REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA

ISSN: 1815-0640
Número 58. Abril 2020
Páginas 109-128

http://www.fisem.org/www/index.php
https://union.fespm.es/index.php/UNION

La funcionalidad de la matemática para elaborar un presupuesto para una construcción edilicia: una propuesta para la escuela secundaria

Ana Rosa Corica, Florencia Araceli Caviglia

Fecha de recepción: 16/05/2019
Fecha de aceptación: 15/04/2020

Resumen	En este trabajo presentamos el análisis de una situación que se gestó como una propuesta institucional de una escuela secundaria argentina. Para el desarrollo del estudio, se adoptó como referencial teórico a la Teoría Antropológica de lo Didáctico. En este trabajo se desarrolla un posible mapa de preguntas y respuestas que se originó a partir del proyecto institucional y se analiza en correspondencia con el diseño curricular para el estudio de la matemática en la escuela secundaria. El estudio permite articular y dar sentido a la matemática escolar, integrando praxeologías relativas a proporcionalidad, geometría plana y medida. **Palabras clave**: Escuela Secundaria, Proporcionalidad Directa, Geometría Plana, Estimación, Teoría Antropológica de lo Didáctico.
Abstract	This paper we present the analysis of a situation. It was developed as an institutional proposal of an Argentine high school. The Anthropological Theory of the Didactic was adopted as a theoretical reference. In this paper we develop a possible map of questions and answers. It is originated from the institutional project and it is analyzed in correspondence with the curricular design for the study of mathematics at high school. The study allows us to articulate and give meaning to school mathematics, integrating praxeologies related to proportionality, flat geometry and measurement. **Keywords**: High School, Direct Proportionality, Flat Geometry, measurement, Anthropological Theory of the Didactic.
Resumo	Neste artigo apresentamos a análise de uma situação que foi desenvolvida como uma proposta institucional de uma escola secundária argentina. Para o desenvolvimento do estudo, a Teoria Antropológica da Didática foi adotada como referencial teórico. Este trabalho desenvolve um possível mapa de perguntas e respostas que se originaram do projeto institucional e é analisado em correspondência com o desenho curricular para o estudo da matemática na escola secundária. O estudo permite articular e dar sentido à matemática escolar, integrando praxeologias relacionadas à proporcionalidade, geometria plana e measurement. **Palavras-chave:** Ensino Médio, Proporcionalidade Direta, Geometria Plana, Medidas, Teoria Antropológica da Didática.

1. Introducción

En este trabajo analizamos una situación que surge de un proyecto institucional, donde el encuentro con el saber emerge como necesidad del estudio y la matemática ocupa un lugar esencial en el mismo. En esta propuesta la matemática recupera su utilidad para abordar una situación extra-matemática. Esto requiere que la enseñanza no se organice únicamente en función de los contenidos matemáticos, sino de los problemas o proyectos que los estudiantes deben realizar.

Con fundamento en la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999, 2013a, 2017), analizamos una situación en la que la matemática constituye una herramienta de modelización. Los investigadores en el marco de la TAD utilizan metodologías específicas para diseñar, gestionar y describir el conocimiento de procesos de estudio. Dos de estos recursos son la metodología de la Ingeniería Didáctica (ID) y los Mapas de Preguntas y Respuestas (Mapas P-R). En particular, la ID permite a los investigadores diseñar, experimentar y analizar sistémicamente procesos de estudio (Artigue, 2008). Como herramienta central para gestionar y describir las diferentes fases de la metodología de la ID, la TAD propone la noción de Mapa P-R. Estos mapas se proponen como un modelo que emplean los investigadores para comunicar y describir los procesos de estudio (Winsløw, Matheron y Mercier, 2013), y así también han sido empleados en fase de diseño y en la gestión y evaluación de dispositivos didácticos (Barquero, Bosch y Romo, 2016; Jessen, 2014).

En este trabajo se presenta un posible Mapa P-R, producto del análisis de una situación que se origina a partir de un proyecto institucional y que podría ser desarrollada con estudiantes del tercer año de la escuela secundaria argentina (alumnos de 14-15 años). La situación se refiere a la ampliación del taller de una escuela secundaria. En esta institución, se comprende por taller a un espacio físico en el que los estudiantes con sus profesores desarrollan actividades que requieren de la manipulación de materiales (madera, hierro, chapa, etc) y la elaboración de algún producto manufacturado.

La institución es una escuela técnica de la Provincia de Córdoba, con pocos años de creación, con una modalidad de Técnicos en Equipos e Instalaciones Electromecánicas y a lo largo de los años ha aumentado su matrícula debido a la gran demanda de técnicos por parte de las empresas de la ciudad. Por tal motivo, cada vez más estudiantes de la localidad eligen la institución para formarse. Esto hizo que el espacio destinado al taller resulte ser pequeño para que los estudiantes puedan desarrollar sus actividades. Los alumnos requieren de espacio para manipular diferentes materiales y emplear maquinarias para elaborar sus productos. En particular, la funcionalidad que se quiere dar al nuevo ambiente del taller es brindar un lugar con mesas para que los estudiantes puedan realizar sus trabajos. Las autoridades de la institución proyectan ampliar el taller extendiendo la edificación, conservando las características edilicias.

La situación que se propone en este trabajo se origina a partir del estudio de la pregunta Q_0: *¿Cómo elaborar un presupuesto para una construcción?* Consideramos que el estudio de Q_0 permite acercar a los estudiantes a tareas que conciernen a cualquiera de los tres oficios que ofrece la institución: electricidad, carpintería y hojalatería. Estas tareas son: realizar mediciones, calcular cantidad de material para una obra y confeccionar un presupuesto.

Para dar respuesta a Q_0 se requiere formular nuevas preguntas y en la búsqueda de respuesta cobra importancia nociones de proporcionalidad directa, medida y geometría plana: se requiere tomar medidas, determinar errores de medición, bosquejar la construcción mediante geometría plana y calcular proporciones de materiales en función de las dimensiones de la construcción a realizar. Esto implica un estudio con sentido, posibilitando integrar saberes que se proponen estudiar en diferentes años de la escuela secundaria. En particular, la escuela secundaria Técnica en la Provincia de Córdoba se organiza en siete años, y nociones de geometría plana y medida se planea estudiar en los tres primeros años, mientras que la noción de proporcionalidad directa se propone profundizar en el tercer año (Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, 2011).

La situación que se analiza en este trabajo requiere realizar mediciones. Las medidas se encuentran afectadas de cierta imprecisión en sus valores debido a las imperfecciones del aparato de medida o a las limitaciones de nuestros sentidos en registrar la información. El valor de las magnitudes físicas se obtiene experimentalmente efectuando una medida; así resulta imposible llegar a conocer el valor exacto de ninguna magnitud, ya que los medios experimentales de comparación con el patrón correspondiente en las medidas directas vienen siempre afectados de imprecisiones inevitables. El problema es establecer los límites dentro de los cuales se encuentra dicho valor, porque medir, directa o indirectamente, consiste siempre en comparar dos magnitudes: la que queremos medir y la que hemos adoptado convencionalmente como patrón de medida. Por lo que cualquier medida es indefectiblemente una medida inexacta (Segovia, Castro, Rico y Castro, 1989).

También destacamos que el análisis de la situación requiere abordar saberes de proporcionalidad. Martin, Mullis y Foy (2008) destacan la relevancia del estudio de la proporcionalidad, siendo que esta se encuentra presente en todos los niveles escolares de matemática y es fundamental en la estructura descriptiva de la física y otras ciencias. La mayoría de las actividades matemáticas de nuestra vida cotidiana están basadas en esta noción, sin embargo, las ideas de proporcionalidad no son en general bien comprendidas, debido a que es común que en el aula se enseñe de manera mecánica utilizando la regla de tres (Ramírez y Block, 2009). La preocupación por las dificultades relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje de la proporcionalidad sigue vigente a pesar de las numerosas investigaciones realizadas en la temática (Obando, Vasco y Sánchez-Matamoros, 2014).

Finalmente, otras nociones destacadas que requiere el análisis de la situación son relativas a geometría plana. Esta geometría permite modelar y describir el espacio físico que nos rodea y resulta de vital importancia para el estudio de la geometría espacial (Bishop 1983, Scott Puhl y Feltes, 2017). Es por ello por lo que el análisis de las relaciones, características y propiedades de los objetos geométricos son esenciales para la formación del estudiante de secundario. Sin embargo, se destaca que la geometría ha perdido presencia en la formación de estudiantes de la escuela secundaria. Itzcovich (2005) señala la dificultad de los docentes en encontrar problemas que representen verdaderos desafíos y la poca claridad en el sentido que adquieren los conocimientos geométricos en los diferentes diseños curriculares. La situación que describimos en este trabajo permite dotar de sentido al estudio de nociones de geometría plana, en conjunto con proporcionalidad directa y medida.

2. Marco teórico

En este trabajo adoptamos como referencial teórico a la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard, 1999, 2007, 2013a, 2017). Uno de los postulados básicos de esta teoría considera a la actividad matemática como una actividad humana más, la que es modelizada a partir de la noción de praxeología u organización matemática (OM). La noción de praxeología permite considerar al mismo tiempo y, con la misma relevancia la dimensión teórica como la dimensión práctica del saber. Las OM son el resultado final de una actividad matemática, en la que es posible distinguir dos aspectos inseparables: el *nivel de la praxis* o del saber hacer, que engloba los tipos de tareas y cuestiones que se estudian, y las técnicas para resolverlos; el *nivel del logos* o del saber, que conglomera los discursos que describen, explican y justifican las técnicas que se utilizan, denominado tecnología. Un segundo nivel de descripción, explicación y justificación se denomina teoría.

El desarrollo y análisis de la actividad matemática presenta dos aspectos inseparables: por una parte, la obra matemática que puede construirse a partir del estudio de las cuestiones problemáticas (OM) y, por otra parte, la manera en que dicha obra es construida, es decir, la manera en que se organiza el proceso de estudio de las cuestiones. En efecto, no hay OM sin un proceso de estudio que la engendre, pero tampoco hay proceso de estudio sin una OM en construcción (Bosch, Espinoza y Gascón, 2003).

Siguiendo las líneas actuales de investigación que propone la TAD (Chevallard, 2013a, 2013b, 2017), se plantea la necesidad de introducir en los sistemas de enseñanza procesos de estudio funcionales, donde los saberes no constituyan monumentos que el profesor enseña a los estudiantes, sino herramientas materiales y conceptuales, útiles para estudiar y resolver situaciones problemáticas. Esto es característico de un paradigma emergente y opuesto al tradicional. En lugar de estudiar saberes inmotivados, como respuesta a preguntas cuyo origen se desconoce o se oculta, se propone formular preguntas umbilicales que requieran del estudio de herramientas materiales y conceptuales, útiles para estudiar y responder preguntas, siempre de manera inacabada. Los Recorridos de Estudio e Investigación (REI) son dispositivos que permitirían enfrentar el proceso de monumentalización del saber y hacer vivir lo que Chevallard denomina paradigma del cuestionamiento del mundo (Chevallard, 2013a). En este paradigma las obras O a estudiar se presentan en forma de preguntas *Q*. El medio didáctico *M* está construido por la comunidad de estudio [X, Y] (donde X representa al conjunto de estudiantes e Y a un profesor o un conjunto de profesores) y contiene todas las herramientas necesarias para que esta construya una respuesta *R* a las preguntas *Q*. La construcción de *R* es producto de un recorrido de estudio e investigación a lo largo del que se evalúa la relevancia de las respuestas R_i que la cultura proporciona a cuestiones próximas o relacionadas con *Q*. Se estudiarán obras de todo tipo O_i potencialmente útiles para deconstruir y reconstruir dichas respuestas R_i para proporcionar respuestas provisionales R_k a diversas cuestiones Q_k, derivadas de Q y se utilizarán todos estos medios para construir, validar y difundir *R*. Llevar adelante la metodología propia del nuevo paradigma, requiere incorporar un conjunto de gestos didácticos (Chevallard, 2013a, 2013b, 2013c), que implican modificaciones radicales con respecto a la enseñanza tradicional:

• La *dialéctica del estudio y de la investigación*. Una investigación supone la combinación del estudio de preguntas y respuestas: no es posible investigar sin estudiar y a su vez un estudio genuino es productor de preguntas a ser investigadas.

• La *dialéctica del individuo y el colectivo*. Los estudiantes con su director de estudio acuerdan el conjunto de tareas a realizar y negociar las responsabilidades que debe asumir cada uno.

• La *dialéctica del análisis-síntesis praxeológica y del análisis-síntesis didáctica*. La construcción de una respuesta a una pregunta requiere concretar un análisis de esos saberes y determinar qué es lo útil, lo funcional para la construcción de la respuesta buscada.

• La *dialéctica de entrar y salir-de tema*. Si la pregunta es amplia y generativa, es necesario habilitar la posibilidad de salir del tema, incluso hasta puede ser necesario salir de la disciplina de referencia, y reingresar posteriormente.

• La *dialéctica de las cajas negras y las cajas claras*. Se refiere a la necesidad de establecer si una obra merece ser estudiada, aclarada, analizada, etc., o si ciertos saberes se dejarán en un nivel de gris. Es decir, saberes que no son esenciales para responder la cuestión generatriz o sus derivadas.

• La *dialéctica del paracaidista y de las trufas*. Se refiere a la condición de exploradores que asumen los actores del sistema didáctico. Tienen que tomar una gran distancia del problema y explorar el terreno desde muy arriba. Esta inspección difícilmente encuentra de inmediato lo que se busca, y requiere de gestos de acercamiento, para analizar la utilidad de lo encontrado. Esta dialéctica se opone al hábito escolar de la inmediatez en la búsqueda de soluciones, donde se estudian respuestas inmediatas y triviales.

• La *dialéctica de la media y los medios*. La elaboración de las sucesivas respuestas provisionales requiere de respuestas preestablecidas, accesibles a través de los diferentes medios de comunicación y difusión: los media. Estos pueden ser libros, artículos de investigación, apuntes de clase, etc.

• La *dialéctica de la lectura y la escritura*. Hace referencia al proceso de evitar la transcripción formal de respuestas existentes. Se trata de tomar de ellas la parte útil y volver a escribirlas en notas de síntesis, glosarios, etc.

• La *dialéctica de la producción y la recepción*: Es necesario difundir y defender la respuesta desarrollada por la comunidad de estudio. El saber no es importante por sí mismo, sino que sobreviene relevante debido a que la actividad matemática aporta respuestas consideradas valiosas por la comunidad de estudio.

3. Análisis de una situación para la elaboración de un presupuesto para una construcción edilicia

La situación que se analiza a continuación permite realizar algunos gestos propios del paradigma del cuestionamiento del mundo, generando un tipo de actividad matemática poco habitual en los sistemas actuales de enseñanza en Argentina

(Corica y Otero, 2019; Otero et al. 2013), y donde la modelización del sistema cobra un lugar esencial. Esto implica un trabajo a largo plazo, con el objetivo de responder a una pregunta inicial que constituye su razón de ser. Es requisito fundamental en esta propuesta, romper con la concepción atomizada de la matemática y dar lugar a recorrer diversas organizaciones matemáticas según las necesidades del estudio. En el marco de la TAD la actividad matemática es más que resolver problemas: se trata de formular y responder peguntas, buscar en diferentes medias, desarrollar diferentes técnicas, realizar conjeturas, validar soluciones, interactuar con otros miembros del grupo de estudio, cotejar resultados, técnicas, validaciones, etc.

Para incorporar algunos gestos propios del paradigma del cuestionamiento del mundo, es necesario introducir algunos cambios en el contrato didáctico imperante en la institución. En particular, la escuela donde tiene origen el proyecto se caracteriza por una enseñanza tradicional en la que los estudiantes se encuentran habituados a que el profesor proponga las tareas e indique lo que deben hacer. Esto es de conocimiento por las investigadoras, siendo que una de ellas es docente de la institución en los tres años que conforman el Ciclo Básico de la Educación Técnica desde hace 10 años. Atendiendo a las nociones que involucra la situación propuesta, se estima que el estudio podría ser desarrollado con alumnos del tercer año de la escuela técnica (estudiantes de 14 – 15 años) y que el mismo podrá demorar aproximadamente un mes de clase (14 horas). Esta propuesta podrá ser desarrollada por cualquier profesor de matemática atendiendo a las siguientes pautas de trabajo:

- El profesor evitará explicar cómo se hace tradicionalmente; son los estudiantes quienes tendrán que formular sus preguntas y buscar en diferentes medias (libros, páginas web, etc) información para poder elaborar sus respuestas. Esto no debe confundirse con un profesor ausente, sino que se trata de un director del proceso de estudio y de investigación, capaz de incidir oportuna y eficazmente para hacer evolucionar el estudio. Es necesario que sus *ayudas al estudio* se orienten a que el grupo de alumnos logre problematizar la situación y que el estudio no pierda sentido.
- Al finalizar cada clase los grupos tendrán que elaborar una síntesis de la actividad realizada y establecer algunas líneas generales de cómo van a proseguir con el estudio. El profesor tendrá que recoger en todas las clases un trabajo por grupo con el propósito de evaluar el proceso de estudio y establecer algunas pautas para continuar en la siguiente sesión.
- Al comenzar cada clase, los diferentes grupos tendrán que exponer de manera sintética qué hizo la clase anterior y cómo va a continuar con su trabajo.

El estudio se origina a partir del análisis de la siguiente situación:

En la escuela se está gestionando un proyecto para la ampliación del taller y nos proponen que elaboremos un presupuesto para poder realizar la ampliación. Este deberá incluir todos los materiales y costos necesarios para poder realizar la ampliación.

El análisis de esta situación conduce a formular la pregunta: Q_0: *¿Cómo elaborar un presupuesto para una construcción?* A continuación se describe el mapa de preguntas y respuestas como producto del estudio de Q_0 y se incluyen orientaciones para la gestión de este.

Una de las preguntas que se deriva de Q_0 es Q_1: *¿Cuáles son los elementos que debe comprender un presupuesto para realizar una obra?* Para dar respuesta a esta pregunta es necesario tomar conocimiento de las dimensiones actuales del taller y de la ampliación pretendida. Esto nos conduce a la necesidad de estudiar las siguientes preguntas:

$Q_{1,1}$: *¿Cuáles son los ambientes que actualmente conforman al taller?*

$Q_{1,1,1}$: *¿Cuáles son las dimensiones actuales del taller?*

$Q_{1,1,1,1}$: *¿Cuál es el margen de error de las mediciones efectuadas?*

El taller se encuentra ubicado en el frente de la escuela y tomando como referencia la puerta de entrada principal, el taller está situado en el extremo derecho de la misma. En la Figura 1 se indica una foto del estado actual de la escuela. En esta se puede observar una puerta con vidrios repartidos que es una de las puertas laterales de acceso a la escuela, y a su derecha la edificación corresponde al taller.

Figura 1. Foto de la escuela en su estado actual.
Fuente: Fotografía propia de la escuela.

En la Figura 2 y en la Figura 3 se muestran imágenes del estado actual del taller.

Figura 2. Sector actual de trabajo del taller.
Fuente: Fotografía propia de la escuela.

Figura 3. Aula actual de estudio del taller.
Fuente: Fotografía propia de la escuela.

El ambiente de la escuela que se denomina taller se compone por los baños, los vestuarios, la sala de profesores, un aula y una sala donde se ubican maquinarias para la realización de prácticas afines a los oficios que ofrece la institución (hojalatería, carpintería y electricidad). En la Figura 4 se indica el plano del taller en las condiciones actuales.

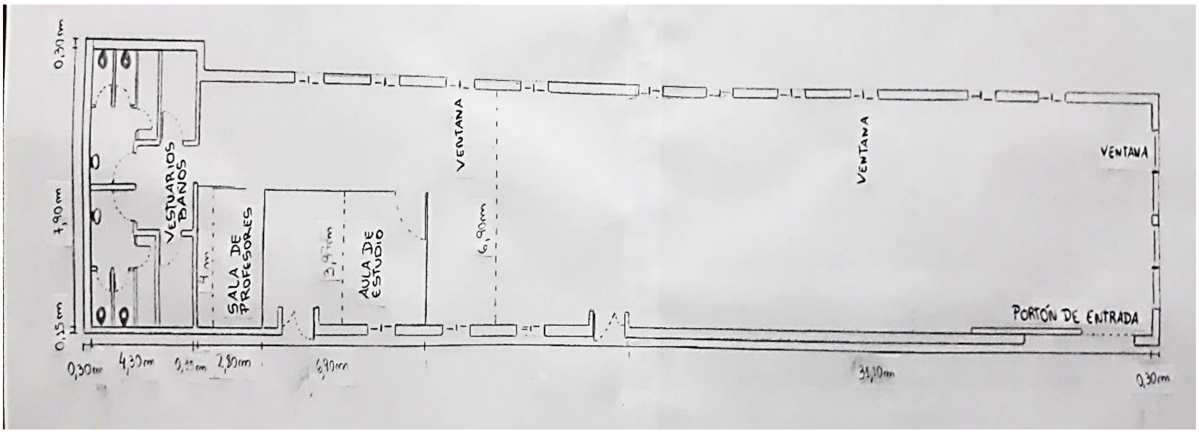


Figura 4. Plano del taller en las condiciones actuales
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 indicamos el plano de la posible ampliación del taller. Para esta se requiere construir cuatro columnas ubicadas en los vértices del nuevo sector. Dichas columnas cumplen con la función de amarrar los muros de ladrillos. Las autoridades de la escuela consideran que no se colocarán puertas en la ampliación.

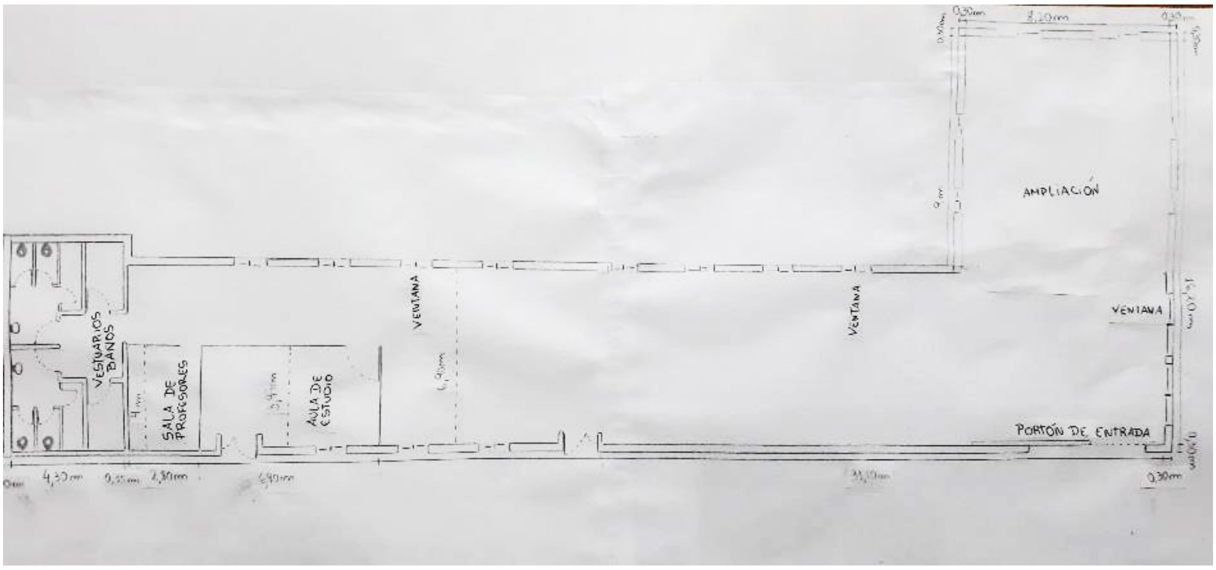


Figura 5. Plano del nuevo sector del trabajo del taller
Fuente: Elaboración propia.

El estudio de la pregunta $Q_{1,1,1}$ conduce a introducirnos en la problemática de cómo efectuar una medición. El proceso de medición es una operación física experimental en la que se asocia a una magnitud física un valor, en relación a la unidad que arbitrariamente se ha definido para medir dicho valor. Medir no representa en la mayoría de los casos una tarea sencilla, requiere definir y ejecutar correctamente tres pasos: qué es lo que se va a medir, cómo se va a medir y con qué elementos se va a medir (Santos y Lecumberry, 2005). Un aspecto central de la medición es el análisis de errores para estimar la precisión con que podemos alcanzar nuestras medidas ($Q_{1,1,1,1}$). De esta manera, durante la gestión del estudio cada pequeño grupo de estudiantes podría realizar las mediciones correspondientes, para luego analizar y comparar las medidas que cada grupo registró. Al efectuar las mediciones del taller, los estudiantes obtendrán diferentes medidas y deberán acordar cuál es el margen de error de estas.

Todas las cantidades físicas se miden inevitablemente, con algún grado de incertidumbre, generada por las imperfecciones de los instrumentos de medida o por las limitaciones de nuestros sentidos. Ninguna medición física puede dar un valor absolutamente exacto de una cantidad física (un valor rigurosamente exacto tendría en principio, infinitas cifras decimales). Esto genera que la comunidad de estudio recorra la OM_2, representada por los tipos de tareas T_2^1: *Estimar el valor probable de la medición* y T_2^2: *Estimar errores de medición*. El estudio de estas tareas se encuentra relacionado con el análisis de inexactitud de las medidas, propuesto para ser estudiado desde el primer año de la escuela secundaria en la Provincia de Córdoba (Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, 2011).

Para evaluar la mayor o menor importancia del error cometido tenemos que abordar la pregunta $Q_{1,1,1,1,1}$: *¿Cómo expresar cantidades con varias cifras decimales?* Este análisis conduce a recorrer la *OM_3: Redondeo y truncamiento de números*. En particular, los estudiantes deberán abordar los tipos de tareas T_3^1: *Redondear números* y T_3^2: *Truncar números*. Es necesario realizar la aproximación de números porque en primer lugar no podemos listar todas las cifras decimales de un número y en segundo lugar esta aproximación es esencial para poder realizar la construcción.

Otras de las cuestiones que derivamos de Q_1 son:

$Q_{1,2}$: *¿Cuál será la funcionalidad del nuevo ambiente del taller?*

$Q_{1,2,1}$: *¿Cuáles son las dimensiones que debería tener el nuevo ambiente a construir?*

$Q_{1,2,1,1}$: *¿Cómo diseñar el plano del taller?*

Para diseñar la ampliación del taller, es necesario realizar medidas y estimar los errores correspondientes. Esto sugiere nuevamente recorrer la OM_2: *Estimación de medidas*. Luego de realizar las mediciones necesarias, consideramos que los estudiantes tendrán que confeccionar el plano del taller y su ampliación ($Q_{1,2,1,1}$). Para realizar la misma, los estudiantes deberán tener en cuenta que el estilo de la construcción se debe conservar a pedido de las autoridades de la institución. Proponemos que el plano del taller sea realizado con lápiz y papel, y luego con GeoGebra® ($Q_{1,2,1,1,1}$). En particular, esta tarea hace que los estudiantes piensen qué lugares geométricos son necesarios construir para poder realizar el plano con el software.

Según el Diseño Curricular de la Provincia de Córdoba, los estudiantes de los primeros años deben realizar construcciones de figuras a partir del empleo del software GeoGebra®. El dinamismo de las figuras que se construyen con el software GeoGebra® facilita experimentar y descubrir regularidades que, con el trabajo manual, requeriría mucho más tiempo y esfuerzo (Madama y Curbelo, 2012). Esto involucra un trabajo exploratorio que implica realizar ensayos, equivocarse, reajustar e intentar explicar lo que sucede, establecer si se puede armar o no un dibujo. Así la comprensión y la explicación de las resoluciones demandan del uso de propiedades, y se pone de manifiesto que en geometría ver y dibujar son insuficientes (Itzcovich, 2005). El software GeoGebra® destaca la diferencia entre dibujo y figura, pues en este ambiente las construcciones geométricas se encuentran realizadas con base en las relaciones lógicas entre los objetos y no solo sobre los aspectos figurales de las mismas, permitiendo que al momento de hacer una construcción por medio del arrastre, las propiedades geométricas se mantengan invariantes (Larios y González, 2010).

En el plano diseñado (Figura 5) se ha supuesto que la ampliación del taller se encuentra representada por un rectángulo porque es la figura que conserva las características edilicias originales de la institución. Para calcular el área que ocuparía la ampliación, los estudiantes deberán recorrer parte de la OM_4: *Figuras planas* y dar respuesta a la tarea T_4^1: *Calcular el área de un rectángulo*. De esta manera, la tarea involucra considerar la expresión: $A(x, y) = x.y$, donde cada variable representa los lados de diferente longitud del rectángulo. El área será mayor cuanto mayores sean *x* e *y*, siendo que ambas variables toman valores en intervalos positivos, porque representan la longitud de los lados del rectángulo. Sin embargo, *x* e *y* se encuentran acotados al espacio destinado por la institución a la ampliación del taller.

Como se indicó, la construcción del plano se puede realizar con el software GeoGebra®. En esta instancia los estudiantes deberán perfeccionar la elaboración del plano utilizando técnicas que emergen del estudio de T_5^1: *Trazar rectas y segmentos con GeoGebra®*, T_6^1: *Trazar ángulos con GeoGebra®*, T_7^1: *Trazar circunferencias con GeoGebra®, y* T_8^1: *Establecer la simetría de objetos geométricos con GeoGebra®.*

Por otro lado, para pensar en los materiales necesarios para la construcción se deben considerar los pasos a seguir para realizar la misma. Destacamos que en esta propuesta consideraremos los materiales mínimos necesarios para realizar la obra. La construcción requiere material para la confección de los cimientos, el piso, las paredes, el techo, el revoque grueso, el revoque fino, el encadenado superior e inferior de las paredes y la pintura. Los materiales necesarios para la construcción, atendiendo a las características de la arquitectónica de la escuela fueron extraídos del Manual Práctico de Construcción (Nisnovich, 2006). En el Anexo I se indica la cantidad de material por unidad de medida para cada componente de la obra. Esto demanda abordar las siguientes preguntas:

$Q_{1,2}$: *¿Qué materiales se necesitan para construir la obra?*

$Q_{1,2,1}$: *¿Cuál es el mínimo de ladrillos que se necesitan para construir la obra?*

$Q_{1,2,1,1}$: *¿Cómo expresar diferentes medidas de longitud?*

$Q_{1,2,1,1,1}$: *¿Cómo hallar el equivalente entre una unidad y otra?*

$Q_{1,2,2}$: *¿Cuál es el mínimo de metros cúbicos de arena que se necesitan para construir la obra?*

$Q_{1,2,3}$: *¿Cuál es el mínimo de bolsas de cal que se necesitan para construir la obra?*

$Q_{1,2,4}$: *¿Cuál es el mínimo de bolsas de cemento que se necesitan para construir la obra?*

$Q_{1,2,5}$: *¿Cuál es el mínimo de metros de hierro que se necesitan para construir la ampliación?*

$Q_{1,2,6}$: *¿Cuántas ventanas se necesitan comprar para colocar en la obra?*

$Q_{1,2,7}$: *¿Cuál es el mínimo de litros de pintura que se necesitan para pintar la ampliación del taller?*

Para calcular aproximadamente la cantidad de ladrillos a utilizar ($Q_{1,2,1}$), es necesario calcular el área de las paredes. Esto hace que nuevamente se deba recorrer la OM_4: *Figuras Planas*. Para efectuar los cálculos, se requiere tener en cuenta el área que cubre cada una de las aberturas que componen la ampliación. Por lo que el estudio requiere responder la pregunta $Q_{1,2,6}$: *¿Cuántas ventanas se necesitan comprar para colocar en la obra?* En nuestro caso, se estima que la construcción requerirá de la instalación de seis ventanas, cuyas medidas son valores estándar. Por lo tanto, el área total aproximada a cubrir con ladrillos es:

$$(Ap_1 - 2.Av_1) + (Ap_2 - 2.Av_1) + (Ap_3 - 2.Av_2) = A$$

Donde Ap_i indica el área de cada pared y Av_i el área de cada ventana.

En este estudio también es necesario recorrer la OM de redondeo o truncamiento (OM_3), pues el cálculo del área total depende de mediciones que se realicen y el estudio de estimación de errores detallado anteriormente.

Por otro lado, la cantidad de ladrillos va a depender de las dimensiones de los mismos, pues en el mercado se dispone de varias medidas. Antes de continuar con el análisis, tenemos la necesidad de introducirnos a la organización que requiere el estudio del sistema de unidades (*OU_1: Unidades de medición*), en nuestro caso SIMELA (Sistema Métrico Legal Argentino). Los estudiantes podrán preguntarse qué sistema de unidades será más conveniente utilizar para expresar sus mediciones siendo que la medida habitual que se emplea en los negocios de venta de materiales para la construcción es el metro *($Q_{1,2,1,1}$: ¿En qué unidades expresar las medidas de longitud?*). Esto implica abordar la pregunta $Q_{1,2,1,1,1}$: *¿Cómo hallar el equivalente entre una unidad y otra?*

El SIMELA es el sistema de unidades de medida vigente en Argentina, de uso obligatorio y exclusivo en todos los actos públicos o privados. En este se considera como unidad de longitud al metro. Y cada unidad de longitud es 10 veces mayor que la unidad inmediata inferior y 10 veces menor que la unidad inmediata superior. Por lo que si las medidas vienen dadas en centímetro, para poder realizar la conversión de unidades podremos valernos de la siguiente función de proporcionalidad directa: $f(x) = \frac{1}{100}.x$. Aquí x representa cantidad de centímetros ($x \in \mathbb{R}^+$) y $f(x)$ indica la equivalencia de los centímetros en metros.

A continuación, retomamos el estudio de $Q_{1,2,1}$: *¿Cuál es el mínimo de ladrillos que se necesitan para construir la obra?* Para las paredes exteriores, de manera hipotética se supondrá que se emplearán ladrillos huecos de las dimensiones que se observan en la siguiente figura. Y se supondrá que el espesor de las juntas será de aproximadamente 0,010m con el propósito de conservar las características de la edificación.

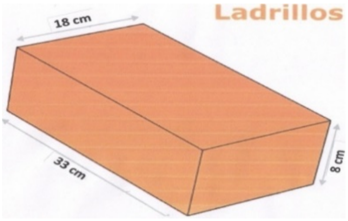


Figura 6. Esquema de ladrillo
Fuente: Elaboración propia.

Empleando el entorno tecnológico que emerge del estudio de $Q_{1,2,1,1,1}$ resulta que las medidas del ladrillo son:

$$f(18) = \frac{1}{100}.18\text{cm} = 0{,}18\,m;\ f(8) = \frac{1}{100}.8\text{cm} = 0{,}08\,m;$$

$$f(33) = \frac{1}{100}.33\text{cm} = 0{,}33\,m$$

De esta manera, la comunidad de estudio deberá recorrer la OM_{10}: *Proporcionalidad*, y abordar el tipo de tarea T_{10}^{1}: *Calcular magnitudes directamente proporcionales*. A partir de estos resultados, se podrán efectuar los cálculos para determinar la cantidad mínima de ladrillos que se necesitan para realizar las paredes.

Para la construcción se considera que los ladrillos serán colocados como muestra la Figura 6, por lo que contemplando la junta, cada ladrillo cubre aproximadamente un área de 0,090m.0,340m ≈ 0,030m^2. La medida de 0,090m es producto de la medida del ladrillo cuyo lado mide 0,080m y se le agrega 0,010m de la junta. Y lo mismo es para la medida de 0,340m. Esta resulta que al lado del ladrillo que mide 0,330m, se le agrega 0,010m de junta.

Se tiene que un ladrillo cubre un área aproximada de 0,030m^2, es decir, $\frac{1}{0{,}03}$ m^2. Por lo tanto, operando sobre esta expresión se puede obtener la cantidad de ladrillos necesarios para cubrir un metro cuadrado:

$$\frac{1}{0{,}030} = \frac{1}{\frac{3}{100}} = \frac{100}{3} = 33 + \frac{1}{3}$$

Esto indica que se requieren 33 ladrillos y $\frac{1}{3}$ de otro para poder cubrir un metro cuadrado de pared. En el momento de solicitar ladrillos en un negocio de venta de materiales, para construir un metro cuadrado de pared, tendremos que solicitar 34 ladrillos, siendo que estos se venden por unidad y no se fraccionan. La persona que se dedique a realizar la construcción deberá ocuparse de fraccionar los ladrillos. Por lo que nuevamente la noción de estimación vuelve a tomar sentido para el estudio de la situación. De manera general, para efectuar el cálculo de ladrillos que se requieren para construir los metros de pared de la ampliación, podremos hacerlo a partir de la siguiente expresión: $f(A) = \frac{100}{3}.A$. Aquí A representa metros cuadrados de pared ($A \in \mathbb{R}^{+}$) y $f(A)$ indica el número de ladrillos. $f(x)$ es una función de proporcionalidad directa, donde $\frac{100}{3}$ es la constante de proporcionalidad e indica el número de ladrillos que se requieren para cubrir un metro cuadrado de pared, ateniendo a ladrillos de las dimensiones indicadas en la Figura 6. Destacamos aquí la potencialidad del empleo del modelo matemático frente a la realización de cálculos aritméticos. Por ejemplo, si se quiere calcular cuántos ladrillos son necesarios para construir dos metros cuadrados de pared sabiendo cuántos ladrillos se requieren para la construcción de un metro de pared se podría multiplicar ese valor y obtener el resultado mediante dos procedimientos aritméticos: uno considerando un primer redondeo del resultado: 34 ladrillos ·2 = 68 ladrillos; u otro considerando el cálculo exacto obtenido $33 + \frac{1}{3}$ ladrillos ·2 = 66 + $\frac{2}{3}$ ladrillos, es decir, se requieren 67 ladrillos. Sin embargo, si a este cálculo se lo realiza mediante la expresión indicada $f(A)$, se obtiene que $f(2) = \frac{100}{3}.2 \cong 67 \text{ ladrillos}$. Es decir, los cálculos realizados mediante la fórmula permiten obtener con mayor rapidez y precisión la cantidad de ladrillos que se necesitan para realizar la construcción.

Otras de las cuestiones a la que se podrán enfrentar los estudiantes para dar respuesta a Q_0 es $Q_{1,2,2}$: *¿ Cuál es el mínimo de metros cúbicos de arena que se necesitan para construir la obra?* Para calcular la cantidad de arena $a_i(x)$ vamos a desarrollar los cálculos para una de la secciones de la obra, siendo que las otras son análogas. Se requiere arena para la elaboración de cimientos, contrapiso, colocación de mosaicos, paredes, techo, revoque grueso, revoque fino y refuerzo de hormigón armado.

Para la construcción de los cimientos, atendiendo a lo indicado en el Anexo I, se considera la relación que por cada metro cúbico construido de cimientos son necesarios 0,510m^3 de arena. Cada cimiento conforma un paralelepípedo, por lo que esto conduce a recorrer la OM_9: *Cuerpos*, y en particular abordar el tipo de tareas T_9^1: *Calcular el volumen de un paralelepípedo*. Para calcular la cantidad de arena necesaria tenemos que multiplicar el volumen por la cantidad de arena que es necesaria para un metro cúbico; por lo tanto resulta $a_1(x_1) = 0{,}510.x_1$ donde x_1 representa metros cúbicos de cimiento $(x_1 \in \mathbb{R}^+)$ y $a_1(x_1)$ indica la cantidad de metros cúbicos de arena necesarios para la obra.

Atendiendo a lo indicado en el Anexo I y procediendo de la misma manera que en el caso anterior, el modelo matemático que permite realizar los cálculos de metros cúbicos de arena para la construcción de cada sección de la obra es una función de proporcionalidad directa de la forma $a_i(x) = kx_i$, donde $a_i(x_i)$ indica los metros cúbicos de arena y *k* es una constante que se obtiene del Anexo I, según la sección de la construcción a la que refiere. Finalmente, la cantidad mínima de arena para realizar la obra se puede calcular del siguiente modo: $a = a_1 + \cdots + a_8$

Para el estudio de $Q_{1,2,3}$: *¿Cuál es el mínimo de bolsas de cal que se necesitan para construir la obra?* y $Q_{1,2,4}$: *¿ Cuál es el mínimo de bolsas de cemento que se necesitan para construir la obra?* el procedimiento es similar al realizado para $Q_{1,2,2}$. Hipotéticamente se considera utilizar bolsas de cal y de cemento de 25 kg. En los negocios de venta de material para la construcción, la cal y el cemento se fracciona en bolsas cerradas y las más típicas contienen 25 kg.

Para calcular la cantidad de bolsas de cada material $ca_i(x_i)$ necesarias para la obra, los procedimientos son similares a los realizados para el estudio del cálculo de arena. Se requiere calcular la cantidad de bolsas de cal y de cemento para la construcción de cimientos, piso, paredes, techo, revoque grueso, revoque fino y refuerzos de hormigón armado. El modelo matemático que permite realizar los cálculos es una función de proporcionalidad directa de la forma $f(x) = kx$, donde $f(x)$

indica los kilogramos necesarios de cal o cemento y *k* es una constante que se obtiene del Anexo I, según la sección de la construcción a la que refiere.

Para el estudio de la cuestión $Q_{1,2,5}$: *¿ Cuál es el mínimo de metros de hierro que se necesitan para construir la ampliación?,* los procedimientos son similares a los detallados anteriormente. Siguiendo el Anexo I, se requiere hierro de diferente diámetro para la construcción de los cimientos.

Otras de las posibles cuestiones que se derivan de $Q_{1,2}$ es $Q_{1,2,7}$: *¿ Cuál es el mínimo de litros de pintura que se necesitan para pintar la ampliación del taller?* Para dar respuesta a $Q_{1,2,7}$ se deberá averiguar el rendimiento de la pintura por metro cuadrado. De esta manera, a partir de la siguiente función podemos calcular la cantidad de pintura necesaria: $f(x) = \frac{1}{k}.x$, donde x representa metros cuadrados a pintar ($x \in \mathbb{R}^+$), *k* representa el rendimiento de la pintura por metro cuadrado y $f(x)$ indica la cantidad de litros de pintura necesarios. En la construcción que se analiza también es importante considerar que las paredes están pintadas en dos colores: desde el piso hasta una cierta longitud de color verde y a partir de aquí hasta el techo la pintura es de color blanco. El techo también es de color verde. Este estudio implica realizar mediciones nuevamente y retomar nociones de estimación así como el cálculo de error.

La última cuestión derivada de $Q_{1,2}$ que proponemos es: $Q_{1,2,8}$: *¿Cuántos mosaicos se necesitan para cubrir el piso de la ampliación del taller?* Para responder a esta pregunta necesitamos tener en cuenta las dimensiones de los mosaicos que se utilizarán. De esta manera, para calcular la cantidad de mosaicos necesarios para la construcción se puede emplear la siguiente expresión: $m(x) = \frac{1}{k}.x$, donde x representa metros cuadrados de piso a cubrir ($x \in \mathbb{R}^+$), *k* los metros cuadrados que cubren los mosaicos y $m(x)$ indica la cantidad de mosaicos necesarios. El estudio nuevamente requiere recorrer la OM_2: *Errores de medición*, OM_4: *Figuras planas*, OM_3: *Redondeo y truncamiento*, OM_{10}: *Proporcionalidad* y OM_{11}: *Función de Proporcionalidad Directa*.

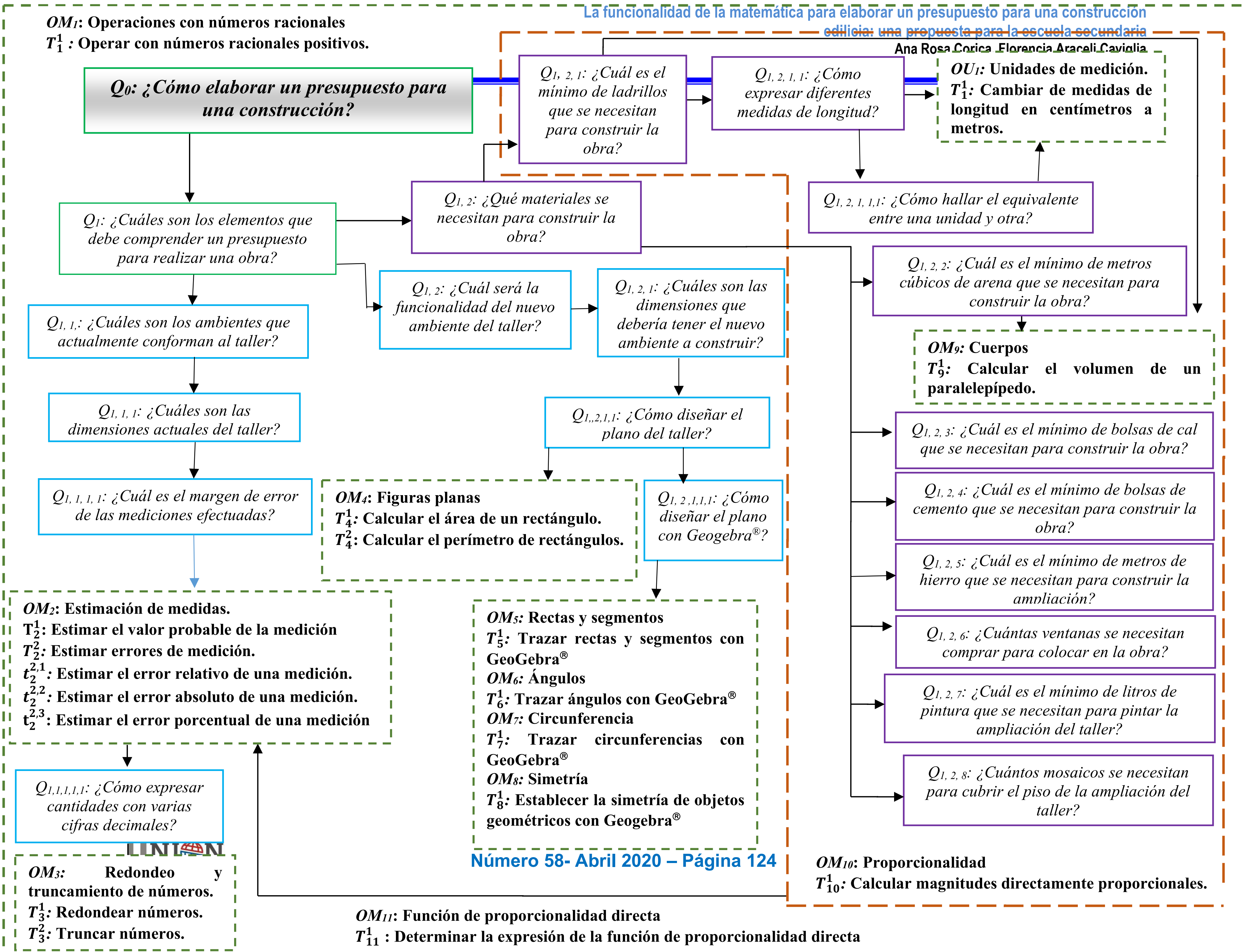
Finalmente, para dar respuesta a Q_0 los estudiantes tendrán que averiguar el precio de los materiales necesarios para la construcción, y confeccionar el presupuesto. Esta información podría ser organizada en la siguiente tabla:

Producto	Precio por Unidad	Cantidad	Precio Final
Ladrillos			
Arena (m^3)			
Cal (Bolsas de 25 kg)			
Cal Aérea (Bolsas de 25 kg)			
Cemento (Bolsas de 25 kg)			
Hierro de 8 mm (m)			
Hierro de 4 mm (m)			
Ventanas de l_1 = 1,20 m y l_2 = 1,30 m			
Ventanas de l_1 = 2,50 m y l_2= 1,30 m			
Pintura Verde (l)			
Pintura Blanca (l)			
Mosaicos			
Membrana			
Total			

Tabla 1. Presupuesto de materiales para la construcción

En el Esquema 1 se indica la pregunta generatriz Q_0 y las 21 preguntas que derivamos del análisis de su potencialidad. El estudio de estas preguntas conduce a recorrer 11 OM y una organización relacionada con el estudio de unidades de medición (OU1). También indicamos las OMs junto al tipo de tareas (Ti) que representan.

Esquema 1. Mapa de preguntas derivadas de Q_0



4. Conclusiones

En este trabajo desarrollamos un Mapa P-R a partir del estudio de la pregunta *Q_0: ¿Cómo elaborar un presupuesto para una construcción?*, que emerge de una necesidad de la institución en la que se proyecta desarrollar la propuesta, pero puede emplearse para cualquier obra. El desarrollo de esta pregunta involucró recorrer 11 OM que componen el diseño curricular para la educación matemática en secundaria de la provincia de Córdoba, en Argentina. En particular, estas OM son relativas a nociones de proporcionalidad directa, geometría plana y estimación de medidas.

A partir del estudio de Q_0 consideramos que puede dar sentido, funcionalidad y carácter instrumental a las nociones matemáticas involucradas. Esta propuesta conduce a que los estudiantes tengan que interpretar resultados y construir por ellos mismos modelos sencillos, para elaborar respuestas que no se encuentran inscriptas directamente en medias: se requiere del estudio y la investigación para poder formularlas.

La puesta en marcha del proceso de estudio de Q_0 sólo será posible si se cumple un conjunto de condiciones, tales como: el desarrollo de tareas que no admiten respuestas inmediatas sino que el estudio se prolonga en el tiempo, requiriendo más de un encuentro; el trabajo cooperativo entre los estudiantes, siendo que deben formular sus propias preguntas, buscar información, procesarla, ordenarla y presentarla. De esa forma, los estudiantes plantearán problemas, formularán hipótesis, resolverán, reflexionarán, coordinarán tareas con sus compañeros, tomarán decisiones con la finalidad de dar respuesta a la situación inicial. La gestión del estudio requerirá que el profesor tome las decisiones necesarias para evitar que la situación inicial se desvanezca, buscando mantener viva la problematización de esta, incidiendo de manera oportuna aportando nuevas preguntas o respuestas a las formuladas por los estudiantes.

5. Referencias

Artigue, M. (2008). Didactical Design in Mathematics Education. En C. Winsløw (Ed.), *Nordic Research in Mathematics Education. Proceedings from NORMA08 in Copenhagen* (pp. 7-16). Copenhagen: Sense Publishers.

Barquero, B., Bosch, M. & Romo, A. (2016). A study and research path on mathematical modelling for teacher education. En K. Krainer & N. Vondrová (Eds.), *Proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 809–815). Prague: Charles University in Prague.

Bishop, A. J. (1983). Space and geometry. En R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (pp. 125-203). New York: Academic Press.

Bosch, M., Espinoza, L. & Gascón, J. (2003). El profesor como director de procesos de estudio. Análisis de organizaciones didácticas espontáneas. *Recherches en didactiquedes mathématiques,* 23 (1), 79-136.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, *19*(2), 221-266.

Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. En Ruiz-Higueras, L., Estepa, A. & Javier Garcia, F. (Ed.), *Sociedad, Escuela y Mathemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctico* (pp. 705-746). Jaén: Universidad de Jaén.

Chevallard, Y. (2013a). Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a favor de un contraparadigma emergente. *REDIMAT*, 2(2), 161-182, [en línea], recuperado el 6 de febrero de 2020, de https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/redimat/article/view/631

Chevallard, Y. (2013b). Journal du Seminaire TAD/IDD. Théorie Anthropologique du Didactique & Ingénierie Didactique du Développement. Recuperado el 27 de diciembre de 2019, de: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/journal-tad-idd-2009-2010-8.pdf

Chevallard, Y. (2013c). Éléments de didactique du développement durable. Leçon 3. Recuperado el 27 de diciembre de 2019, de: http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Didactique_du_DD_3.pdf

Chevallard, Y. (2017). ¿Por qué enseñar matemáticas en secundaria? Una pregunta vital para los tiempos que se avecinan. *La Gaceta de la RSME*, 20 (1), 159–169, [en línea], recuperado el 6 de febrero de 2020, de http://gaceta.rsme.es/english/abrir.php?id=1378

Corica, A. & Otero, M. (2019). Análisis de la gestión de un dispositivo didáctico por un estudiante de profesorado en matemática. *Boletim de Educaçáo Matemática*, 33(63), 226-247, [en línea], recuperado el 6 de febrero de 2020, de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2019000100226

Itzcovich, H. (2005). *Iniciación al estudio didáctico de la geometría*. Buenos Aires: El Zorzal.

Jessen, B. (2014). How can study and research paths contribute to the teaching of mathematics in an interdisciplinary settings? *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 19, 199 – 224.

Larios, V. & Gonzalez, N. (2010). Aspectos que influyen en la construcción de la demostración en ambientes de geometría dinámica. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13(4), 147-160, [en línea], recuperado el 6 de febrero de 2020, de https://www.relime.org/index.php/numeros/todos-numeros/volumen-13/numero-especial-13-4-i

Madama, M. & Curbelo, M. (2012). Visualizar, conjeturar y demostrar utilizando el software Geogebra®. En M. Dalcín & V. Molfino (Eds), *Acta de la conferencia Latinoamericana de Geogebra®* (pp. 102-109). Montevideo: Consejo de Formación en Educación ANEP.

Martin, M., Mullis, I. & Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International mathematics report: Findings form IEA's trends in international mathematics and science study at the fourth and eight grades.* Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center.

Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba (2011). *Ciclo básico de la educación secundaria*. Recuperado el 27 de diciembre de 2019, de: http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/EducacionSecundaria/LISTO%20PDF/TOMO%202%20Ciclo%20Basico%20de%20la%20Educacion%20Secundaria%20web%208-2-11.pdf

Nisnovich, J. (2006). *Manual Práctico de Construcción*. Buenos Aires: Nisno S. A.

Obando, G., Vasco, C. & Sánchez-Matamoros, L. (2014). Enseñanza y aprendizaje de la razón, la proporción y la proporcionalidad: un estado del arte. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa,* 17(1), 59-81, [en línea], recuperado el 6 de febrero de 2020, de https://www.relime.org/index.php/numeros/todos-numeros/volumen-17/2014a

Otero, M., Fanaro, M., Corica, A., Llanos, V., Sureda, P. & Parra, V. (2013). *La Teoría Antropológica de lo Didáctico en el aula de Matemática*. Buenos Aires: Dunken.

Ramírez, M. &Block, D. (2009). La fracción y la razón: un vínculo difícil en las matemáticas escolares. *Educación Matemática*, 21 (1), 63-90, [en línea], recuperado el 6 de febrero de 2020, de http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v21n1/v21n1a4.pdf

Santos, M. & Lecumberry, G. (2005). *El proceso de medición: análisis y comunicación de datos experimentales.* Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto.

Scott Puhl, C. & Monique Feltes, C. (2017). Um organizador prévio para a aprendizagem de geometria plana. *Destaques Acadêmicos*, 9(4), 8-24, [en línea], recuperado el 6 de febrero de 2020, de http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/1396

Segovia, I., Castro, E., Castro, E. & Rico, L. (1989). *Estimación en cálculo y medida*. Madrid: Síntesis.

Winsløw, C., Matheron, Y. & Mercier, A. (2013). Study and research courses as an epistemological model for didactics. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 267–284.

Anexo I. Cantidad de material por unidad de medida para cada componente de una construcción.

Cimientos corrido de hormigon de cascote	**Material**	**Cantidades por m^3**
	Cal	81 kg
	Cemento	38,400 kg
	Arena	0,510 m^3
	Cascote	0,770 m^3
	Hierro del 8	4 m
	Hierro del 4	3 m
Piso Contrapiso	**Material**	**Cantidades por m^3**
	Cal	81 kg
	Cemento	38,400 kg
	Arena	0,510 m^3
	Cascote	0,770 m^3
Colocación de mosaicos y baldosas. (Espesor mezcla 2 cm)	**Material**	**Cantidades por m^2**

	Cal Aérea[1]	5,900 kg
	Cemento	3,100 kg
	Arena	0,030 m^3
Paredes **Paredes de 20 cm. (Espesor de juntas 1 cm, ladrillos huecos de 8x18x33)**	**Material**	**Cantidades por m^2**
	Cal	7,800 kg
	Cemento	8 kg
	Arena	0,030 m^3
	Ladrillos Huecos	34 Ladrillos
Techo **Contrapiso del techo, techado elástico.**	**Material**	**Cantidades por m^3**
	Cal	81 kg
	Cemento	38,400 kg
	Arena	0,510 m^3
	Cascote	0,770 m^3
Revoque Grueso (Espesor 1,5 cm)	**Material**	**Cantidades por m^2**
	Cal	3,600 kg
	Cemento	1,850 kg
	Arena	0,010 m^3
Revoque Fino (Espesor de 0,5 cm)	**Material**	**Cantidades por m^2**
	Cal Aérea	1,600 kg
	Cemento	0,450 kg
	Arena	0,010 m^3
Refuerzos de hormigón armado Encadenamiento inferior y superior para paredes de 20 cm	**Material**	**Cantidades por m**
	Cemento	18 kg
	Arena	0,040 m^3
	Piedra	0,040 m^3
	Hierro del 8	8 m
	Hierro del 4	6 m

Ana Rosa Corica. Doctora en Ciencias de la Educación por la UNC en Argentina. Licenciada en Educación Matemática y Profesora en Matemática y Física por la UNCPBA. Investigadora Adjunta del CONICET. Investigadora del NIECyT. Docente de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, Tandil, Buenos Aires, Argentina. acorica@exa.unicen.edu.ar

Florencia Araceli Caviglia. Profesora de Matemática por el Instituto Superior Particular Incorporado N° 9145. Licenciada en Educación Matemática por la UNCPBA en Argentina. Docente de Matemática en Instituto Provincial de Educación Técnica N° 372, Arias, Córdoba, Argentina. caviglia_florencia@hotmail.com

[1]La cal aérea es cal viva, y para su empleo es necesario dejarla en reposo con agua.