Media (SD)			Comparación de grados		
	1°	2°	3°	1° con 2°	1° con 3°	2° con 3°
Número	5.30 (1.02)	4.92 (.74)	5.00 (.71)	Z= -5.51**	Z= -4.65**	Z= -.96
Sucesiones	1.94 (.77)	1.97 (.53)	1.79 (.67)	Z= -.64	Z= -1.41	Z= -2.70**
Cálculo mental	8.27 (5.09)	7.90 (4.85)	4.99 (3.95)	Z= -.61	Z= -4.81**	Z= -3.82**
Algoritmo resta	1.73 (.65)	1.91 (.82)	2.09 (.71)	Z= -.15	Z= -5.64**	Z= -5.61**
Problemas aditivos	4.73 (3.54)	6.98 (5.31)	7.06 (3.63)	Z= -3.58**	Z= -5.30**	Z= -1.23

\* $p<.05$ , \*\*  $p<.01$

Fuente: elaboración propia.

excepto en sucesiones: a favor de los alumnos de primer año se ubicó el conocimiento del número y el cálculo mental; en tercero el desempeño fue superior en el algoritmo de la resta y la resolución de los problemas aditivos; por último, entre segundo y tercero hubo diferencias para sucesiones, cálculo mental y algoritmo de la resta. El segundo año tuvo a favor los puntajes medios en los dos primeros aprendizajes mencionados: sucesiones y cálculo mental. En tercero, el desempeño fue superior en algoritmo de la resta.

Recapitulando, a través de las rúbricas se observó que el desempeño de los aprendizajes curriculares clave puede ser constante a través de los grados académicos, pero esto oscurece el incremento gradual de las dificultades que se presentan de acuerdo con el Programa de Estudios de Educación Básica (SEP, 2011; 2017), como es el caso del SDN, algoritmo de la suma, algoritmo de la multiplicación y resolución de problemas multiplicativos. Asimismo, los resultados permiten observar el perfeccionamiento de algunos aprendizajes curriculares a través del aumento de la consolidación del conocimiento al incrementar el grado educativo, como es el caso del algoritmo de la resta y los problemas aditivos; sin embargo, también se aprecia la disminución en el desempeño de ciertos rubros, en el caso específico de número y cálculo mental, en los cuales los alumnos de primero tuvieron mejores puntajes que los de grados superiores.

## DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como propósito conocer el perfil de desempeño matemático de los aprendizajes clave en alumnos de los tres primeros grados de educación primaria a través de un sistema de rúbricas como instrumento de evaluación. Para este objetivo se analizaron las diferencias por grado escolar y rubro relativas a los aprendizajes curriculares clave.

Respecto al desempeño de dichos aprendizajes, se encontró que, independientemente

del grado académico existe una limitada consolidación del conocimiento en los rubros evaluados con respecto a los esperados en los objetivos de los Planes y Programas de Estudios de la SEP (2011, 2017); esto coincide con las evaluaciones criterios realizadas por instancias oficiales del país (INEE, 2013, 2014, 2018; SEP, 2013). Por otro lado, la evaluación realizada a través del sistema de rúbricas permitió visualizar los desempeños en dos sentidos: un perfil por grado académico y por rubro evaluado.

Al analizar las fortalezas por grado académico y por las áreas con un mayor número de alumnos que consolidan el dominio, se encontró lo siguiente: para el primer año, los aprendizajes de mayor a menor fortaleza fueron: construcción de número, sucesiones, cálculo mental, SDN, algoritmo de suma y resta y, por último, resolución de problemas aditivos. Para segundo grado: construcción de número, SDN, multiplicación, cálculo mental, suma, resta, sucesiones, resolución de problemas con división, multiplicación y aditivos. Para tercer grado: construcción de número, SDN, problemas con división y multiplicación, algoritmo de multiplicación, suma y resta, cálculo mental, sucesiones, problemas con división y aditivos. Como se puede observar, la construcción de número es la fortaleza de los tres grados y el área de mayor dificultad la resolución de problemas aditivos.

Respecto al perfil por rubro se encontraron tres patrones, que fueron progresivos, estáticos y regresivos. En relación con los rubros con patrones progresivos, sólo se identificaron el algoritmo de la resta y los problemas aditivos como aquéllos que se perfeccionan gradualmente de manera paralela con el grado académico, tomando en cuenta el incremento de la complejidad que establece el Programa de Estudios de la SEP (2017) y la expectativa de que todas las áreas evaluadas se comporten de esta manera. Respecto al algoritmo de la resta en el primer grado, se observó mayor dificultad en las operaciones que utilizan procedimiento de transformación o con acarreo, es decir, en el

manejo de la composición aditiva y el valor posicional, mientras que en los grados posteriores se observó mayor dominio. Estos resultados coinciden con lo encontrado por García (2007; 2014), así como con Aunio y Räsänen (2015).

En el caso de la resolución de los problemas con operaciones aditivas los resultados fueron preocupantes, ya que es el aprendizaje que se identificó con mayor dificultad en los tres grados escolares. Es probable que dichos resultados se deban a que su respuesta involucra diversos pasos de un proceso: inicia en la comprensión del problema de un texto lingüístico, pasa por una operación que dé lugar a una solución y termina por examinar la solución obtenida (Godino *et al.*, 2003; Orrantia, 2006; SEP, 2017). Por lo tanto, la respuesta lleva un proceso que involucra varios pasos, de manera que si en alguno se tienen dificultades los resultados se verán mermados. A pesar de lo anterior, es un aprendizaje que mostró maduración y evolución de manera creciente, como se esperaba.

Por otro lado, los rubros con niveles de desempeño estables, aquellos que no tuvieron diferencias a pesar del incremento de dificultad y de grado académico fueron: el SDN, algoritmo de la suma y multiplicación, así como la resolución de problemas que utilizan multiplicación y división. Respecto al SDN, los resultados probablemente se deban a que su enseñanza ha sufrido cambios desde los años sesenta a la fecha: en algunas décadas se ha enfatizado desde el primer grado y en otras se ha limitado (Block y Álvarez, 1999). En el Programa de Estudios (SEP, 2017) de los tres primeros grados no es considerado de forma explícita; sin embargo, sería relevante enseñarlo, ya que diversos autores (Botello *et al.*, 1988; Meavilla y Oller, 2014; Orrantia, 2006; Aunio y Räsänen, 2015; SEP, 1984) lo consideran determinante para que el alumno comprenda desde los números hasta los algoritmos de las operaciones básicas.

Respecto al cálculo de los algoritmos, se observó que el porcentaje de alumnos que consolidó el aprendizaje de la multiplicación fue superior al porcentaje de la suma y el de

la resta, quizá debido a la presión que ejercen padres y maestros sobre el aprendizaje de este tema (Bed, 2017; Lotero *et al.*, 2011). Es menester indicar que también el porcentaje de alumnos que se ubicaron en desempeño insuficiente fue mayor en la multiplicación que en la suma y la resta; este resultado es el que se esperaba, dadas las propias dificultades que se presentaron en los rubros anteriores, en especial la dificultad del SDN (García, 2007; Aunio y Räsänen, 2015). Un fenómeno parecido sucedió con la división, donde se observaron altos porcentajes de desempeño en los dos niveles extremos: consolidado e insuficiente. Estos resultados también fueron esperados, pues la enseñanza de la división en tercer grado se basa en la multiplicación a través del reparto y agrupamiento. Vergnaud (2013), Aunio y Räsänen (2015) y SEP (2011) refieren que el algoritmo de la división requiere del conocimiento de la suma, la resta y la multiplicación, por lo tanto, si no se logran afianzar los conocimientos de base, las dificultades se verán incrementadas.

Los rubros con patrones de desempeño recesivos fueron: conocimiento del número, cálculo mental y sucesiones. En estos tres rubros el nivel de desempeño fue mayor para los alumnos de primer grado en contraposición con los de tercero. En construcción del número, a pesar de ser el área de mayor fortaleza para los tres grados, se observó que los alumnos de primero obtuvieron mejor desempeño que los de segundo y tercero, posiblemente debido al incremento de la dificultad planteada por la SEP (2017) respecto de la cantidad de dígitos que debe manipular el alumno. Las implicaciones que conlleva esta falta de consolidación en el número radican en el limitado desempeño que tendrá en los otros rubros de aprendizaje, como son los algoritmos y la resolución de problemas (Godino *et al.*, 2003; Guevara *et al.*, 2008a; Orrantia, 2006; Aunio y Räsänen, 2015).

Por último, en el caso de cálculo mental se observó una disminución en su utilización al incrementar el grado escolar; esto concuerda con el estudio realizado por Gálvez *et al.* (2011),

en el que los autores concluyen que los niños pierden de manera progresiva la espontaneidad para el cálculo mental y van dejando como única vía de acción la reproducción de técnicas previamente memorizadas de los algoritmos en papel. Sin embargo, el cálculo mental debería fomentarse, pues de acuerdo con Broitman (1999) y García (2014) el cálculo previo a los resultados de un problema ayuda al alumno a tomar decisiones sobre los cálculos exactos que deberá realizar. Por otro lado, las sucesiones son complicadas de aprender para los niños de primer grado debido a que no logran identificar los aspectos que cambian y los que permanecen invariantes; asimismo, tienen dificultad para establecer conexiones entre las diferentes formas y su transformación (Castro *et al.*, 2002; Aunio y Räsänen, 2015); es por ello que la consolidación de esta habilidad en grados superiores será aún más laboriosa, dado el incremento de complejidad, y se obtendrán resultados negativos como los observados en el presente trabajo.

En conclusión, a través de los resultados empíricos de la presente investigación se puede afirmar que el sistema de rúbricas es capaz de delimitar el dominio de los aprendizajes clave señalados por diferentes planes, programas y materiales de estudio. En segundo lugar, las rúbricas, como instrumento de evaluación, pueden utilizarse desde los primeros grados de educación básica, etapa considerada como pilar que sustentará el conocimiento matemático posterior (Cardoso y Cerecedo, 2008; Castro *et al.*, 2002; Chan y Simone, 2019; Dickinson y Adams, 2017; García, 2014;

Godino *et al.*, 2003). Finalmente, los datos resultantes de las rúbricas permiten cumplir con la función formativa de la evaluación (Bed, 2017), pues no sólo proporcionan información sobre las respuestas correctas o incorrectas, sino que permiten saber con exactitud el nivel de adquisición de los diferentes aprendizajes clave diseñados por la SEP y discriminan los puntos fuertes y las áreas en proceso de consolidación, tanto por grado académico como por rubro evaluado, elementos importantes para mejorar la tarea educativa (Dickinson y Adams, 2017; Guevara *et al.*, 2008b).

Por lo tanto, el sistema de rúbricas como instrumento de evaluación de los aprendizajes clave es una alternativa cuando los resultados se dirigen al profesor, como es el caso de la evaluación diagnóstica censal (EDC). Al obtener información más detallada del desempeño a través de cada uno de los criterios de evaluación basados en los aprendizajes clave de matemáticas señalados por el sistema educativo, los docentes tendrán la posibilidad de generar estrategias preventivas y remediales adecuadas y oportunas para facilitar los aprendizajes planeados (Chan y Simone, 2019). Por último, dado que las matemáticas son un componente importante de la educación formal (Bed, 2017) y que su conocimiento es indispensable para el desarrollo personal (Aunio y Räsänen, 2015; SEP, 2017; UNESCO, 2016) y del país (Kim y Hodges, 2012; Aunio y Räsänen, 2015), su continuo estudio sobre la adquisición y evaluación constituye una tarea prioritaria para investigadores, instituciones y autoridades educativas.

## REFERENCIAS

ACLE Tomasini, Guadalupe y Gabriela Ordaz Villagas (2017), "Construcción de la Evaluación del Logro Matemático (ELMA)", manuscrito inédito, México, Universidad Nacional Autónoma de México-Posgrado en Psicología.

ALFIYANSAH, Ahmad, Annisa Fitriani, Hega Nari-moati y Meli Handayani (2020), "Identify Maths Learning Difficulties on the Set Subject", *Proceedings of the International Conference on Sciences, Engineering, and Medicine*, vol. 3, núm. 1, pp. 319-322. DOI: <https://doi.org/10.14421/icse.v3.520>

- ALSINA, Ángel y Claudia Coronata (2015), “Los procesos matemáticos en las prácticas docentes: diseño, construcción y validación de un instrumento de evaluación”, *Educación Matemática en la Infancia*, vol. 3, núm. 2, pp. 23-36.
- AUNIO, Pirjo y Räsänen Pekka (2015), “Core Numerical Skills for Learning Mathematics in Children Aged Five to Eight Years – a Working Model for Educators”, *European Early Childhood Education Research Journal*, vol. 24, núm. 5, pp. 684-704. DOI: <https://doi.org/10.1080/1350293X.2014.996424>
- BED RAJ, Acharya (2017), “Factors Affecting Difficulties in Learning Mathematics by Mathematics Learners”, *International Journal of Elementary Education*, vol. 6, núm. 2, pp. 8-15. DOI: <https://doi.org/10.11648/j.ijeedu.20170602.11>
- BLOCK, David y Ana María Álvarez (1999), “Los números en primer grado: cuatro generaciones de situaciones didácticas”, *Educación Matemática*, vol. 11, núm. 1, pp. 57-76.
- BOTELLO, Héctor, Ana María Álvarez, Héctor Balbuena, David Block, Néstor González, Zorobabel Martiradoní, José Muñoz e Irma Velázquez (1988), *Estrategias pedagógicas para niños de primaria con dificultades en aprendizaje de las matemáticas. Problemas y operaciones de multiplicación y división*, México, SEP.
- BROITMAN, Claudia (1999), *Las operaciones del primer ciclo: aportes para el trabajo en el aula*, Buenos Aires, Novedades Educativas.
- CANO, Elena (2015), “Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en educación superior: ¿uso o abuso?”, *Profesorado. Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, vol. 19, núm. 2, pp. 265-280.
- CAPOTE, Silvia y Ángela Sosa (2006), “Evaluación: rúbrica y listas de control”, en: <https://bernarditapenroz.files.wordpress.com/2010/11/evaluaci1.pdf> (consulta: febrero de 2016).
- CARDOSO Espinosa, Edgar y Trinidad Cerecedo Mercado (2008), “El desarrollo de las competencias matemáticas en la primera infancia”, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 47, núm. 5, pp. 1-11.
- CASTRO, Encarnación, María Ángeles Olmo y Enrique Castro (2002), *Desarrollo del pensamiento matemático infantil*, Granada, Universidad de Granada-Departamento de Didáctica de la Matemática.
- CHAN, Zenobia y Ho Simone (2019), “Good and Bad Practices in Rubrics: The perspectives of students and educators”, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, vol. 44, núm. 4, pp. 533-545.
- ELIZAR, Elizar y Cut Khairunnisak (2020), “An Introduction to the Rasch Measurement Model: A case of mathematics education students comprehensive test”, *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 5, núm. 1, pp. 51-60.
- COPEEMS (2012), *Encuesta Nacional de Deserción en la Educación Media*, México, Secretaría de Educación Pública.
- CORTÉS, Jeannette, Eduardo Backhoff y Javier Organista (2004), “Estrategias de cálculo mental utilizadas por estudiantes de nivel secundaria de Baja California”, *Educación Matemática*, vol. 16, núm. 1, pp. 149-168.
- DE LA CRUZ Flores, Gabriela (2011), “La construcción y aplicación de rúbricas: una experiencia en la formación de psicólogos educativos”, *Observar*, vol. 5, núm. 1, pp. 21-41.
- DÍAZ Alcaraz, Francisco y José Julián García García (2007), *Evaluación criterial del área de matemáticas. Un modelo para educación primaria*, Barcelona, Praxis.
- DÍAZ-Barriga Arceo, Frida (2006), “El aprendizaje basado en problemas y el método de casos”, en Frida Díaz-Barriga (coord.), *Enseñanza situada. Vínculo entre la escuela y la vida*, México, McGraw Hill, pp. 61-95.
- DICKINSON, Pauline y Jeffery Adams (2017), “Values in Evaluation - The use of rubrics”, *Evaluation and Program Planning*, vol. 65, núm. 1, pp. 113-116. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2017.07.005>
- ELIZAR, Elizar y Cut Khairunnisak (2020), “An Introduction to the Rasch Measurement Model: A case of mathematics education students comprehensive test”, *Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, vol. 5, núm. 1, pp. 51-60.
- FLORES Samaniego, Ángel Homero y Adriana Gómez Reyes (2009), “Aprender matemática, haciendo matemática: la evaluación en el aula”, *Educación Matemática*, vol. 21, núm. 2, pp. 117-142.
- GÁLVEZ, Grecia, Diego Cosmelli, Lino Cubillos, Paul Leger, Arturo Mena, Erick Tanter, Ximena Flores, Gina Lucí, Soledad Montoya y Jorge Soto-Andrade (2011), “Estrategias cognitivas para el cálculo mental”, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, vol. 24, núm. 1, pp. 9-39.
- GARCÍA Robelo, Octaviano (2007), *Análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la suma, la resta y la solución de problemas aditivos en escolares de primer y segundo grado de primaria*, Tesis de Doctorado, México, UNAM-Programa de Maestría y Doctorado en Psicología.
- GARCÍA Robelo, Octaviano (2014), “Solución de problemas matemáticos de suma y resta en alumnos con dificultades para aprender”, *Atenas*, vol. 2, núm. 26, pp. 38-53.
- GATICA-Lara, Florina y Teresita Uribarren-Berrueta (2013), “¿Cómo elaborar una rúbrica?”, *Pautas en Educación Médica*, vol. 2, núm. 1, pp. 61-65.
- Gobierno de Colombia-Ministerio de Educación Nacional (2002), *Decreto 230 de 2002*, Santafé de Bogotá, Imprenta Nacional.

- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (1984), *Propuesta para el aprendizaje de las matemáticas en grupos integrados*, México, SEP.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (2011), *Plan de Estudios 2011. Educación Básica*, México, SEP.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (2013), *Resultados históricos nacionales 2006-2013. ENLACE 2013. Evaluación nacional del logro académico en centros escolares*, en: [http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2013/historico/00\\_EB\\_2013.pdf](http://www.enlace.sep.gob.mx/content/gr/docs/2013/historico/00_EB_2013.pdf) (consulta: febrero de 2016).
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (SEP) (2014a), *Desafíos matemáticos. Primer grado*, México, SEP.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (SEP) (2014b), *Desafíos matemáticos. Segundo grado*, México, SEP.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (SEP) (2014c), *Desafíos matemáticos. Tercer grado*, México, SEP.
- Gobierno de México-Secretaría de Educación Pública (SEP) (2017), *Aprendizajes clave para la educación integral. Plan y programas de estudio*, México, SEP.
- GODINO, Juan, Carmen Batanero y Vincenç Font (2003), *Fundamentos de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros*, Granada, Universidad de Granada-Departamento de Didáctica de la Matemática.
- GUEVARA, Yolanda, Ángela Hermosillo, Ulises Delgado, Alfredo López y Gustavo García (2008a), “Nivel preacadémico de alumnos que ingresan a primer grado de primaria”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 12, núm. 32, pp. 405-434.
- GUEVARA, Yolanda, Ángela Hermosillo, Alfredo López, Ulises Delgado, Gustavo García y Juan Pablo Rugerio (2008b), “Habilidades matemáticas en alumnos de bajo nivel sociocultural”, *Acta Colombiana de Psicología*, vol. 11, núm. 2, pp. 13-24.
- GUEVARA, Yolanda y Silvia Macotela (2006), “Evaluación del avance académico en alumnos de primer grado”, *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, vol. 32, núm. 2, pp. 129-153.
- HEREDIA, Alfonso (2009), “Two Differentiated Forms of Didactic Evaluation: Normative evaluation in order to select students and criterial evaluation to master the basic content”, *Bor-dón*, vol. 61, núm. 4, pp. 39-48.
- HUBER, Stefan, Ursula Fischer, Korbinian Moeller y Hans Nuerk (2013), “On the Interrelation of Multiplication and Division in Secondary School Children”, *Frontiers Psychology*, vol. 4, núm. 1, pp. 1-10.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2013), *Exámenes de la calidad y el logro educativos. Sexto grado de primaria, ciclo escolar 2012-2013*, en: <http://www.inee.edu.mx/index.php/bases-de-datos/bases-de-datos-excale/excale-03-ciclo-2013-2014> (consulta: febrero de 2016).
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2014), *PLANEA. Resultados nacionales 2018*, en: <http://www.inee.edu.mx/index.php/bases-de-datos/bases-de-datos-excale/excale-03-ciclo-2013-2014> (consulta: febrero de 2016).
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2015), *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA)*, México, INEE.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2018), *Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA)*, México, INEE, en: [https://local.inee.edu.mx/images/stories/2018/planea/PLANEA06\\_Rueda\\_de\\_prensa\\_27nov2018.pdf](https://local.inee.edu.mx/images/stories/2018/planea/PLANEA06_Rueda_de_prensa_27nov2018.pdf) (consulta: julio de 2019).
- JÖNSSON, Anders y Gunilla Svingby (2007), “The Use of Scoring Rubrics: Reliability, validity and educational consequences”, *Educational Research Review*, vol. 2, núm. 2, pp. 130-144.
- KERLINGER, Fred y Howard Lee (2002), *Investigación del comportamiento*, México, McGraw Hill.
- KIM, Chan y Charles Hodges (2012), “Effects of an Emotion Control Treatment on Academic Emotions, Motivation and Achievement in an Online Mathematics Course”, *Instructional Science*, vol. 40, núm. 1, pp. 73-192.
- LARRAZOLO, Norma, Eduardo Backhoff y Felipe Tirado (2013), “Habilidades de razonamiento matemático de estudiantes de educación media superior en México”, *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 18, núm. 59, pp. 1137-1163.
- LEYVA Barajas, Yolanda Edith (2011), “Una reseña sobre validez de constructo de prueba referida a criterio”, *Perfiles Educativos*, vol. 33, núm. 131, pp. 131-154.
- LOTERO Botero, Luz, Edgar Londoño Andrade y Luis Andrade Loreto (2011), “La crisis de la multiplicación: una propuesta para la estructuración conceptual”, *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, vol. 2, núm. 1, pp. 38-64.
- MALDONADO Fuentes, Ana Carolina, Mónica Irma Tapia Ladino y Beatriz Magaly Arancibia Gutiérrez (2020), “¿Qué significa evaluar? Representaciones atribuidas por estudiantes en formación inicial docente en Chile”, *Perfiles Educativos*, vol. 42, núm. 167, pp. 138-157.
- MARTÍNEZ-Rizo, Felipe (2015), *Las pruebas ENLACE y EXCALE. Un estudio de validación*, México, INEE.
- MARTÍNEZ-Rojas, José Guillermo (2008), “Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso”, *Avances en Medición*, vol. 6, núm. 1, pp. 129-138.

- MEAVILLA, Vicente y Antonio Oller Marcén (2014), "Gaspar de Texeda y los algoritmos de la multiplicación", *Suma: Revista sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*, vol. 75, núm. 1, pp. 61-73.
- MORRISON, Emily, Sara Rimm-Kauffman y Robert Pianta (2003), "A Longitudinal Study of Mother-Child Interactions at School Entry and Social and Academic Outcomes in Middle School", *Journal of School Psychology*, vol. 41, núm. 3, pp. 185-200.
- OCDE (2011), *Education at a Glance*, en: <http://www.oecd.org/dataoecd/61/2/48631582.pdf> (consulta: febrero de 2016).
- OCDE (2015), *México en PISA 2015*, México, INEE.
- ORRANTIA, Josetxu (2006), "Dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva evolutiva", *Revista Psicopedagogía*, vol. 23, núm. 71, pp. 158-180.
- PIAGET, Jean y Bärbel Inhelder (1976), *Génesis de las estructuras lógicas elementales. Clasificaciones y seriaciones*, Buenos Aires, Guadalupe.
- POPHAM, James (2014), *Evaluación transformativa. El poder de transformador de la evaluación formativa*, Madrid, Narcea.
- ROMBERG, Thomas (1989), "Evaluation: A coat of many colours", en David Robitaille (coord.), *Evaluation and Assessment in Mathematics Education*, París, UNESCO, pp. 10-24.
- SALVADOR, Ana (2004), *Evaluación y tratamiento psicopedagógicos*, Madrid, Narcea.
- TEJEDOR Tejedor, Francisco Javier (1992), "Medición criterial vs. normativa", en Jesús Muñoz-Cantero y Eduardo Abalde (coord.), *Metodología educativa*, La Coruña, Universidad de La Coruña, pp. 57-75.
- UNESCO (2016), *Aportes para la enseñanza de la matemática*, Santiago de Chile, Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- VELÁSQUEZ, Irma, David Block, Héctor Botello, Néstor González, Mónica Gutiérrez y Zorobabel Martiradoni (1987), *Estrategias pedagógicas para niños de primaria con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Sistema decimal de numeración*, México, SEP.
- VELÁSQUEZ, Irma, Héctor Balbuena, David Block, Héctor Botello, Néstor González, Mónica Gutiérrez, Zorobabel Martiradoni y José Muñoz (1988), *Estrategias pedagógicas para niños de primaria con dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. Problemas y operaciones de suma y resta*, México, SEP.
- VERGNAUD, Gérard (1983), "Multiplicative Structures", en Ricahard Lesh y Marsha Landau (coords.), *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes*, Nueva York, Academic Press, pp. 127-174.
- VERGNAUD, Gérard (2013), *El niño, las matemáticas y la realidad: problemas de la enseñanza de las matemáticas en la escuela primaria*, México, Trillas.
- WEBB, Norman (1992), "Assessment of Students Knowledge of Mathematics: Steps toward a theory", en Douglas Grouws (coord.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Nueva York, MacMillan, pp. 661-683.