

EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y DEMOCRACIA. EXPERIENCIA PARA EL ESTUDIO DEL SIMELA

MATHEMATICAL EDUCATION AND DEMOCRACY. AN EXPERIENCE FOR THE STUDY OF SIMELA

Sara Scaglia, Ignacio Martínez

Universidad Nacional del Litoral, República Argentina
sbscaglia@gmail.com - ia.martinez1990@gmail.com

Palabras Clave

SIMELA
acceso democrático
ideas matemáticas poderosas
contexto

Resumen

En este artículo presentamos tareas diseñadas con el objeto de promover en los estudiantes una reflexión acerca del rol de las matemáticas en la sociedad y de generar un entorno de trabajo que constituya una experiencia significativa para los niños. La propuesta se elabora desde la perspectiva de la Educación Matemática Crítica en el marco de un proyecto interdisciplinario que persigue la construcción de lo colectivo desde lo humano. Este proyecto es diseñado por las docentes de los dos cursos de séptimo grado (12 años) de una escuela primaria de la ciudad de Santa Fe. Las tareas promueven el reconocimiento por parte de los niños del sistema métrico como un desarrollo del hombre, que requirió de un largo proceso de construcción, desde su concepción hasta su implementación y aceptación. El SIMELA no se concibe como un producto acabado y cerrado, sino que se presenta como el resultado de la actividad humana. La contextualización de las tareas propicia un espacio de interés e intercambio entre docentes y alumnos. El proyecto interdisciplinario y el SIMELA son factores relevantes para el diseño de tareas que promueven el acceso democrático, entendido éste como la posibilidad de que la educación matemática desarrolle competencias para afianzar las relaciones sociales democráticas. La propuesta permite abordar distintas nociones y competencias matemáticas como ideas matemáticas poderosas desde los puntos de vista lógico, psicológico, cultural y social.

Cita sugerida: Scaglia, S., Martínez, I., (2019). Educación matemática y democracia. Experiencia para el estudio del simela. *Contextos de Educación* 26 (19): 53-65

Key words

SIMELA
democratic acces
powerful mathematical ideas
context

Abstract

In this article we present some tasks designed to promote among the students the reflection about the role of mathematics in society and to generate a work environment that constitutes a meaningful experience for children. The proposal is developed from the perspective of Critical Mathematical Education in the frame of an interdisciplinary project that pursues the construction of the human collective. This project is designed by teachers of the two seventh grades (12 years old) of a primary School from Santa Fe city. The tasks promote the recognition by children that the metric system is a development of man that required a long process, from its conception to its implementation and acceptance. Instead of conceiving SIMELA as a finished and closed product, it is presented as the result of human activity. The contextualization of the tasks encourages a space of interest and exchange between teachers and students. The interdisciplinary project and SIMELA are relevant factors for the design of tasks that promote democratic access, understood as the possibility that mathematical education develops competencies that strengthen democratic social relations. The proposal allows to approach different concepts and mathematical competences as powerful mathematical ideas from the logical, psychological, cultural and social points of view.

INTRODUCCIÓN

Según Skovsmose y Valero (2012a) la educación matemática debe promover la comprensión de los diferentes roles y funciones sociales de las matemáticas en la compleja sociedad actual. Estos autores consideran que las matemáticas no pueden concebirse de modo independiente a “la gente que en un proceso social histórico las creó y las ha usado [...] ni pueden ser excluidas de los marcos sociales donde crecieron o de las estructuras socio históricas que les confirieron poder” (pp.9-10).

Desde estas concepciones nos interesa reflexionar en torno a la posibilidad de generar propuestas para el aula que propicien en los estudiantes la toma de conciencia acerca del rol de las matemáticas en la sociedad y que se constituyan en experiencias significativas para ellos. Desde la Educación Matemática Crítica (EMC), se considera que “para que los estudiantes adscriban significados a los conceptos que tienen que ser aprendidos, es esencial proporcionar significado a la situación educativa en la cual los estudiantes están involucrados” (Skovsmose, 2005, p.85).

Bajo estas consideraciones, diseñamos e implementamos una propuesta desde la perspectiva de la EMC para trabajar en el marco de un proyecto interdisciplinario en una escuela primaria. Desde un enfoque metodológico cualitativo, desarrollamos un experimento de enseñanza que Molina, Castro, Molina y Castro (2011) caracterizan como una secuencia de episodios de enseñanza en los cuales intervienen investigadores-docentes, investigadores-observadores y estudiantes. Los investigadores asumen un rol fundamental en el escenario que se está investigando, interviniendo en él, lo cual rompe con la diferenciación entre investigadores, docentes y alumnos. En nuestro caso, las clases están a cargo de uno de los investigadores y del docente de cada curso, en tanto que el otro investigador se desempeña como observador-participante.

La propuesta fue implementada en los dos cursos de séptimo grado de una escuela primaria de la ciudad de Santa Fe, en los meses de octubre y noviembre del año 2016. La edad promedio de los niños es de 12 años.

En los siguientes apartados presentamos los fundamentos de la propuesta, a partir de la descripción de algunas nociones de la EMC y del desarrollo histórico del sistema métrico decimal. Posteriormente enmarcamos la experiencia en el contexto de la institución en la que se implementó y realizamos una breve descripción de las consignas y de lo acontecido durante su implementación. Finalmente, exponemos algunas reflexiones sobre los resultados obtenidos a la luz del marco teórico y de los supuestos asumidos.

APORTES DESDE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA

La globalización y el desarrollo de las nuevas tecnologías han transformado las fuentes de valor de la sociedad (ahora centradas en el conocimiento), las formas de comunicarse y de acceder a la información. Estos cambios, sin embargo, no significaron la superación de las desigualdades y de la exclusión que sufren grandes sectores de la población. Esta situación plantea nuevos desafíos para la práctica educativa, y en particular, para la educación matemática. Desde la EMC se plantea la necesidad de una *alfabetización matemática*, que refiere tanto al desarrollo de destrezas matemáticas como a la “competencia para interpretar y actuar en una situación social y política que ha sido estructurada por las matemáticas” (Skovsmose, 1999, p. 4).

Para lograr una alfabetización matemática en el contexto escolar y social actual -con sus oportunidades, dificultades y contradicciones-, Skovsmose y Valero (2012b) proponen el *acceso democrático a ideas matemáticas poderosas*. Para la interpretación de esta expresión, plantean cuatro perspectivas de las ideas matemáticas poderosas y tres ámbitos en los que se lleva a cabo el acceso democrático.

Las ideas matemáticas son consideradas poderosas desde distintas perspectivas: lógica, psicológica, cultural y sociológica. Desde el punto de vista lógico, se pueden considerar poderosas en tanto proveen de vínculos con otras teorías y proporcionan nuevos significados a conceptos previos.

Desde la perspectiva psicológica, el poder de las matemáticas no reside en los contenidos involucrados, sino en las operaciones mentales que se ponen en juego cuando se adquieren nociones matemáticas. Además, se considera central “en la generación de ideas matemáticas poderosas, un énfasis en aspectos afectivos, motivacionales e idiosincráticos de la comprensión que tienen de las matemáticas [...] los estudiantes y los profesores” (p.40).

Desde el punto de vista cultural, adquieren relevancia las expectativas de los estudiantes, por lo que las ideas matemáticas son poderosas en tanto se relacionan y aportan recursos para las posibilidades futuras construidas sobre la base del entorno en el que éstos viven.

Por último, las ideas matemáticas pueden ser consideradas poderosas desde una perspectiva sociológica. Las matemáticas operan de forma integral en la vida social como fundamento de herramientas tecnológicas, en la elaboración de proyectos y en la toma de decisiones. Esta acción de la matemática, como cualquier otra, puede tener consecuencias positivas o negativas impredecibles. Por este motivo, una idea matemática es poderosa no solo por sus aplicaciones sino por la forma en que puede incidir sobre las condiciones sociales y materiales de vida.

Según Skovsmose y Valero (2012b), la concepción de acceso democrático refiere a la posibilidad de que la educación matemática desarrolle competencias para afianzar las relaciones sociales democráticas. Los autores consideran tres ámbitos en los cuales se desarrolla el acceso democrático en la educación matemática: el salón de clase, la organización escolar y la sociedad (local y global).

En el salón de clase, “las relaciones democráticas que permiten la colaboración, la transformación, la deliberación y la colexión son centrales para abrir posibilidades de una crítica acerca de los contenidos matemáticos” (p.49). La contextualización del conocimiento matemático es fundamental para interpretar y discutir sobre la influencia de la matemática como fuente de poder en la sociedad.

El acceso democrático planteado desde la organización escolar considera la manera en que se organiza el currículo y la toma de decisiones. En este ámbito adquieren relevancia las relaciones entre los directivos, los profesores y los estudiantes en las que se puedan compartir las expectativas acerca de una experiencia educativa en matemática.

Por último, en el ámbito de la sociedad local y global, Skovsmose y Valero (2012b) plantean la preocupación por el rol que cumple la educación matemática al legitimar la exclusión de ciertos sectores de la sociedad. “Si queremos terminar con esta exclusión, debemos permitir a todos acceder al aprendizaje de las matemáticas” (p. 53).

LA ADOPCIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN

El SIMELA es el sistema de medición adoptado en Argentina según la Ley de Metrología Nº 19511, promulgada en el año 1972. Según se consigna en esta ley, “estará constituido por las unidades, múltiplos y submúltiplos, prefijos y símbolos del Sistema Internacional de Unidades (SI) tal como ha sido recomendado por la Conferencia General de Pesas y Medidas hasta su Décimo-cuarta Reunión”, así como otras unidades, múltiplos, submúltiplos y símbolos ajenos al SI que se incluyen en el anexo de la normativa.

Si bien en la actualidad está perfectamente acordada la medida del metro (es la longitud del camino recorrido por la luz en el vacío durante el lapso de $1/299\,792\,458$ de segundo⁴) así como de las restantes unidades del SI, el camino seguido para lograr estas precisiones fue largo y complejo. José de Lorenzo Pardo (1998) describe en detalle las vicisitudes que hubo que superar para lograr un consenso internacional respecto de la adopción del sistema métrico y de las unidades de medida.

Hasta la revolución francesa, en Francia así como en el resto del mundo, se contaba con sistemas de medida tradicionales, caracterizados por (de Lorenzo Pardo, 1998): la existencia de una gran cantidad de unidades de medida para una misma magnitud, la ambigüedad dimensional (dado que una misma unidad podía medir superficies y volúmenes) y la diversidad de valores para una misma unidad.

En los sistemas tradicionales se recurría al uso de distintos patrones de medida, como por ejemplo: las partes del cuerpo humano (dando lugar a las medidas antropomórficas, como la pulgada, el pie o la braza) o las actividades desempeñadas por el hombre (que dieron lugar a unidades funcionales, como la medición de la superficie de un terreno en jornadas, que refiere al tiempo que tarda un hombre en cultivarlo). El objetivo que se trazaron los revolucionarios franceses fue diseñar unidades que fueran consensuadas por la comunidad, es decir, se proponen definir unidades convencionales.

La diversidad de unidades de los sistemas tradicionales tenía consecuencias que afectaban a los sectores de la sociedad más vulnerables. En efecto:

Esta ambigüedad en las definiciones permitió trasladar al proceso de medida las relaciones de poder. El más poderoso podía imponer sus propias unidades. Así, en Europa, se llegó a censar hasta 391 valores de la libra y 282 del pie (de Lorenzo Pardo, 1998, p. 24).

La tarea de definir un nuevo sistema de medidas es encomendada a la Academia de Ciencias de Francia a fines del S XVIII. En lo que respecta a la definición del metro, de Lorenzo Pardo (1998, p.109) describe en detalle las discusiones generadas en ese momento. “Las alternativas para la determinación de la unidad patrón fueron tres: Primera, la longitud del péndulo. Segunda, la medida de un arco del ecuador. Y, la tercera, la medida de un arco del meridiano.” Si bien la primera era la más económica y sencilla de determinar, fue la tercera la finalmente escogida por la Academia. Es posible que, entre otras razones, haya influido la necesidad que se tenía entonces de conocer con mayor precisión la forma de la tierra. La decisión política de establecer un nuevo sistema de medición implicaba que se destinaran recursos económicos para esa tarea. Por tanto, se podrían aprovechar esos recursos para resolver un problema aún no resuelto (determinar la forma de la tierra) que preocupaba a los científicos de distintas disciplinas.

Una característica central del nuevo sistema de unidades diseñado por la Academia radica en que define un sistema de múltiplos y divisores relacionados por el factor 10. De este modo, al coincidir con el sistema de numeración (decimal posicional) utilizado para escribir los números, “cada cifra representa una unidad determinada” (de Lorenzo Pardo, 1998, p. 79) y ello se traduce en una enorme simplificación de los cálculos. Si bien la Academia propone que todas las unidades se relacionen con sus múltiplos y submúltiplos según el factor 10, esto no se pudo lograr en las unidades de tiempo. En efecto, los submúltiplos de la hora se relacionan según un sistema sexagesimal que data desde antes de la revolución.

En la actualidad, y debido a las consecuencias que tiene para la sociedad la necesidad de contar con instrumentos de medición precisos, los países cuentan con dependencias gubernamentales que se ocupan de controlar la exactitud de las medidas. En nuestro país, el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) se ocupa de “realizar, reproducir y mantener los patrones nacionales de medida y difundir su exactitud. Esta tarea contribuye a asegurar la calidad en las mediciones relacionadas con el cuidado del ambiente, la salud, los alimentos, la seguridad pública, la equidad en el comercio y la calidad de la producción industrial” (Obtenido de <http://www.inti.gob.ar/#conoces>).

El párrafo anterior resume brevemente los diversos ámbitos en los que son necesarias mediciones precisas y confiables, dado que en todos los casos afectan al hombre, en aspectos que resultan especialmente sensibles y vitales. En la propuesta de enseñanza se intenta poner de manifiesto algunas de estos aspectos del SIMELA, con el fin de que se evidencie el esfuerzo y la importancia para la humanidad de determinar un Sistema Internacional de Unidades.

CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA

La Escuela en la que se realizó la experiencia se propone como un centro educativo experimental innovador. Posee un horario extendido de 8 a 15 hs. que permite una organización del tiempo escolar más flexible y extensa. Cuenta con dos divisiones por cada año escolar. En su plan pedagógico contempla la realización anualmente de dos o tres proyectos interdisciplinarios en cada grado, en los que se abordan temáticas acordes a las edades e intereses de los alumnos.

En septiembre de 2016 realizamos una primera reunión con directivos y docentes de séptimo grado para tomar conocimiento de los temas y proyectos a desarrollar durante el resto del año. Nos informan acerca del proyecto interdisciplinario que estaba iniciándose en los dos cursos, denominado *Minga! Colectivo humano*, cuyo objetivo era fortalecer el trabajo colectivo y comprender lo humano a partir de la diversidad.

Las discusiones en el marco de actividades del proyecto habían llevado a los niños a plantear en clase una preocupación por una noticia referida al muro que el candidato presidencial Donald Trump prometía construir y consolidar en la frontera entre México y Estados Unidos, en caso de ganar las elecciones. Esta cuestión llevó al equipo docente a plantear una reflexión sobre los muros que, en distintas regiones del planeta y en distintas épocas, dividieron (y dividen aún) a grupos sociales por motivos de distinta índole (como económicos, políticos o religiosos). Deciden realizar en clase la lectura de la novela infantil *El Muro*, de Klaus Kordon. Ésta narra la historia de dos niños de once y doce años (Angie y Matu) de Berlín, que viven a distintos lados del muro durante la Guerra Fría y que establecen una amistad a partir de un mensaje en una botella lanzado al río Spree que atraviesa la ciudad.

Entre los temas matemáticos que los docentes proponen, seleccionamos el SIMELA y diseñamos cinco tareas para desarrollar en los dos cursos de séptimo grado, que contaban con 24 y 25 alumnos respectivamente. Tomamos la decisión, también, de encuadrar algunas tareas en la historia y personajes de la novela, dado que los niños se mostraban muy compenetrados con su lectura (realizada en horas de clase): los personajes centrales son niños de edades similares a las suyas, en el marco de un contexto histórico y político particular que les interesaba (la Berlín dividida por el muro). Las tareas fueron discutidas y consensuadas con las docentes de los cursos, así como la decisión de que uno de los investigadores cumpliría el rol de docente junto a la maestra de cada curso.

TAREAS Y COMENTARIOS SOBRE SU IMPLEMENTACIÓN

Tarea 1

Parte 1. Con el objetivo de reflexionar en torno a la existencia de las magnitudes longitud, capacidad, masa y tiempo, se propone la lectura en clase de un fragmento (adaptado) de la primera carta de Matu. En el marco de la novela, la tarea proporciona la oportunidad de recuperar algunos conocimientos previos sobre cantidades de magnitudes y su significado. En la carta adaptada incluimos términos en idio-

ma ruso² que los niños deben reemplazar por palabras en español que refieran a unidades, múltiplos y submúltiplos de esas magnitudes. Se trata de identificar una unidad que sea coherente con la cualidad descrita en cada situación.

Mi nombre es Matías Loerker, vivo en la Nueva Avenida Krung 72, República Democrática Alemana, 1193 Berlín.

Mis amigos me llaman Matu, tengo casi doce лет (1) y voy a sexto grado. Con mi amigo Pepo imaginamos hasta dónde pudiera llegar una rama que va por el río. Por eso, después de dos часов (2), se nos ocurrió arrojar una botella con un mensaje. Le contamos la idea a Haase, un abuelito al que ayudamos con Pepo, que vive a la vuelta de mi casa, a doscientos cincuenta метры (3). Él nos regaló esta botella de 750 миллилump (4), porque cree que la de 1 лump (5) es muy grande para un mensaje y se puede romper con más facilidad. Nos contó que una botella puede viajar miles de километры (6). Para agradecerle el regalo, además de ayudarlo con las compras de siempre, le compramos 100 граммов (7) de chocolates, que a él le encantan. Aquí los chocolates son un poco caros, pero muy ricos. Me encantaría saber cómo viven en otros lugares.

Por favor, quien encuentre este mensaje, escríbame. Responderé seguro.

Muchos saludos, Matías Loerke, RDA.

En la puesta en común se agrupan las respuestas de los niños en el pizarrón según los términos rusos a los que corresponden. Posteriormente los niños identifican la magnitud a la que hace referencia cada grupo de palabras. Los niños utilizan términos que refieren a sistemas convencionales y no convencionales. Para cada término se discute sobre su coherencia y se identifican algunos términos que resultan inadecuados.

Parte 2. A través de una presentación en Power-Point, se describe la historia del sistema métrico decimal hasta llegar a las actuales definiciones de las unidades (trabajadas en la Parte 1). En particular, se presentan las definiciones de metro, kilogramo, litro y segundo tal como son expresadas en la Ley de Metrología.

Esta parte de la tarea es esencialmente expositiva, con la participación de ambos cursos al mismo tiempo. En el desarrollo de la exposición se realizan intercambios con los niños. Por las características de los hechos y la definición de las unidades, se propone a los niños relacionar algunos conceptos e ideas con conocimientos de la vida cotidiana y otros desarrollados en asignaturas de historia, geografía y matemática.

Tarea 2

Parte 1. Para problematizar desde el punto de vista histórico la adopción del sistema de numeración decimal en el sistema métrico, se propone la lectura de una carta (adaptada de Guedj, 1998) de los integrantes del Senado de la Revolución Francesa a un profesor de matemática (Caius) bajo las siguientes consignas: ¿Qué se dice de los sistemas de medición?; ¿Qué característica tiene el nuevo sistema elegido?; ¿Se utilizan aún hoy algunos de los viejos sistemas mencionados?

Ciudadano:

La revolución no sólo perfecciona las costumbres y nos genera felicidad, sino que ayuda al progreso de las ciencias. Nuestra aritmética, que es una de las obras maestras del espíritu humano, estaba todavía sometida a nuestras viejas y pésimas leyes. Inútilmente, los inventores de esta ciencia la habían basado en el sencillo principio de una vez determinada la unidad, las cifras aumentan en proporción del duplo, yendo de derecha a izquierda, y disminuyen en la misma proporción, de izquierda a derecha.

Ese gran principio de numeración no era aplicado en todos los casos: la libra de peso se subdividía en marcos que eran mitades. Las mitades en onzas que eran octavos de marco, etcétera. El tiempo también estaba sujeto a esa mala costumbre que nos oprimía. El año se dividía en 365 días y unas horas, los días en 24 horas, las horas en minutos, los minutos en segundos, siguiendo el sistema sexagesimal.

No nos extenderemos más sobre estas contradicciones, profesor: sólo nos alegramos de que las bonda-

des de la revolución haya derribado con todas estas confusas costumbres y las hayan sustituido por el cálculo simple y metódico de los decimales.

Se acerca la época en que ese cálculo va a utilizarse. Por muy simple que sea, necesita ser enseñado. Hay que dejar atrás la vieja rutina, hay que acostumbrarse y estudiar el nuevo método. Los maestros que unen la teoría a la práctica, como tú, son los que deben enseñar a sus conciudadanos. Aplaudimos pues tu trabajo y defensa de la república, que te llevan a realizar un curso de aritmética republicana. Deseas que todos los ciudadanos puedan aprovecharse de ello y, principalmente, los que trabajan en las administraciones. Sabes, ciudadano, que las administraciones abren desde las ocho de la mañana (antiguo estilo) hasta las cuatro de la tarde. ¡Hay que comer! Tu curso sólo podría ser útil a todos los empleados en las administraciones si tus clases comenzarán entre las cinco y las seis: no dudamos de que elegirás esta hora, si no tienes impedimentos mayores.

Cuenta con el reconocimiento de los buenos ciudadanos mientras tus trabajos tengan sólo como objetivo la prosperidad de la República.

Salud y Fraternidad.

Carta del "Directorio regenerado"

del Sea-Inferior (17 de marzo de 1794)

a Caius Gracchus Prudhomme

Más adelante presentamos las discusiones en torno al título que dan cuenta de las reflexiones que se generan en la clase a partir de la resolución de la tarea.

Parte 2. Con el fin de revisar la medición del tiempo según el sistema sexagesimal se propone *identificar en fragmentos de la novela "El muro" las expresiones que hacen referencia a cantidades de tiempo, ordenarlas de mayor a menor y establecer equivalencias entre ellas.*

Todos los niños resolvieron satisfactoriamente esta actividad. Cabe señalar que las unidades de tiempo (uso de calendario y del reloj) se abordan desde el primer ciclo de la escuela primaria.

Tarea 3

Para trabajar las nociones de múltiplos y submúltiplos en el sistema decimal para la unidad de longitud, se entrega a cada niño una varilla de madera balsa y una cinta de papel de algo más de un metro de longitud (sin divisiones). Con el objetivo de evidenciar la necesidad del uso de submúltiplos, se plantea la siguiente consigna: *Caius está preparando la primera clase de su curso de Aritmética Republicana y necesita construir un metro patrón para cada asistente. Consiguió maderas que miden un metro. ¿Es posible utilizar la varilla para hacer mediciones? Queremos utilizarlo para medir la birome, el largo y ancho de cada banco y la altura de cada uno.*

En los dos cursos se indica que no se puede utilizar la regla. En uno de los cursos los niños rápidamente reconocen que no es posible utilizar la varilla de madera para medir *porque no está graduada*. En los dos cursos los niños plantean sus dudas respecto de la posibilidad de realizar la tarea sin usar la regla.

Se espera que los niños traten de plegar la cinta de papel para ensayar distintas longitudes que les permitan realizar en la varilla las marcas correspondientes a los decímetros y centímetros. La imposibilidad de utilizar la regla deja disponible únicamente la estrategia de ensayo y error (por medio del uso de la cinta de papel). Los niños realizan muchos intentos y aplican diferentes estrategias. En ambos cursos surge la idea de utilizar la pulgada. Un niño utiliza su propio pulgar para contar el número de pulgadas requeridas para cubrir la varilla. En el otro curso se propone utilizar la cinta para marcar la mitad. Se genera una discusión acerca de la posibilidad de realizar sucesivas divisiones por la mitad. Ninguna de estas estrategias los conduce (como es previsible) a la culminación exitosa de la tarea.

Luego de estos intentos (que insumen en promedio 20 minutos en cada curso), se les presenta a los niños el método geométrico para dividir un segmento en un número dado de partes iguales mediante el uso del teorema de Tales. Una de las docentes explica que la tarea que ellos intentan realizar en forma aproximada tiene una resolución ideal exacta, la cual resulta de aplicar un método muy antiguo propues-

to por un matemático griego (Tales de Mileto). La docente retoma la idea de utilizar la cinta para realizar la marca que divide al metro por la mitad (es decir, la que corresponde a 50 cm) y luego les muestra la técnica para dividir cada mitad en cinco partes iguales. Con el uso de la misma, todos los niños concluyen la tarea.

La división geométrica de un segmento en partes iguales a partir del uso del teorema de Thales no forma parte de los diseños curriculares del nivel primario. No obstante, la decisión de presentarla en ese momento de la clase se evalúa como adecuada, dado que se está en presencia de una situación cuya resolución óptima requiere de su utilización. Los niños se involucran en la tarea y cuando la docente presenta la técnica cuenta con la absoluta atención de todos ellos, que inmediatamente valoran su pertinencia y la ponen en práctica.

Tarea 4

Parte 1. Para promover la interpretación de información textual mediante una representación gráfica bidimensional, se pide a los alumnos *realizar un croquis de la ciudad de Berlín* a partir de la lectura del siguiente fragmento de la novela:

La ciudad constaba de dos partes. Una quedaba al este; la otra, al oeste. Matu vivía en la parte este de la ciudad; Angie, en la parte oeste. Pero entre este y oeste había una frontera muy recta y hostil. La ciudad se llamaba Berlín. A través de la ciudad dividida corría un río. Hacia el sudeste, entraba en la ciudad y hacia el noroeste volvía a salir. El río se llamaba Spree y en sus orillas había mucho verde, pero también muchas fábricas y casas. Y el tramo del río que atravesaba la ciudad también estaba dividido.

Esta tarea pone en juego conocimientos espaciales³ (Salin, 2004) tales como el lenguaje espacial de las posiciones, los fenómenos ligados a los cambios de puntos de vista y la utilización de representaciones planas de un paisaje urbano. Los niños trabajan en grupos. La mayoría (88%) elabora un croquis en el que se representa en forma adecuada la descripción anterior. Dos croquis señalan erróneamente la orientación del río (en lugar de SE a NO, lo dibujan de SO a NE). En un curso todos los croquis identifican los puntos cardinales, en tanto que en el otro curso lo hace la mitad. Todos los grupos identifican adecuadamente la ubicación de las viviendas de los protagonistas. En la mayoría de los dibujos se observan inconsistencias entre los puntos de vista de los objetos que están representados (por ejemplo, se presenta una vista superior del río y una vista frontal de las viviendas). Sobre esta tarea, en un curso se produce una interesante discusión acerca de si la actividad realizada corresponde o no a matemáticas.

Parte 2. Con el objetivo de relacionar magnitudes, realizar estimaciones de tiempo y distancia y reconocer los supuestos implícitos en las herramientas tecnológicas, se propone *realizar la búsqueda mediante la aplicación Google Maps de las viviendas de los personajes principales de la novela*, dado que esa información forma parte del relato. Esta parte de la tarea se realiza en la Sala de Informática de la escuela. Luego, en el aula común, se les da la consigna de *calcular el tiempo que le llevaría a un niño de la clase desplazarse caminando entre las viviendas de Matu y Angie*.

El análisis de la resolución de esta tarea se describe en Martínez, Kiener y Scaglia (2017). Brevemente mencionamos que los niños se muestran muy entusiasmados con la posibilidad de experimentar con la aplicación *Google Maps*. Toman nota de la distancia entre las viviendas de los personajes y el tiempo que esta aplicación propone para recorrerla caminando. Posteriormente (en el aula común), calculan los segundos que demoran algunos niños de cada clase para recorrer 5 metros (a raíz de una sugerencia del docente) y aplican la relación de proporcionalidad directa para calcular el tiempo que les llevaría a cada uno de ellos desplazarse caminando entre las viviendas de los personajes, pasando por el punto fronterizo. La reflexión en torno a los valores obtenidos por la aplicación web y sus limitaciones fue relevante en la construcción de una mirada crítica frente a las herramientas informáticas de esta estimación.

Los niños se involucran fuertemente con la tarea en sus dos etapas. A la luz del análisis de sus producciones, reconocemos que hubiese sido preferible no proponer inmediatamente la sugerencia de cronometrar los segundos en que un niño de la clase recorre 5 m. Esta decisión obstaculizó el surgimiento de estrategias autónomas y (seguramente) más creativas.

Tarea 5

Con el fin de reconocer la importancia de los sistemas de medición en situaciones reales, se propone leer, por grupo, noticias (reales) que involucran hechos problemáticos en la utilización de medidas y analizar las razones, consecuencias y formas de evitar el inconveniente. Luego, se solicita exponer ante la clase lo analizado y discutido.

En uno de los grupos se trabaja con una noticia referida a la dimensiones en una red ferroviaria. Los niños demoran en reconocer el problema por desconocer el significado de la palabra *andenes*. Luego de la explicación de uno de los docentes, los alumnos comprenden la problemática. Esta situación no necesariamente refleja una pobreza en el vocabulario de los niños. Más bien, pone de manifiesto cierta lejanía con la problemática mencionada en la noticia. En la ciudad de Santa Fe, el tren no es un medio de transporte de pasajeros habitual.

En otra de las noticias, la problemática radica en la medición de la altura del mar en distintas zonas de Europa. Esto genera que los niños destinen bastante tiempo a reconocer los distintos sitios (países, ciudades, mares) que se mencionan en el texto.

Sin embargo, ante la noticia de un problema sobre la medida de una pista de esquí, algunos estudiantes se muestran participativos e interesados en discutir sobre lo acontecido y otras situaciones similares. Por ejemplo, uno de los alumnos lo relaciona con una pista de atletismo y lo que significaría que su longitud no sea correcta. Otro de los niños lo relaciona con lo que significa en el fútbol tener un campo de juego de menores dimensiones: los jugadores que entrenan y juegan con frecuencia cuentan con ventajas al jugar allí, mientras que se encuentran en inferioridad de condiciones en estadios más amplios.

Conjeturamos que la falta de familiaridad con algunos contextos mencionados en las noticias limita la generación de un intercambio que enriquezca la interpretación del problema de la medida. Cuando los estudiantes, en cambio, reconocen la cercanía de la problemática se producen discusiones al interior del grupo y luego, durante la puesta en común, intervenciones de los niños que forman parte de otros grupos.

Como modificación de esta tarea, consideramos pertinente seleccionar noticias que refieran a contextos cercanos o vinculados con los intereses de los niños. A través de la cercanía con la problemática, pensamos que se podrían generar intercambios que contribuyan a reconocer la importancia de los sistemas de medición en situaciones reales.

EL SIMELA COMO UNA CONSTRUCCIÓN CULTURAL Y SOCIAL

El enfoque adoptado para el estudio del Sistema Métrico Decimal evidencia nuestra decisión de asumir y presentar la matemática como un producto cultural y social (Sadovsky, 2005). Como sostiene Sadovsky (2005), se trata de un producto cultural porque las concepciones de la sociedad en un momento histórico particular (en este caso, los ideales revolucionarios de igualdad, libertad y fraternidad) permean las producciones matemáticas (para el caso que nos ocupa, el sistema de medición resultante) que están condicionadas por aquello que la comunidad científica considera como posible y relevante:

Desde este punto de vista es revelador que el establecimiento del sistema métrico decimal se produjera al mismo tiempo que la promulgación de los derechos del hombre. Un sistema como el métrico, rígido en las definiciones y difícilmente manipulable, colocaba a todos los hombres en igualdad frente a las medidas (de Lorenzo Pardo, 1998, p. 24).

El sistema métrico decimal es, además, “el resultado de la interacción entre personas que se reconocen como pertenecientes a una misma comunidad” (Sadovsky, 2005, p. 23), lo cual supone la asunción de la matemática como un producto social. En el apartado *La adopción del sistema de medición* se describen algunas de las discusiones generadas en la comunidad científica de fines del S XVIII sobre la definición del sistema de medición.

En cuanto a las interacciones producidas en clase durante la experiencia relatada en este artículo, y a modo de ejemplo, presentamos a continuación la transcripción de un episodio particular. Corresponde a los intercambios producidos en la búsqueda de un título para la tarea de lectura y discusión de la carta

del Senado francés a Caius (el profesor de matemática) en uno de los cursos.

<p>Alumnos: ¿Qué título ponemos?</p> <p>Docente: ¿Qué título le podríamos poner?</p> <p>Alumno 1: Los diferentes sistemas de medición.</p> <p>Docente: Los diferentes sistemas de medición, proponen acá... El título tiene que sintetizar el espíritu del texto que estuvimos viendo.</p> <p>Alumno 2: Sistema de numeración.</p> <p>Docente: Sistema de numeración dice el compañero... (silencio) ¡Ey! ¿Acá se durmieron todos? Sistema de numeración propusieron acá ¿Qué título le podríamos poner? [...] Que nos ayude a pensar en el contenido de la carta y lo que estuvimos pensando. A ver...</p> <p>Alumno 6: Otra forma de...</p> <p>Docente: Otra forma de...</p> <p>Alumno 6: Otra forma de pensar la numeración.</p> <p>Docente: ¿Vos que habías dicho ya?</p> <p>Alumno 2: Los sistemas de numeración.</p> <p>Alumno 7: Los sistemas de numeración.</p> <p>Alumno 5: Sistema de medidas.</p> <p>Docente: Sistema de medidas dice el compañero... ¿por acá que opinan?</p> <p>Alumno 8: La mejor forma de medir.</p> <p>Docente: La mejor forma de medir, dice allá.</p> <p>Alumno 5: Medir las medidas.</p> <p>Docente: Medir las medidas... ¿Se habla sobre la mejor forma de medir o sobre la búsqueda de mejores formas de medir?</p> <p>Alumno 9: Sobre la búsqueda.</p> <p>Docente: A ver chicas...</p> <p>Alumno 5: Están dormidas...</p> <p>Docente: Bueno, ¿qué ponemos? Sistemas de numeración, sistemas de medidas, diferentes formas de medir... ¿Vos cómo dijiste?</p> <p>Alumno 2: La mejor forma de medir.</p> <p>Docente: La mejor forma de medir... ¿Votamos y elegimos uno?</p> <p>Alumnos: Dale...</p> <p>Docente: ¿Quién los resume?</p>	<p>Alumno 5: Nueva medida del tiempo</p> <p>Docente: Nueva medida del tiempo, ¿es eso?</p> <p>Alumno 7: Pero no es solamente eso.</p> <p>Docente: Con respecto a las medidas de tiempo, ¿qué se dice en la carta?</p> <p>Alumno 10: Que lo quieren cambiar.</p> <p>Docente: ¿Pero logran una nueva medida de tiempo?</p> <p>Alumnos: ¡No!</p> <p>Docente: Si lo que se pone en discusión son las mejores formas de medir.</p> <p>Alumno 5: El intento.</p> <p>Docente: Incluso, en ese intento de buscar una nueva forma de medir, lo que le dicen al profesor, es que cómo se estaba midiendo el tiempo hasta el momento es una forma que nos oprimía. De todas formas, esa forma de medir el tiempo sigue hasta la actualidad, o sea, no se pudo modificar esa costumbre. Bueno, ¿quién resume todos los títulos que fueron dando vueltas?</p> <p>Alumno 6: Buscar las formas de medir.</p> <p>Alumno 7: En busca...</p> <p>Docente: En busca...</p> <p>Alumno 9: En busca de una mejor.</p> <p>Alumno 7: En busca de una mejor forma de medir.</p> <p>Docente: En busca de una mejor forma de medir.</p> <p>Alumno 1: La evolución de la forma de medir.</p> <p>Docente: Bueno, también puede ser...</p> <p>Alumno 2: ¿La evolución o la revolución?</p> <p>Docente: ¡Apa! ¡Revolución y Evolución! (Estamos viendo en Ciencias Naturales el tema de la evolución) La revolución y la evolución de la forma de medir... ¿Les gusta?</p> <p>Alumnos: Sí.</p> <p>Docente: ¿Estamos?</p> <p>Alumno 11: ¿La revolución y evolución?</p> <p>Docente: “La revolución y la evolución de la forma de medir, en búsqueda de las mejores formas” Y ahí sintetizamos todo, ¿les parece?</p> <p>Alumnos: ¡Sí!</p>
---	--

La predisposición de la docente a habilitar una discusión en torno al título de la actividad constituye un claro indicio de la intención de promover el acceso democrático en el salón de clase (Skovsmose y Valero, 2012b). En el otro curso se produce también una interesante discusión que por razones de espacio no presentamos en este artículo.

Las discusiones anteriores y los títulos escogidos: *El pasado en nuestro presente* y *La revolución y la evolución de la forma de medir, en búsqueda de las mejores formas*, ponen de manifiesto el reconocimiento por parte de los niños de que el sistema métrico constituye un desarrollo del hombre que requirió de un largo proceso, desde su concepción hasta su implementación y aceptación. En lugar de presentar al SIMELA como un producto acabado y cerrado, se evidencia que es el resultado de la actividad de los hombres. Las diferentes tareas que componen la secuencia tienen la intención de proporcionar a los niños la oportunidad de recorrer y reconstruir algunas de las ideas que estos hombres produjeron.

REFLEXIONES FINALES

El proyecto interdisciplinario y el SIMELA son factores relevantes para el diseño de tareas que promuevan el acceso democrático a ideas matemáticas poderosas.

El proyecto escolar tiene una preocupación social desde su surgimiento: la construcción de lo colectivo desde lo humano. El trabajo en el marco del proyecto despierta en los niños inquietudes sobre las migraciones y los muros que dividen a distintas sociedades en el mundo. Como consecuencia de estos cuestionamientos se selecciona la novela para su lectura en clase. La propuesta aquí expuesta fue diseñada en relación al proyecto interdisciplinario y a la novela y consensuada con las docentes, con el apoyo de los directivos de la institución. En la implementación, las docentes participan activamente de todas las tareas. Todo este proceso de construcción de la propuesta y los resultados obtenidos en la implementación, muestran la posibilidad y la potencialidad de la competencia democrática en la organización escolar. Las tareas desarrolladas en la clase no provienen de una disposición externa ajena a la institución y su realidad, sino que se construyen a partir de los aportes e intervenciones de todos los actores que participan en ella.

En este sentido, también las tareas y las formas de trabajo en clase han evidenciado la práctica democrática en las discusiones e intervenciones. En el desarrollo de la propuesta, los indicios sobre el acceso democrático se evidencian en cada una de las intervenciones de los alumnos. La contextualización de las tareas propicia un espacio de interés e intercambio entre docentes y alumnos. Como señalan Skovsmose y Valero (2012b), la contextualización “es una condición para establecer una discusión sobre cómo las matemáticas pueden operar como fuente de poder en un sentido sociológico, porque invita a un examen crítico sobre cómo las matemáticas, en efecto, entran a operar” (p. 50). Estos indicios muestran las posibilidades que brinda el acceso democrático en el salón de clases.

Reconocemos que el acceso democrático como competencia válida y necesaria en la construcción de ciudadanía no puede limitarse a una mera propuesta didáctica como la que realizamos. La puesta en práctica de esta competencia en los diferentes ámbitos descritos anteriormente debe ser trabajada en una mayor diversidad de tareas y en períodos que exceden la coyuntura de una experiencia particular.

Con respecto a la noción de ideas matemáticas poderosas planteada por Skovsmose y Valero (2012b), la propuesta permite abordar distintos conceptos y competencias matemáticas con potencialidades desde las perspectivas lógica, psicológica, cultural y social.

Desde el punto de vista lógico, la experiencia ha favorecido el reconocimiento del sistema de numeración decimal como un conocimiento central por su articulación con otros saberes de la matemática, en particular, con el sistema de medición. El trabajo en el contexto del SIMELA posibilita abordar la relación entre los sistemas decimal y sexagesimal, así como otras nociones matemáticas poderosas como la relación de proporcionalidad directa y el teorema de Tales.

Desde la perspectiva psicológica, la relación del SIMELA con otros conceptos y con parte de la experiencia cotidiana de los niños refuerza el sentido que se le otorga a éste. Los estudiantes tienen la posibilidad de poner en juego procesos mentales como la comparación y la estimación (durante las tareas de medi-

ción) y desarrollar habilidades para la resolución de problemas.

Las tareas proponen ideas matemáticas poderosas desde la perspectiva cultural, en el sentido de favorecer el empoderamiento de los niños en relación con sus condiciones de vida. En primer lugar, destacamos la consideración de la matemática como un producto cultural y social y no como una verdad indubitable que los estudiantes deben aceptar sin cuestionar. El sistema métrico fue adoptado luego de disputas históricas y esa característica se pone en evidencia en las tareas propuestas. En segundo lugar, se pone en discusión el rol de la tecnología en las mediciones, en particular, de la herramienta *Google Maps*. Estas mediciones conllevan un modelo matemático que implica una interpretación de la realidad y la consideración de ciertos estándares que pueden no ser útiles o adecuados para nuestra propia realidad.

Finalmente, desde el punto de vista sociológico, durante la experiencia se presenta al sistema métrico en un contexto histórico, que surge por la necesidad de terminar con las inequidades devenidas del uso de los sistemas tradicionales y en consonancia con los principios de igualdad, libertad y fraternidad sostenidos por la revolución francesa. Aquí, lo social penetra en la clase de matemática y habilita una reflexión sobre la relevancia y el impacto de la matemática en la sociedad así como sobre la razón de ser del sistema de medidas que hoy utilizamos.

Notas

1. Según se define en la Ley de Metrología mencionada, que sigue los lineamientos del SI.
2. En la novela el personaje escribe la carta en inglés, alemán y ruso. El uso de los términos en este último idioma se justifica en las clases diciendo que, al realizar la traducción al español, algunos términos no fueron reconocidos por el traductor.
3. Salin (2004, p.38) refiere a los conocimientos espaciales como “los conocimientos necesarios del niño para controlar sus relaciones sensoriales con el espacio”.

REFERENCIAS

De Lorenzo Pardo, J.A. (1998). *La Revolución del Metro*. Madrid, España: Celeste Ediciones.

Guedj, D. (1998). *El imperio de las cifras y los números*. Barcelona, España: Ediciones B.S.A.

Martínez, I., Kiener, F. y Scaglia S. (2017). Análisis desde la Educación Matemática Crítica de una experiencia inserta en un proyecto escolar interdisciplinario. En B. laffei, K. Temperini (Comps.), *VI Jornadas de Educación Matemática y III Jornadas de Investigación en Educación Matemática* (pp.439-451). Santa Fe, Argentina: Universidad Nacional del Litoral. Recuperado de http://www.fhuc.unl.edu.ar/media/investigacion/publicaciones/MATEMATICA/MATEMATICA_ebook_memoriaFHUC_2017.pdf

Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), 075–088.

Sadovsky, P. (2005). *Enseñar Matemática hoy. Miradas, sentidos, desafíos*. Buenos Aires, Argentina: libros del Zorzal.

Salin, M. (2004). La enseñanza del espacio y la geometría en la enseñanza elemental. En M.Ed. y C. (Ed.), *Números, formas y volúmenes en el entorno del niño*. Madrid, España: Instituto Superior de Formación del Profesorado, Ministerio de Educación y Ciencia.

Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Bogotá, Colombia: una empresa docente.

Skovsmose, O. (2005). Meaning in Mathematics Education. En J. Kilpatrick, C. Hoykles y O. Skovsmose (eds), *Meaning in Mathematics Education* (pp.83-104). New York, USA: Springer.

Skovsmose, O., Valero, P. (2012a). Rompimiento de la neutralidad política: el compromiso crítico de la educación matemática con la democracia. En P. Valero y O. Skovsmose (Eds.), *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 1-23). Bogotá, Colombia: una empresa docente.

Skovsmose, O., Valero, P. (2012b). Acceso democrático a ideas matemáticas poderosas. En P. Valero y O. Skovsmose (Eds.), *Educación matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 25-61). Bogotá, Colombia: una empresa docente.