

ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA PARA EL ABORDAJE DE SISTEMAS DE MEDICIÓN DESDE LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA CRÍTICA

Ignacio Martínez, Sara Scaglia

Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral. (Argentina).

ia.martinez1990@gmail.com, sbscaglia@gmail.com

Resumen

En esta comunicación se presentan y analizan actividades desarrolladas en un proyecto interdisciplinario implementado en dos cursos de una escuela de nivel básico de la ciudad de Santa Fe (Argentina), con niños de doce años. Para el diseño y estudio se adopta la perspectiva de la Educación Matemática Crítica, que habilita una reflexión sobre los aspectos sociales y políticos de la educación matemática. En particular, se utilizan las distintas concepciones de la noción de contexto y la caracterización del conocer reflexivo para el análisis de fortalezas y debilidades de la propuesta.

Palabras clave: conocer reflexivo, contextos, sistemas medición

Abstract

This work is aimed at analyzing some activities developed in an interdisciplinary project that was implemented with twelve-year-old children in two courses at a basic-level school in the city of Santa Fe, Argentina. For its design and study, we adopt the perspective of Critical Mathematics Education, which enables a reflection on the social and political aspects of mathematics education. In particular, we use the different conceptions of the notion of context and the characterization of reflective knowledge for the analysis of the proposal strengths and weaknesses.

Key words: reflective knowledge, contexts, measurement systems

■ Introducción

La construcción del sentido durante el desarrollo de tareas matemáticas en el aula constituye una preocupación compartida por los miembros de la comunidad de educadores matemáticos. Los docentes y las instituciones se ven en la necesidad de crear espacios y propuestas en las cuales las expectativas e intereses de los estudiantes tengan puntos de encuentro con las experiencias escolares.

Scaglia (2016) propone tres perspectivas para abordar esta problemática: epistemológica, sociocultural y sociopolítica. Esta última se basa en los aportes de la Educación Matemática Crítica (EMC). Skovsmose 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 están involucrados”

(2005, p. 85). Este autor propone contextualizar las actividades matemáticas de modo que resulten significativas para los estudiantes y puedan discutir el significado de las tareas que llevan a cabo.

Por esa razón, nos proponemos como objetivos diseñar tareas en el marco de la EMC para incluir en un proyecto escolar interdisciplinario y caracterizar, desde este enfoque, las intervenciones de los alumnos durante su implementación. En esta comunicación indagamos en qué medida ciertos contextos y tareas favorecen u obstaculizan la construcción de significado a partir de una experiencia llevada adelante en dos cursos de séptimo grado (12 años) de una escuela primaria de la ciudad de Santa Fe (Argentina).

■ Aportes teóricos

Desde la perspectiva de la EMC interesa reflexionar en torno a la relación que existe entre matemáticas, educación, sociedad y democracia. Según Skovsmose (1999), vivimos en una sociedad tecnológica fuertemente influida por la aplicación de modelos matemáticos. Sin embargo, las matemáticas y la educación matemática no son, por sí mismas, capaces de promover una mirada crítica sobre la tecnología y su utilización. Por este motivo, plantea la noción de conocer reflexivo que alude a la necesidad de un análisis crítico que permita reflexionar sobre los impactos constructivos y destructivos de la tecnología. En la práctica educativa implica desarrollar las competencias necesarias para que los estudiantes sean capaces de asumir una posición justificada en el abordaje de problemas que se originan en el mundo natural, social y cultural en el que viven los sujetos.

Para desarrollar el conocer reflexivo en el aula, Skovsmose (1999) describe seis puntos de entrada que podrían conducir a dicha competencia. El primer punto hace referencia a los aspectos matemáticos y su correcta aplicación y el segundo está relacionado a la pertinencia de los algoritmos utilizados en la resolución del problema. Estos dos primeros enfoques hacen énfasis en el conocimiento matemático y en dilucidar entre lo correcto e incorrecto de su implementación. Sin embargo, se considera que es necesario dar con una reflexión enfocada en la confiabilidad y pertinencia de los resultados obtenidos en base al contexto del problema analizado, el cual es objeto del tercer punto de acceso. En el cuarto, se pretende analizar la posibilidad y pertinencia de resolver el problema sin la utilización de la matemática y técnicas formales, poniendo en cuestión la necesidad de su uso.

En los últimos dos puntos se incorpora el análisis crítico sobre las implicaciones de la resolución del problema y de las reflexiones que se han realizado sobre el mismo. En particular, el quinto punto enfoca en dilucidar la percepción del mundo y el poder formativo de la matemática empleada en la resolución y en el sexto se propone repensar la manera en que se ha reflexionado sobre el abordaje del problema.

Estos seis puntos pueden resumirse de modo general en las siguientes preguntas:

- I. ¿Usamos el algoritmo de la forma correcta?
- II. ¿Usamos el algoritmo apropiado?
- III. ¿Podemos confiar en los resultados de ese algoritmo?
- IV. ¿Podríamos hacer algo sin cálculos formales?
- V. ¿Cómo afecta el uso de un algoritmo, apropiado o no, a un contexto específico?
- VI. ¿Podríamos haber hecho una evaluación de otra manera? (Skovsmose, 1999, p.133)

La noción de contexto aparece dos veces en la descripción anterior. En el tercer punto se propone evaluar los resultados obtenidos en base al contexto del problema analizado y en el quinto, indaga sobre las consecuencias del algoritmo utilizado en el contexto específico.

Valero (2002) discute distintas concepciones para la noción de contexto: de un problema, de interacción, situacional y sociopolítico. El contexto de un problema alude al “campo de nociones y procedimientos matemáticos dentro de los cuales se ubica un problema, o bien a las referencias que la formulación de un problema evoca en el estudiante” (p. 50). El contexto de interacción refiere a “la manera como esos problemas se abordan en el aula a través de la cooperación entre los participantes” (p. 51). El contexto situacional atiende las características constitutivas de la situación y los significados que surgen como consecuencia de estar inserta en una red más amplia de acción social.

El contexto sociopolítico, que interesa a la EMC, asume a los estudiantes como sujetos políticos. “El adjetivo ‘político’ reconoce la naturaleza intrínseca del ser humano como un ser actuante y generador de sus condiciones sociales y materiales de vida” (Valero, 2002, p.56). Este cambio en la forma de considerar a los sujetos en el aula, transforma la imagen que se constituye sobre lo que es aprender matemáticas y sobre los significados que allí se ponen en juego.

■ Marco metodológico

Desde un enfoque metodológico cualitativo proponemos un experimento de enseñanza que Castro, Molina, Castro y Molina (2011) caracterizan como una secuencia de episodios de enseñanza en los que intervienen investigadores-docentes, investigadores-observadores y estudiantes. Los investigadores asumen un rol fundamental, interviniendo en el escenario de investigación, lo cual rompe con la distinción entre investigadores, docentes y alumnos.

Los experimentos de enseñanza se hacen para testar y generar hipótesis, durante el experimento, en general, o durante cada uno de los episodios, siendo en ocasiones necesario abandonar o reformular hipótesis a la luz de los datos. El objetivo último es elaborar un modelo del aprendizaje y/o desarrollo de los alumnos, en relación con un contenido específico, entendiendo este aprendizaje como resultado de la manera de operar y las situaciones puestas en juego por el investigador-docente. (Castro et al., 2011, p.79)

La hipótesis que guía el experimento de enseñanza consiste en sostener que es posible proponer una secuencia de actividades sobre los sistemas de medición que promueva discusiones en el aula adecuadas para promover el conocer reflexivo. En este trabajo sólo se describen dos tareas de las cinco que componen la secuencia, por lo que sería imprudente avanzar en afirmaciones sobre la plausibilidad de la hipótesis. No obstante, se comentan algunos aspectos relevantes surgidos en la implementación de la tarea.

■ Descripción de la propuesta

La experiencia se llevó a cabo en la Escuela Primaria de la Universidad Nacional del Litoral de la ciudad de Santa Fe (Argentina). La escuela cuenta con dos divisiones por cada grado escolar y en su plan pedagógico contempla la realización de dos o tres proyectos interdisciplinarios anuales en cada grado. El

proyecto áulico denominado “Minga! Colectivo humano” fue pensado por las docentes de los cursos de séptimo grado en el año 2016, con el objetivo de fortalecer el trabajo colectivo y comprender lo humano a partir de la diversidad.

Las discusiones en el marco de actividades del proyecto llevaron a los niños a plantear en clase una preocupación por una noticia referida al muro que Donald Trump prometía construir en la frontera entre México y EUA. Surgió entonces una reflexión sobre los muros que, en distintas regiones del planeta y épocas dividieron (y dividen aún) a grupos sociales. Las docentes deciden realizar en clase la lectura de la novela infantil “El Muro”, de Klaus Kordon, que narra la historia de dos niños de Berlín de once y doce años (Angie y Matu) 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 cruza la ciudad.

En este marco, diseñamos cinco tareas para abordar el Sistema Métrico Legal Argentino (SiMeLA), de las cuales nos interesa destacar dos para su posterior análisis:

Lectura y análisis de una carta que los integrantes del Senado de la Revolución Francesa dirigen a un profesor de matemática para solicitarle que ofrezca un curso para enseñar el nuevo sistema de medición (con el objetivo de problematizar, desde el punto de vista histórico, la adopción del sistema de numeración decimal en el sistema métrico). Las consignas son las siguientes:

- Leer la carta (adaptada de Guedj, 1998) de los integrantes del Senado de la Revolución Francesa a un profesor de matemática.

Carta del “Directorio regenerado” del Sea-Inferior (17 de marzo de 1794) a Caius Gracchus Prudhomme

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 determinado el patrón, las cifras aumentan duplicándose y disminuyen dividiéndose a la mitad.

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 bondades de la revolución haya terminado con todas estas confusas costumbres y las haya 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 comenzaran 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.

Responder:

- ¿Qué se dice de los sistemas de medición?
- ¿Qué característica tiene el nuevo sistema elegido?
- ¿Se utiliza aún hoy algunos de los viejos sistemas mencionados?

Elaboración de un croquis de la ciudad de Berlín según un fragmento de la novela y estimación del tiempo empleado por un niño del curso para recorrer caminando la distancia que separa las viviendas de los personajes (con el fin de poner en relación las medidas y unidades de tiempo y distancia). Las consignas son las siguientes:

- Realizar un croquis de la ciudad de Berlín a partir del relato 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.

- Ubicar en el croquis las casas de Angie y Matu.
- A través de la página maps.google.com.ar, ubicar:
 - la casa de Angie, (Wullenweberstraße 43, Berlín)
 - la casa de Matu, (NeueKrugallee 72, Berlín)
 - el abuelo Haase, (Dammwegstraße 18, Berlín)
 - el paso fronterizo entre Berlín Occidental y Berlín Oriental (Checkpoint Charlie, Friedrichstraße, Berlín, Alemania).
- Utilizar la función “Indicaciones” para medir la distancia entre la casa de Matu y Angie, pasando por el paso fronterizo.
- Ver el tiempo que estima Google Maps para cubrir esa distancia caminando.
- Tomar el tiempo que demora cada uno en caminar 10 metros.
- Estimar el tiempo que cada uno demoraría en llegar (en segundos, minutos y horas).

■ Implementación y discusión de resultados de dos tareas

Carta del Senado francés a un profesor de matemáticas

El problema evoca algunas características de los sistemas de medición utilizados en Francia en el período de la Revolución Francesa. En la carta aparece una descripción coloquial de la función $y=x/2$: “*una vez determinado el patrón, las cifras aumentan duplicándose y disminuyen dividiéndose a la mitad.*”. El **contexto del problema** permite reconocer que la función está definida en el campo de los números reales, puesto que se hace referencia a duplicar y dividir medidas (de peso) por la mitad. Aparece también la descripción coloquial de algunas relaciones entre medidas de tiempo en el sistema sexagesimal.

Las discusiones generadas entre los estudiantes en la búsqueda de reconocer el sentido y contenido de la carta, llevaron a cuestionarse sobre la realidad actual del sistema de medidas. En el texto se plantea la implementación de un ‘nuevo’ sistema de medidas, sistema con el que ellos están familiarizados. La novedad de aquel tiempo es una trivialidad para los niños. En cambio, frente a la nueva propuesta para la medición del tiempo que se manifiesta en la carta queda en evidencia que, en algunos aspectos, esa ‘revolución’ fracasó. Los niños pudieron así reconocer las circunstancias históricas que fueron constitutivas del sistema de medición que utilizan en lo cotidiano.

En esta tarea en particular, se observaron indicios del trabajo en base a un *contexto sociopolítico*, en los términos de Valero (2002). Las condiciones generadas en este contexto han propiciado la construcción del significado de los sistemas de medición desde una perspectiva que escapa a la neutralidad con la que se manifiesta inicialmente. El SiMeLA ya no es una verdad necesaria, sino que los alumnos pudieron interpretarlo como el resultado de procesos históricos cargados de tensiones, fracasos y acuerdos.

Una visita en la Berlín dividida por el muro

En el primer inciso, para el dibujo del croquis de Berlín (ciudad desconocida para los niños), el único elemento que guía el trabajo es el fragmento de la novela. Allí los alumnos hacen uso necesario de su percepción espacial y conocimientos previos y tratan de plasmarlo en el papel. Puesto que esta actividad es grupal, entre los integrantes de cada grupo devienen discusiones sobre la ‘forma’ de la ciudad, la ubicación de las casas de sus personajes, la percepción del espacio y su representación. Resulta interesante exponer para el análisis un intercambio entre alumnos acerca de la elaboración del croquis, cuando estaban realizando la segunda parte de la tarea (estimar el tiempo que un niño como ellos demoraría para recorrer caminando la distancia entre las viviendas de los personajes de la novela).

Docente 1: A ver... ahí se dio una conversación que me encantaría hicieran más fuerte y la compartan.

Alumno: O sea, ¿qué tiene que ver con la matemática? ... Ya sé, los kilómetros.

Alumno: Ya sé, lo del plano, esto con la regla, que esto es kilómetros, que...

Alumno: Preguntamos qué tenía de relación con la matemática.

Alumno: Sí, yo le pregunté lo mismo.

Docente 1: ¿Y entonces ahora ves una relación?

Alumno: Ahora sí...

Docente 1: Ahora sí, ¿qué? Decilo...

Alumno: Lo de, cuánto demoraron en caminar de...

Docente 1: Es importante que digas lo que vas pensando.

Alumno: No, no estoy pensando nada...

Docente 2: A ustedes les parece que esto tiene que ver con matemática y lo del croquis no le ven

mucho sentido en la matemática.

Alumno: No se relaciona... Capaz que sí.

Alumno: Claro.

Alumno: Yo no le encuentro el... lugar...

Alumno: Parece sociales.

Docente 1: ¿Esto tiene que ver con sociales únicamente?

Alumnos: No...

En esta conversación los alumnos manifiestan que no le encuentran el sentido ‘matemático’ a la actividad de realizar un croquis sobre un fragmento. La consigna y el contexto del problema tornan invisible el pensamiento geométrico espacial involucrado.

En la siguiente parte de la tarea, los estudiantes comienzan a buscar las casas de ‘sus’ personajes a través del Google Maps. Sin necesidad de que el docente lo indique, con la herramienta de Street View, recorren las calles mencionadas, imaginando cuál de las ellas serían (las direcciones los conducen a complejos habitacionales). Es recién en la búsqueda del “Checkpoint” y la reflexión con todo el grupo, que comienzan a surgir preguntas en torno a la dimensión temporal. La novela sitúa la historia en época de la posguerra, mucho tiempo atrás del actual (y del cual son las imágenes que observan). Esto hace que los alumnos observen la arquitectura de los edificios en cuestión y conjeturen que resulta muy probable que las viviendas observadas sean las mismas a las que se hace referencia en la novela.

A continuación de esta exploración, se les pide que, a través de la herramienta “Indicaciones”, estimen la distancia y el tiempo que sería necesario emplear para ir de una vivienda a otra. Luego de este momento y a partir de algunas preguntas del docente, los estudiantes se sumergen en *el contexto situacional* de la tarea. Se ‘trasladan’ en el tiempo y espacio y comienzan a reconocer las posibles condiciones que afectan a esa estimación del tiempo. La magnitud y su unidad ya no era simplemente una medida, sino que también deben considerar las complejidades de la situación en la que estaban inmersos. 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.

Para estimar el tiempo que un niño de la clase demoraría para recorrer la distancia que separa las viviendas de los protagonistas de la novela (conociendo el tiempo que demora en recorrer una distancia conocida), en *el contexto del problema* se hace necesaria la aplicación de la proporcionalidad directa. Este modelo matemático aparece muchas veces implícitamente en los cálculos de los alumnos, que van construyendo el valor del tiempo final a partir de la suma de los tiempos destinados para tramos de distancias más pequeños. En el cierre de la clase, durante la puesta en común, los alumnos hicieron explícito este concepto matemático y se discutió su validez para resolver la consigna. Una vez obtenido el resultado final, lo comparan con el tiempo estimado por Google Maps y sugieren posibles influencias en la diferencia entre los valores (altura de la persona, tipo de camino, entre otros).

En esta instancia, los alumnos consideran este cálculo como resultado final y ‘olvidan’ las discusiones anteriores en torno a las complejidades de la situación. Pensamos que este ‘olvido’ se debe a que las consignas estaban demasiado pautadas y faltó mayor apertura para la discusión, el análisis y la posibilidad de repensar el resultado obtenido.

Resulta de interés relacionar este hecho con los puntos de entrada al conocer reflexivo (Skovsmose, 1999). En el desarrollo de la clase, el debate entre los integrantes en cada grupo sobre la manera de resolver la consigna generó discusiones que pusieron en evidencia el trabajo en el primer punto. El segundo punto fue trabajado sobre el final de la clase en la puesta en común. Allí afloró la necesidad de la utilización de la proporcionalidad directa y la “regla de tres simple” como un método rápido y efectivo para obtener la solución.

En cuanto al tercer punto, la discusión junto a los alumnos fue superficial. Los motivos para confiar en el resultado estaban dados por el algoritmo utilizado y por la cercanía con el resultado que propone Google Maps. No profundizar sobre este punto privó la posibilidad de ahondar en la discusión de las otras vías de acceso al conocer reflexivo. Aquí es donde creemos que retomar las discusiones surgidas luego de la búsqueda en Google Maps y antes de estas últimas dos consignas, hubiese sido valioso para irrumpir en el conocer reflexivo. Sin embargo, el reconocimiento del contexto específico fue realizado por los niños de manera acorde al momento histórico en el que transcurría la historia de la novela. Los alumnos pudieron establecer conexiones entre la información brindada por la aplicación Google Maps y la situación histórica, la estimación del tiempo y la realidad de sus personajes. Este análisis realizado por los alumnos supone un grado importante en la interpretación y análisis crítico de la información y las herramientas tecnológicas.

■ Conclusiones

El estudio de las intervenciones puso de manifiesto que los contextos (del problema, de interacción y situacional) resultan propicios para la participación activa de los niños. No obstante, como sostiene Valero (2002), éstos por sí mismo son insuficientes para reconocer las relaciones entre lo que sucede en el aula, las estructuras económicas, sociales y políticas y los procesos históricos en los que estas se constituyen. Durante el trabajo con la carta del Senado francés al profesor, los niños reconocieron la dimensión política de la adopción de un sistema de medidas y su incidencia en el mundo social, económico, político y cultural.

En cuanto al conocer reflexivo consideramos que no se capitalizaron completamente las situaciones para abordar los distintos puntos de entrada. Sin embargo, destacamos la profundización realizada en cuanto a la componente tecnológica de la resolución del problema. Los niños pusieron en cuestión la información obtenida de la aplicación web y reconocieron la necesidad de realizar una lectura crítica de la misma. A futuro esperamos profundizar el análisis de las potencialidades y limitaciones de la experiencia desde la perspectiva de la EMC.

■ Referencias bibliográficas

- Guedj, D. (1998). *El imperio de las cifras y los números*. Barcelona: Ediciones B.S.A
- 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.
- Scaglia, S. (2016). Reflexiones sobre la construcción del sentido en la formación inicial del profesor de matemáticas. En L. Rico, M. C. Cañadas, A. Marin y M. T. Sánchez (Eds.), *Investigaciones en Didáctica de la Matemática. Homenaje a Moisés Coriat* (pp. 241-251). Granada: Comares.
- Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Bogotá: una empresa docente.
- Skovsmose, O. (2005). Meaning in Mathematics Education. En J. Kilpatrick, C. Hoykles y O. Skovsmose (eds),

Meaning in Mathematics Education (83-104). New York: Springer.

Valero, P. (2002). Consideraciones sobre el contexto y la educación matemática para la democracia. *Cuadrante*, 11(1), 49-59.