

Prácticas laborales de grupos de albañiles donde subyacen conocimientos matemáticos para un observador matemático

ANÍBAL DARÍO GIMÉNEZ¹

MARÍA FERNANDA DELPRATO²

DILMA FREGONA³

PILAR ORÚS⁴

Abstract. This work is part of a graduate thesis project at the Universidad Nacional de Córdoba, whose purpose investigates how the builders decide issues in their labor practices involving mathematical knowledge to a mathematical observer. Here a type of tasks involved in laying floors on a small construction site is described. The analysis, which is still in process, from the TAD shows some possible interpretations of gestures that make visible knowledge in a particular context for a specialized look.

Resumen. Este trabajo se enmarca en un proyecto de tesis de posgrado en la Universidad Nacional de Córdoba, República Argentina, que indaga sobre cómo deciden los albañiles cuestiones en sus prácticas laborales que implican conocimientos matemáticos para un observador matemático. Aquí se describe y analiza un tipo de tareas incluido en la colocación de pisos en una pequeña obra en construcción. El análisis, que aún está en proceso, muestra desde la TAD algunas interpretaciones posibles de los gestos que visibilizan saberes en un contexto particular para una mirada especializada.

1. Introducción

Este trabajo⁵ está enmarcado en la tesis de Maestría de Giménez, la cual tiene como propósito indagar cómo decide un grupo de albañiles cuestiones en sus prácticas laborales que implican conocimientos matemáticos para un observador matemático. La identificación y descripción de las técnicas puestas en marcha por los obreros y las tecnologías que les asocian, así como cierta profundización –desde saberes provenientes de la matemática- del por qué se toman algunas decisiones, intenta ampliar críticamente el universo de aplicación de dichas técnicas y contribuir, eventualmente, a la formación técnica profesional o en escuelas de oficios destinadas a trabajadores de la construcción. Los antecedentes de Giménez en el ámbito de la albañilería y también como profesor de Matemáticas, favorecen el estudio de diferentes etapas de la obra, las entrevistas y las explicaciones de las técnicas formuladas por los obreros.

Para este artículo decidimos tomar la colocación de pisos cerámicos, realizada en una obra pequeña, específicamente en el revestimiento del piso de una galería. El objeto que estudiamos

¹ Centro de Estudios Avanzados, Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina – dariogimenezcba@gmail.com

² Facultad de Filosofía y Humanidades, UNC, Argentina – ferdelprato@hotmail.com

³ Facultad de Matemática, Astronomía y Física, UNC, Argentina – dilmafregona@gmail.com

⁴ Institut de Matemàtiques i aplicacions de Castelló, Universitat Jaume-I, España – orus@uji.es

⁵ Agradecemos los aportes de Hamid Chaachoua y Michèle Artaud para la realización de este artículo.

es la descripción y análisis de la subtarea de marcar una escuadra, es decir, la relación de los sujetos con el alineamiento y el encuadramiento de las piezas cerámicas, objeto que en otras instituciones plantea la relación de los sujetos con el paralelismo y la perpendicularidad de rectas en un plano. Los datos provienen de la observación directa con registros escritos, fotográficos y en vídeo, y entrevistas a los actores para indagar diferentes aspectos vinculados a la anticipación al iniciar la tarea puntual y a los controles durante su ejecución.

2. Referentes Teóricos

Asumiendo las *lógicas complejas dialécticas* (Achilli, 2005) en las cuales no se desvinculan las concepciones empíricas y teóricas, el análisis de las tareas observadas requiere distintos enfoques teóricos provenientes de distintos campos de producción:

[Dichas lógicas] parten de concebir el mundo social como complejo, contradictorio y en permanente movimiento. Reconocer tal complejidad supone relacionar distintos niveles y órdenes de mediaciones en los procesos sociales, [...].

[...] una lógica de investigación que, coherentemente, se despliegue en un proceso dialéctico en el que no se disocian las concepciones teóricas y empíricas en la generación de conocimientos. Una lógica que, a su vez, contiene una reflexividad crítica de auto objetivación del mismo proceso en sí. (p. 39)

En este estudio recurrimos a la teoría antropológica de lo didáctico (TAD) y específicamente a algunas perspectivas desarrolladas en ese marco. Chevallard (1991) modeliza cualquier producción humana en términos de: tipos de tareas (T), que responden a una necesidad; técnicas (τ) o modos de hacer; tecnologías (θ) que constituyen los discursos asociados a las técnicas que las justifican y las hacen comprensibles; y las teorías (Θ) que sirven de fundamento a las tecnologías (Chevallard, Bosch y Gascón, 1997). Estas cuatro nociones son las componentes del concepto de praxeología [T, τ, θ, Θ], como unidad de análisis de la actividad humana.

Para describir un tipo de tareas es necesario expresarlo mediante un verbo de acción y un complemento de objeto que delimita el campo de aplicabilidad del tipo de acción denotado por el verbo. A su vez un género de tareas existe sólo bajo la forma de varios tipos de tareas, por ejemplo revestir un piso con piezas cerámicas cuadradas es un tipo de tareas, y revestir es un género de tareas (Chevallard, 2013).

Cabe señalar la relatividad de estos conceptos, pues dependen de la institución de referencia, “una técnica depende del contexto de uso: puede emplearse en un conjunto de contextos institucionales y verse sustituida por otra en otros contextos. Por supuesto, muy a menudo hay elementos técnicos *genéricos*, reconocibles en las técnicas apropiadas para distintos tipos de tareas - se da un aire de familia en las maneras *típicas* de andar, de dibujar, de calcular, etc., de tal o cual institución. No obstante, “saber andar”, “dibujar”, “calcular” no significa nada preciso” (Chevallard, 2013). En nuestro caso, limpiar el piso es una subtarea, preparar pegamento, asentar las piezas cerámicas contra el piso y realizar mediciones son tareas que se realizan siempre y estos elementos son genéricos.

Otro concepto importante para nuestro análisis es el de *alcance* de τ , que es un conjunto de tareas del tipo T que τ permite realizar efectivamente [...], la limitación del alcance de cualquier técnica induce la creación de nuevos tipos de tareas (Chevallard, 2013).

La puesta en práctica de una técnica τ asociada a un tipo de tareas T consiste en el cumplimiento de una lista de tareas de ciertos tipos. Así pues la técnica τ impone la activación de tipos de tareas y a su vez, cada tipo de tareas moviliza una técnica, y cada técnica implica la activación de tipos de tareas. Es importante subrayar que es la técnica τ la que determina los tipos de tareas T por activar. Si por ejemplo la técnica τ viene sustituida por otra, algunos tipos de tareas van a desaparecer quizá por completo. Por ejemplo, en nuestro trabajo analizamos cómo se marca una escuadra utilizando ternas pitagóricas, midiendo los segmentos con metros plegables, esta técnica podría verse reemplazada si para ello se utiliza una escuadra láser, instrumento con el que no es necesario realizar mediciones. En el mejor de los casos, esto permite ahorrar ciertos tipos de tareas y técnicas a “usuarios de T que no parecen manejarlas con facilidad”.

Para el análisis ha sido de mucha importancia tener en cuenta las funciones de la *tecnología*, la justificación de una técnica τ ; y dar inteligibilidad a la misma.

Si bien en este estudio tomamos como objeto la colocación de pisos cerámicos, asumimos que el análisis abarca un “tipo de tareas” ya que, como veremos, hay técnicas comunes que resuelven la tarea de cubrir la superficie horizontal de un espacio arquitectónico con piezas de madera, cerámico, etc. en una disposición rectangular. Del mismo modo, asumimos que levantar una pared con ladrillos de barro cocido, de cemento o huecos, unidos con una mezcla húmeda, es un tipo de tareas reunidas por una técnica. Con respecto a las tecnologías, como veremos más adelante en esta comunicación, hay al menos dos discursos que cumplen dicha función: el de los albañiles, que explica el modo de hacer “para que salga bien” y el del entrevistador, que busca justificar las decisiones en pro de ampliar críticamente el universo de aplicación de las técnicas utilizadas.

Específicamente en trabajos de albañilería hay antecedentes del uso de diferentes perspectivas teóricas, entre ellas provenientes de la didáctica de las matemáticas para estudiar problemáticas en la construcción. Eberhard (2000) analiza en el contexto de la formación profesional una técnica de medición específica y la demuestra matemáticamente. Observó cómo maestros muestran la economía de esta técnica de medición poniendo énfasis en su eficiencia, sin demostrar, en términos matemáticos, los conocimientos que prueban esa eficiencia. Por otro lado, observó que en la enseñanza de la matemática los conceptos básicos necesarios para justificar la técnica están realmente presentes, pero incluidos dentro de contenidos curriculares matemáticos que no tienen relación con problemas que implican errores de medición. Por fuera de la perspectiva de la TAD, A. Bessot y C. Laborde (2005) trabajan las relaciones entre conocimientos provenientes de la geometría euclidiana y otros conocimientos que tienen los actores en tareas de construcción, entre ellos los relativos al uso de los instrumentos. Estos trabajos nos han aportado elementos para pensar en el tratamiento escolar de contenidos matemáticos relacionados con la albañilería, desde técnicas de medición hasta la correcta utilización de herramientas.

En esta comunicación describimos el revestimiento de un piso y el primer paso de la técnica que consiste en la ubicación de dos hilos tensos cuya intersección determina un punto estratégico (Covián & Romo, 2015) a partir del cual, y siguiendo los hilos, se establece el alineamiento de las piezas.

Las trabajos e investigaciones que relacionan el mundo del trabajo con la matemática son diversos, en el ámbito internacional el *International Congress on Mathematical Education* (ICME) a través de su Topic Study Groups 3 (TSG 3), cuyo tema de estudio es Mathematics education in and for work (Educación matemática en y para el trabajo) plantea interrogantes que son de interés para esta comunicación: ¿Cómo se insertan las matemáticas en las prácticas de trabajo?; ¿Cuáles son esas matemáticas y cómo se aprendieron?; ¿Qué matemáticas aprende actualmente la gente en la preparación para el trabajo? ¿Cómo podría / debería mejorarse esto? Entre los aportes que destacamos de los trabajos de ICME son de especial interés para las implicancias que puede tener en la formación de albañiles por fuera del sistema educativo, en cursos brindados por sindicatos u otras instituciones, ya que las lógicas de enseñanza en esos ámbitos son distintas que en el sistema educativo formal.

Un ámbito donde confluyen discusiones y producciones sobre la educación matemática de adultos es el foro *Adults Learning Mathematics* (ALM). De este foro interesan los aportes de los trabajos Darlinda Moreira (2012) «Mathematics in Masons' Workplace», en el que indaga sobre las prácticas profesionales de albañiles que involucran conocimientos matemáticos, y el de Eugenia Pardo (2008) «Um estudo de Etnomatemática: A matemática praticada pelos pedreiros» trabajo que tiene como interrogante principal conocer cuáles son las matemáticas practicadas por los albañiles en un contexto profesional. Ambos trabajos nos han brindado un panorama sobre la relación de la albañilería con la matemática en contextos no escolares, además de las posibles dificultades y retos que conlleva el trabajo de campo en esos ámbitos.

En una perspectiva teórica próxima a la de esta comunicación, A. Romo & L. Echavarría (2015) en su investigación «Análisis de praxeologías matemáticas en cursos de especialidad en formación de ingeniero para diseño de secuencias didácticas» se centra en la enseñanza matemática para la formación de futuros ingenieros y tiene por objetivo principal diseñar actividades de modelización matemática.

3. Campo Empírico

El universo poblacional del referente empírico es un grupo de ocho albañiles que trabajan de manera independiente en una pequeña empresa familiar que realiza generalmente obras de poca envergadura. El tipo de empresa permitió observar distintos tipos de tareas, desde el “inicio” – aunque había etapas ya cumplidas, como el contrapiso y la carpeta⁶ terminados- hasta su finalización. Por otra parte, en las obras pequeñas generalmente no hay un seguimiento de un arquitecto o ingeniero, por lo cual los obreros tienen mayor independencia en sus decisiones.

El grupo se divide las tareas según su formación y trayectoria laboral, se distingue un capataz, oficiales y peones (Vargas, 2005). Cada una de esas categorías tiene en la obra responsabilidades diferentes y recibe distinta remuneración. La tarea observada fue realizada por el capataz y un peón.

El trabajo de campo fue realizado en Villa Anisacate, pequeña localidad de la provincia de Córdoba, Argentina, de tres mil habitantes (según el censo de 2010) ubicada a unos 40 km de la ciudad de Córdoba, cuyos principales recursos provienen del turismo.

⁶ El contrapiso es una capa de hormigón con bajo contenido de cemento, que se utiliza como mediador entre el terreno natural y el piso del espacio. La carpeta es una capa de mezcla, con el nivel que corresponda al espacio, apta para la aplicación de cerámicos, parquets, etc.

La obra fue observada durante toda la jornada laboral, en dos períodos: cuatro días en febrero de 2014 y tres días en agosto de 2014. Además de los diálogos informales sostenidos durante las observaciones se entrevistó al capataz y al oficial de la obra. Se decidió plantear las entrevistas como una forma de comunicar a un aprendiz de albañil los conocimientos necesarios para realizar una tarea determinada. Las entrevistas fueron semiestructuradas, los guiones conservaron la misma organización: las condiciones previas del espacio de trabajo, las herramientas y materiales a utilizar, los tiempos de realización, los controles antes y durante la realización, y las acciones que dan por finalizada la tarea. Se realizaron ocho entrevistas, cuatro a cada uno de los albañiles seleccionados, en los tiempos y lugares acordados con los mismos (durante los fines de semana y en sus respectivos domicilios).

Para el trabajo de campo fue muy importante la anticipación de los desplazamientos que exigen las diferentes tareas, le permitió no interrumpir los movimientos de los trabajadores. Su propio movimiento, acomodándose para tener un mejor punto de vista, le permitió observar y documentar (notas de campo, fotografías) las herramientas utilizadas y los gestos de los trabajadores. Además, el conocimiento de la jerga propia de la albañilería (ostensivos discursivos) facilitó el vínculo con los sujetos, tanto en las charlas informales durante las observaciones como en las entrevistas.

En este trabajo se describirá y analizará brevemente la tarea de colocar pisos cerámicos.

4. Un primer análisis de la tarea

En esta sección realizaremos un primer análisis de la tarea, con la intención de capturar la complejidad de la descripción y explicación de la tarea y de los modos de llevarla a cabo. Un segundo análisis enfatizará las explicaciones y justificaciones dadas por diferentes sujetos, entre ellos, Giménez en tanto matemático de esa comunidad. No pretendemos establecer jerarquías entre los distintos análisis.

Los componentes del bloque práctico- técnico están profundamente imbricados en los discursos tecnológicos del capataz y el oficial de la obra, ya que dichos discursos contribuyen al análisis de la tarea observada y de las técnicas puestas en marcha. Las herramientas utilizadas, los “dispositivos” en el marco de la TAD, tienen propiedades determinadas por el uso y experimentan actualizaciones en función de los nuevos materiales, los recursos tecnológicos disponibles, los tiempos de las jornadas laborales y las restricciones horarias, las condiciones de seguridad, los cambios climáticos, etc. Los gestos que hacen posible el uso de tales herramientas son fundamentales para que la tarea se lleve a cabo y esos dispositivos cumplan su función con eficacia. Veamos un ejemplo (Gutiérrez, 2002, p. 16) tomado de un curso destinado a obreros de la construcción dictado por el gremio que los agrupa:

... cuatro alumnos están trabajando en la colocación de cerámicos. Uno de sus miembros es mujer y su destreza en el uso de las herramientas es precaria: la mujer se encuentra trabajando con un balde, en el cual hay agua, arena y cemento, que la alumna intenta mezclar. Un compañero (con experiencias laborales en obras de construcción) la está observando, le dice que no es como ella lo hace, le quita la cuchara de la mano, le saca el balde, le muestra cómo debe hacerlo, le devuelve las herramientas, la alumna intenta hacerlo como le dijo su compañero, pero no puede, su compañero le dice que así se dobla la muñeca, le saca nuevamente la cuchara y le muestra cómo lo hace, ella le dice que no puede, el docente ve esta situación, se acerca, le dice que lo importante es

que el agua se mezcle bien con el arena. Esta situación tan “simple” como revolver un balde con arena, agua y cemento muestra la forma en que se hacen presentes aspectos instructivos y regulativos de los contenidos. En este caso, estos se encuentran ligados, a la economía de esfuerzos y de tiempo que, laboralmente, adquiere un valor monetario.⁷

Veamos entonces en qué consiste el tipo de tarea y cómo la llevan a cabo este grupo de albañiles observados.

4.1. Descripción general de la tarea

¿En qué consiste la tarea? Se trata de cubrir una superficie con piezas de revestimiento, en este caso es una galería con dos paredes de ladrillos y abierta a un jardín, con forma de L. En las siguientes ilustraciones se puede observar las dos secciones del ambiente en que se realizó la tarea.



Ilustración 1. Sección de entrada de vehículo



Ilustración 2. Sección de entrada de la galería a la vivienda.

El sector observado es de aproximadamente 7 m por 6 m, y los cerámicos para el cubrimiento son cuadrados de 40 cm de lado, en el que se identifican las columnas de la galería (señaladas con una flecha verde) y la entrada para vehículos (segmento rojo).

⁷ El autor considera “contenidos instructivos” a los vinculados a la enseñanza del oficio propiamente dicho (colocar cerámicos, interpretar planos, etc.) y “contenidos regulativos” a los que se refieren a la organización social del trabajo, uso de vestimenta adecuada, condiciones de seguridad, etc.

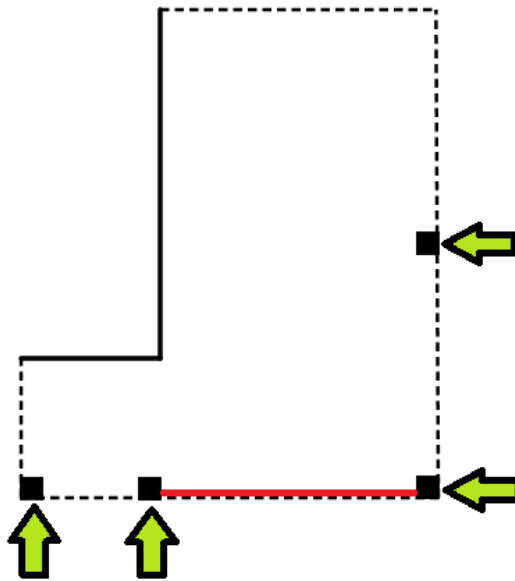


Ilustración 3. Esquema de la galería.

Identificamos distintas subtareas que componen la tarea de revestir⁸, entre ellas marcar la escuadra, colocar las piezas y controlar la escuadra, el paralelismo de las hileras y el acabado de la colocación de las piezas.

Los problemas que presentan este tipo de tareas son generalmente: ajustes en la pendiente de caída del agua hacia los desagües pluviales o sanitarios (ya construida en el contrapiso y la carpeta niveladora), la apertura sin rozamientos de las aberturas en todo su radio de giro, la durabilidad del trabajo realizado (riesgos de quiebre de piezas con el transcurso del tiempo), y por razones estéticas, el alineamiento con respecto a las paredes que determinan la galería y eventualmente, las líneas de las piezas que cubren ambientes colindantes.

Las tareas están estrechamente vinculadas a las condiciones de la obra (tamaño de los espacios, tiempos de trabajo y número de obreros, herramientas disponibles).

4.2. Herramientas disponibles y su uso

En el tipo de tareas que estudiamos, se utilizan herramientas que son de uso general en construcciones del tipo ya descrito y otras específicas o cuyo uso las hace específicas⁹. Entre las primeras distinguimos, entre otras: clavos; martillos; hilo o tanza; metro plegable; baldes; cucharas de albañil (para aplicar y manejar distintos materiales, como mezclas, pegamentos, etc.); cucharín (es una herramienta similar a una cuchara de tamaño más pequeño sin la punta redondeada lo que permite hacer acabados en esquinas y lugares poco accesibles); las reglas (pieza hueca de sección rectangular de 2cm por 5 cm, sin graduación, de 1,5 m a 2 m de largo y que se utiliza como guía). Entre las específicas, o de uso en la tarea: la maza (similar a un martillo pero de un mayor tamaño y peso, se usa para golpear y acomodar materiales); la escuadra de comprobación (para verificar la escuadra de las piezas y la marcada por los hilos para la colocación); la llana (formada por una superficie plana, lisa y metálica que se sujeta por un asa, dentada en dos de sus bordes, utilizada para extender el pegamento y darle el espesor

⁸ Si bien para el análisis praxeológico tomamos revestir como verbo de acción de la tarea, nos referiremos a la tarea como colocar pisos cerámicos ya que de esa forma se expresan los albañiles entrevistados.

⁹ En anexo mostramos las imágenes de algunas de las herramientas disponibles en la obra.

que corresponda); la amoladora angular (herramienta con motor eléctrico y un disco abrasivo o un disco de corte, utilizada para realizar cortes pequeños o para desbastar los bordes de los cerámicos); corta cerámico (de acción manual, que permite realizar cortes de piezas cerámicas).

4.3. El problema: el marcado de la escuadra

Como ya lo anticipamos, el objeto de estudio en este trabajo es la subtarea de marcar una escuadra, que tiene consecuencias en cómo se lleva a cabo el alineamiento y el encuadramiento de las piezas cerámicas destinadas a cubrir el piso de una galería. Para esto, tenemos en cuenta la técnica reconstruida y la tecnología que la justifica, por otro lado cabe aclarar que no identificamos la componente teoría de la TAD, ya que la justificación de esa tecnología no “vive” en la institución analizada.

Cabe advertir que los estudios de Castela y Romo (2011) posibilitarían profundizar el estudio sobre las funciones prácticas de la tecnología, pero dado el objeto y la extensión de este artículo, esa profundización será abordada como una línea de indagación analítica a futuro.

Hay otros pasos fundamentales en la colocación de pisos, que hacen a la habitabilidad de los ambientes (como la pendiente hacia los desagües pluviales o sanitarios) y a la durabilidad del cubrimiento (vinculado a la calidad de las piezas con respecto a la regularidad en la forma, tamaño o posibles deformaciones, y específicamente en la colocación a la distribución del pegamento y la determinación de las juntas)¹⁰.

En el caso observado, la tarea se inicia por el extremo más visible de la galería: la esquina en la que se intersecan las líneas del borde exterior de la galería. El problema inicial es ¿cómo marcar las líneas, es decir ubicar los hilos guía, que permitirán marcar la escuadra en la cual se ubicará la primera pieza cerámica?

Una respuesta más clara la expondremos en la sección correspondiente al segundo análisis, con el recurso a esquemas y nociones de geometría. Por ahora, vamos a hacer uso de las imágenes registradas en la obra y el discurso del capataz.

Se toma como referencia la pared, o más específicamente el marco de la abertura principal que da acceso a la galería, y utilizando una pieza cerámica con uno de sus lados apoyado sobre el marco (en la jerga se dice “presentado”), se fija un clavo en el lado opuesto de la pieza, dejando 2 o 3 mm para la junta¹¹. Se repite la operación en los extremos de la pared que contiene a la abertura, y con esos tres clavos se intenta colocar un hilo tenso. Si los clavos no están alineados, los albañiles se enfrentan a un problema de medición (con lo cual generalmente verifican con un metro las longitudes de los lados de las piezas, o las distancias de los clavos a la pared siguiendo el borde de la pieza) o de “falsa escuadra” de las paredes, es decir que la línea de la pared no es recta y por tanto, el ambiente rectangular (en este caso los bordes de la carpeta de la galería) tendrá lados opuestos que no son paralelos. Este problema se detecta, como estamos planteando, cuando se marca la escuadra para la colocación de las piezas cerámicas, o bien cuando se colocan las piezas de las últimas hileras en los bordes del ambiente.

¹⁰ Estos son los otros conocimientos mencionados que tienen los actores en tareas de construcción, que no son objeto de análisis en esta presentación.

¹¹ Generalmente, el tamaño de la junta viene por el fabricante del material, y se debe anticipar y controlar su tamaño ya que la dilatación y contracción de las piezas puede atentar contra la durabilidad de la construcción. Un control similar se debe tener en cuenta cuando se llega con una pieza al borde de una pared, en ese lugar se debe dejar no menos de 5 mm entre la pieza cerámica y la pared.

Este defecto sólo puede ser disimulado. En la sección « controles y ajustes » veremos algunas estrategias para velar esta complicación.

Con el mismo recurso de apoyar la pieza cerámica, se colocan dos clavos, siguiendo la línea de la otra pared, para ubicar un hilo “en escuadra” con el primero. También, es posible colocar un hilo en escuadra, siguiendo los bordes de una pieza cerámica o con la escuadra de comprobación. ¿En qué punto del primer hilo, se ubica la escuadra? Como lo dijimos previamente, en la zona más visible del cubrimiento a hacer, tratando de que desde el marco de la abertura hasta ese punto entre un número entero de piezas. Si hay recortes de piezas a hacer, éstos deben quedar en los lugares menos visibles, es decir junto a las paredes.

Luego (véase la ilustración 4) se asientan las reglas en el piso de modo que el borde más largo siga los hilos guía, y en lo posible acompañando los hilos tensos y encuadrados a lo largo de todo el ambiente. Para evitar que las reglas se muevan, se asientan sobre ellas algunos cerámicos, ya que generalmente cuando se empieza a extender el pegamento se quitan los hilos guía para mayor comodidad.



Ilustración 4. Reglas ubicadas de guía

Los albañiles cuentan además con otra tarea para controlar si un hilo escuadrado con el primero está correctamente dispuesto. Recurren a ella como control de la descripta, antes de iniciar la colocación, y especialmente si no disponen de una escuadra de comprobación. Se trata de “armar” un triángulo rectángulo, cuyo ángulo recto es el punto de intersección de los hilos. Desde ese punto, y sobre uno de los hilos, miden (con el metro o una cinta métrica, según las dimensiones del ambiente) 4 unidades, en este caso decímetros. Sobre el otro hilo, dispuesto provisoriamente miden 3 decímetros y finalmente miden el segmento que une sus extremos. Si este segmento no mide 5 decímetros, se ajusta la posición del hilo dispuesto provisoriamente hasta que la medida sea la correcta. En la jerga de los albañiles, esta es « la regla del 3, 4, 5 ».

Los dos albañiles entrevistados dieron cuenta de la tecnología que acompaña a la técnica de esta tarea de control (entre corchetes, aclaraciones que corresponden a intervenciones del entrevistador, desde otra institución):

Entrevistador: Cuándo marcás la escuadra, ¿cómo medís para marcar los hilos? [Refiere a determinar las rectas perpendiculares de referencia]. ¿Qué tipo de mediciones hacés desde la puerta o desde dónde se empieza?

Capataz: Bueno, casualmente cuando te paraste en la puerta si vos querés que salga paralela a la puerta, que salga la cerámica, entonces bueno vos sacás la línea paralela a la hoja de la puerta, empezás con una línea paralela a la hoja de la puerta, que seguramente será la pared, en un caso estándar. A veces las puertas van cruzadas y ya perdemos la cuestión de paralelo digamos. [“Cruzadas”, se refiere a una abertura que está en una pared que forma cierto ángulo con las restantes del ambiente.] Hay que ver qué se usa, pero si arrancás del lado de la puerta, es decir de la hoja, arrancás con la línea del lado de la hoja, de ahí sacás una escuadra a 90° , (...) lo podés hacer con una escuadra metálica o como vos tengas, pero de última la hacés... la sacás midiendo con un metro, clavás un punto sobre la tanza que es paralela, hacés un punto y medís 60 para un lado y para... en lo que sería en el ángulo recto medís los 80 cm y después tenés que fijarte que te dé 1 metro de separación entre esos dos puntos. Entonces esa es la forma más utilizada en la construcción y en la obra digamos.

En el discurso del capataz como del oficial entrevistado la justificación de la técnica es la eficacia práctica del uso de ternas conocidas para “sacar una escuadra”. Cabe advertir que las ternas utilizadas para comprobar o marcar la escuadra dependen de las dimensiones del ambiente, como también las unidades de medición de dichas ternas. En el fragmento de entrevista el capataz utiliza la terna 60, 80 y 100, expresados en centímetros, mientras que el oficial entrevistado ante una pregunta similar manifestó utilizar la terna 3, 4 y 5 expresados en metros.

En el lugar en donde se marcó la escuadra se presenta la primera pieza cerámica y se distribuyen otras vecinas. En la siguiente imagen (ilustración 5) se muestra cómo están ubicados los hilos (remarcados con una línea verde punteada) y presentada la primer pieza cerámica sobre la carpeta. No interviene todavía el pegamento, la disposición está aún sujeta a revisiones.

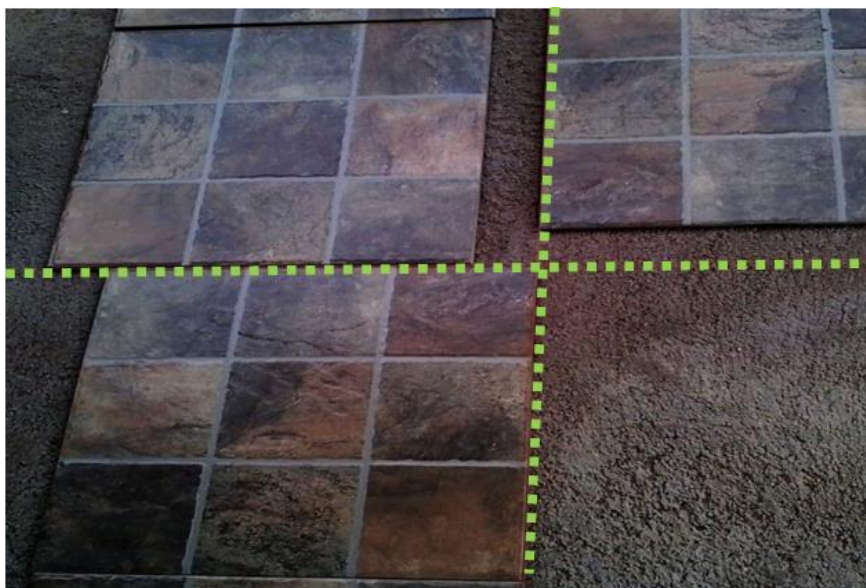


Ilustración 5. Presentación de la primera pieza

Controlada la disposición y realizados los ajustes necesarios, se comienzan a asentar los cerámicos desde el lugar en donde se presentó la primera pieza.

La ilustración 6 muestra las reglas en escuadra, una sección de piso cubierta de pegamento, las piezas que sostienen una regla y otras disponibles para colocarlas, un balde (que contiene el pegamento ya mezclado con agua) y el corta-cerámico.



Ilustración 6. Reglas en escuadra y pegamento extendido sobre el piso

Concluida la primera hilera se comienza a colocar una hilera hacia el borde exterior del ambiente, utilizando como referencia el hilo guía en escuadra con el utilizado anteriormente, asentando los cerámicos de igual manera (Véase ilustración 7).



Ilustración 7. Hileras de cerámicos hacia el borde exterior del ambiente

Terminadas esas hileras se comienza a colocar cerámicos intercalando hileras transversales para preservar la escuadra. Para comenzar una nueva hilera se colocan los hilos guía y las reglas, utilizando como referencia un cerámico en cada extremo de la hilera que se va a asentar (Véase ilustración 8). Generalmente, no se realizan cálculos y en ocasiones no se utiliza la escuadra de comprobación, asumiendo que los cerámicos utilizados como referencia están a escuadra.



Ilustración 8. Reglas colocadas para iniciar una nueva hilera

Esto se hace hasta cubrir la totalidad de la superficie del ambiente, luego se debe « tomar la junta » que consiste en rellenar el espacio entre cerámicos con un preparado de yeso, cemento y agua.

Como se observa en la ilustración 7, al llegar a los bordes del ambiente o a columnas se deben realizar cortes a los cerámicos para adaptarlos a los espacios donde deben asentarse. Dichos cortes son realizados por un peón con un cortador de cerámicos, o bien con una amoladora angular en el caso de cortes más pequeños o para desbastar los bordes de los cerámicos. Las medidas de estos cortes son tomadas por el peón o recibidas del oficial que coloca las piezas.

De esta reconstrucción se observa que, como señala Chevallard (2013), en una institución existe una manera tradicional y naturalizada de realizar una tarea y las subtareas que la componen, la descripción lingüística de la acción pone de relieve el tipo de tareas y pasa por alto a la técnica empleada como si se diera por sentada.

4.4. Controles y ajustes

En este apartado describimos controles y ajustes que permiten anticipar y corregir durante la ejecución, una adecuada realización de la tarea. En este análisis, como ya anticipamos, nos detendremos en la « falsa escuadra », es decir, la situación en la cual alguna de las paredes del ambiente no es recta, o bien su consecutiva no está en escuadra. En ocasiones, el espacio delimitado no resulta un rectángulo. Este problema se detecta cuando se marca la escuadra para la colocación de las piezas cerámicas o bien cuando se colocan las piezas de las últimas hileras en los bordes del ambiente. Como anticipamos, este defecto sólo puede ser disimulado, y exige mayor cantidad de recursos materiales y de tiempo de trabajo.

Como ya lo describimos, se trata de conservar la línea y la escuadra de las piezas hacia las partes más visibles del ambiente. De ser necesario complementar una fila con piezas de diferentes tamaños (ajustando una línea de cerámicos a una pared), se trata de hacerlo en paredes en las cuales se pueda disimular, por ejemplo, con muebles o plantas.

Si todo el ambiente está a « falsa escuadra », y se anticipa al marcar la escuadra (véase sección 4.1.), es posible realizar una guarda¹² contra las paredes (cuyo ancho depende del tamaño del espacio a cubrir) de manera que hacia el interior quede demarcado un rectángulo de dimensiones menores pero a escuadra. En ese rectángulo se colocan las piezas cerámicas a 45° respecto de las de la guarda, según se puede ver en un esquema realizado por el capataz de la obra en una de las entrevistas (véase ilustraciones 9 y 10). De esta manera, se desplaza hacia las paredes el triángulo que se forma entre la línea de la junta y la pared.

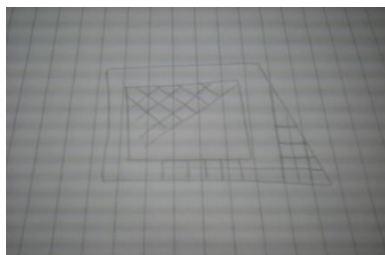


Ilustración 9. Esquema de guarda hecho por capataz

¹² Esta decisión debe estar consensuada con el dueño del espacio y el arquitecto o quien dirija la obra.

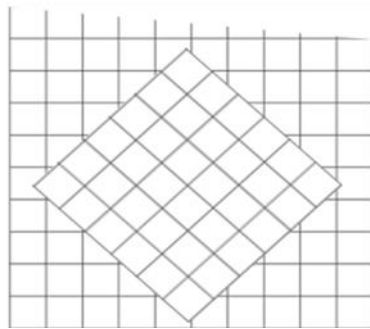


Ilustración 10. Guarda de cerámicos y piezas a 45

Otro ajuste al que se puede recurrir para disimular una « falsa escuadra » es cubrir las diferencias de medida de las paredes cargando con revoque en unos lugares más que en otros. El problema de esto radica en que las aberturas colocadas en esas paredes están alineadas a los bordes exterior e interior de dicha pared, entonces si esas líneas se modifican al revocarlas de más en algunos sectores, los marcos de las aberturas quedan desalineados respecto del borde interior o exterior.

Estas tareas remiten al *alcance* de la técnica, pues surgen a partir de que la técnica, descrita anteriormente, no puede responder a las necesidades estéticas, de durabilidad o estructurales.

5. Un segundo análisis de la tarea

Como vimos, el primer paso del tipo de tarea para revestir un piso en las condiciones especificadas es ubicar dos hilos/tanzas tensos cuya intersección determina un punto estratégico (Covián & Romo, 2015) a partir del cual, y siguiendo los hilos, se establece el alineamiento de las piezas. En el caso observado, al tratarse de una galería con forma de L (que tenía dos paredes de ladrillos y las otras abiertas al jardín), la tarea se inicia por el extremo más visible: la esquina en la que se intersecan las líneas del borde exterior de la galería. El problema inicial es ¿cómo determinar el punto estratégico que permitirá marcar la escuadra en la cual se ubicará la primera pieza cerámica? En la sección 4.3 analizamos cómo se lleva a cabo esta tarea en condiciones determinadas, y trataremos en esta sección de ver por qué se hace así, desde una mirada que corresponde a otra institución próxima al uso y explicitación de las matemáticas involucradas.

En el siguiente esquema (véase ilustración 11) mostramos la *tecnología* perteneciente a otra institución del modo en que, según lo observado en la obra y el discurso del capataz, se determina ese punto estratégico. Lo designamos con **p**, intersección de los segmentos **oq** y **rs**, contenidos en las rectas **A** y **B**, que representan los hilos guía en la obra.

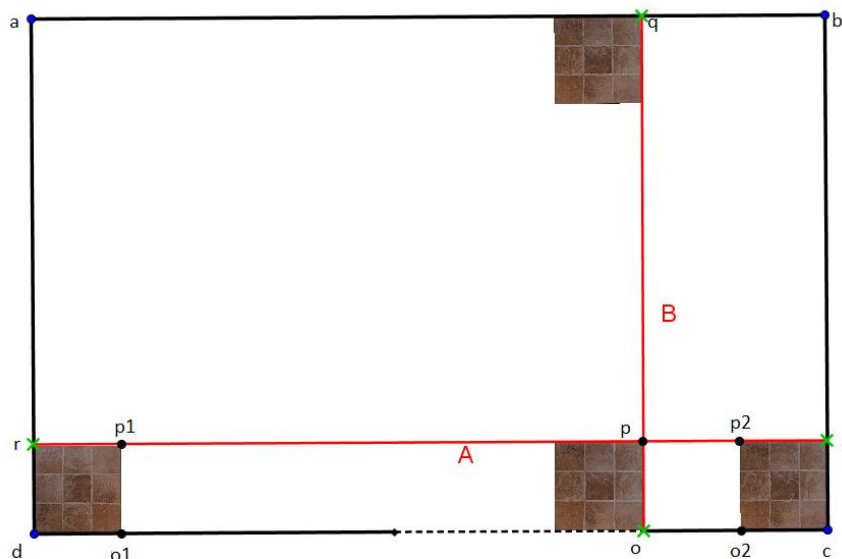


Ilustración 11. Marcado de un punto estratégico

Para determinar la escuadra, en primer lugar se marca un punto **o** en uno de los extremos del marco de la abertura principal del ambiente. Luego, si las piezas cerámicas a colocar son de 40 cm x 40 cm, utilizando una escuadra de comprobación y un metro, se mide desde **o** un segmento de 40,2 cm o 40,3 cm¹³ perpendicular a la pared **cd**, cuyo extremo se denomina **p**. En los extremos de la pared **cd**, y a partir de los puntos **o1** y **o2** y con la misma técnica, se marcan los puntos **p1** y **p2**.

El segmento determinado por **p1p2** busca determinar una paralela a la pared, trazando una recta que conserva la distancia a la pared de referencia. Las perpendiculares desde **p1** y **p2** hacia la pared, se controlan con la escuadra de comprobación o utilizando una pieza cerámica, de la cual generalmente se controló si no estaba deformada.

Luego, se fija un clavo a ras de la carpeta contra cada una de las paredes transversales **ad** y **bc** en los puntos **r** y **s** para colocar uno de los hilos guía (la recta que contiene a **A** representada por ese hilo contiene a los puntos **p**, **p1**, **p2**, **r** y **s**). El otro hilo guía que forma la escuadra, como se ve en el esquema, está determinado por el segmento contenido en la recta **B** que contiene a los puntos **o** y **p**, y sobre **ab** se determina **q**, a modo de control. En la obra, se fija un clavo en **o** y se coloca un hilo de tal manera que pase por el punto **p** y contra la pared **ab** se fija provisoriamente un clavo en **q** al ras del piso para que ese hilo quede tenso. El hecho de fijar ese clavo de manera provisoria se debe a que durante la ejecución de la tarea, se realizan controles de la escuadra con la escuadra de comprobación o la « regla del 3, 4, 5 » y el metro.

Esa regla, se basa en el recíproco del Teorema de Pitágoras (si en un triángulo sus lados miden 3, 4 y 5, entonces el triángulo es rectángulo), y es ampliamente utilizada en las obras de albañilería.

6. A modo de cierre

En este proceso de estudio que está en sus inicios, se trató de describir diferentes aspectos involucrados en el tipo de tareas, así como de las técnicas utilizadas acordes a las herramientas disponibles. Las observaciones realizadas y las tecnologías puestas de manifiesto en diálogos

¹³ Depende, como anticipamos, del tamaño de la junta.

informales o en las entrevistas dan cuenta de diferentes saberes que posibilitan la anticipación y los controles durante y posterior a la realización de las tareas. Una nueva dimensión de análisis que estamos explorando en torno a lo evidenciado por los albañiles en las entrevistas, es que a partir de las distintas trayectorias formativas y laborales de cada uno de ellos, las técnicas y las maneras de comunicar sus saberes son diversas.

Una profundización en el análisis que constituye el bloque tecnológico-teórico recurre a nociones de la geometría euclídeana. En particular, desde un observador matemático que además tiene experiencia en ese tipo de tareas, es posible interpretar ciertas técnicas desde nociones básicas de geometría euclídeana en tanto que modelo del espacio. Así, la utilización de distintas ternas pitagóricas para “poner a escuadra” demanda una consideración de las medidas del ambiente donde se necesita marcar una escuadra. Esas ternas variarán en múltiplos de 3, 4 y 5 y también podrán variar las unidades de medida del sistema decimal¹⁴.

La técnica observada para mantener el paralelismo de las hileras, basándose en que las rectas siempre están a la misma distancia una de otra, muestra cómo se busca eficacia a la hora de obtener resultados. Generalmente no se toman medidas ni se realizan cálculos para verificar la escuadra de las sucesivas hileras sino que se utilizan las mismas piezas cerámicas, asumiendo que son cuadradas y todas de la misma medida. La eficacia del trabajo realizado tendrá un alto impacto visual y estético, ya que la alineación de las piezas y de las juntas incide en la valoración del trabajo terminado.

Las herramientas utilizadas son el fruto de prácticas realizadas en diferentes condiciones durante mucho tiempo y adaptadas permanentemente a los nuevos materiales. Su eficacia depende no solo de sus características sino también de los gestos que las activan. En esta dirección se abren perspectivas vinculadas a dispositivos, herramientas, instrumentos, artefactos (Solares, 2012).

Se considera que los hallazgos de esta investigación pueden constituirse en un suministro para plantear cuestiones educativas en la formación técnica profesional o en escuelas de oficios. Este punto es de importancia ya que la especialidad de Maestro Mayor de Obras, dictada en los colegios de nivel secundario de orientación técnica profesional, tiene un currículo en el que se imparten distintas asignaturas en directa relación con la albañilería, como el dibujo técnico, instalaciones sanitarias y eléctricas, materiales para la construcción y estructuras, etc., que están en constante articulación con la matemática dictada en el nivel secundario.

Asimismo, en espacios de formación continua o informal en obras con actores que ya desempeñan estas tareas, una mayor profundidad en la comprensión de las tecnologías puede contribuir a ampliar críticamente el campo de aplicación de técnicas conocidas en determinados contextos.

Referencias

- Achilli, E. (2005) *Investigar en Antropología Social. Los desafíos de transmitir un oficio*. Rosario: Laborde Editor.
- Bessot, A. (2000). Visibility Of Mathematical Objects Present In Professional Practice, in Bessot & Ridgway (Eds.), *Education For Mathematics In The Workplace*, (pp. 225-238). Printed In The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

¹⁴ Se entiende por múltiplos de la terna 3,4 y 5 a otras como 30, 40 y 50, o 60, 80, 100.

- Bessot, A. y Laborde C. (2005). Vers une modélisation d'une géométrie en acte dans les activités de lecture -tracé du bâtiment. In Castela C. & Houdement C. (eds) *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. (pp. 39-76). Paris: Editions ARDM-IREM de Paris 7.
- Castela, C. y A. Romo-Vázquez (2011), Des mathématiques a l'automatique: étude des effets de transposition sur la transformée de Laplace dans la formation des ingénieurs, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol. 31, núm. 1, pp. 79-130.
- Chevallard, Y. (s/d). *Ostensifs et non-ostensifs dans l'activité mathématique*. Séminaire IREM et IUFM d'Aix-Marseille.
- Chevallard, Y. (1991). *Dimension Instrumentale, Dimension Sémiotique de l'Activité Mathématique*. Paper presented at the Seminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique 1991-1992, LSD2-IMAG, Laboratory, Grenoble.
- Chevallard, Y. Bosch, M. & Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje*. Barcelona: ICE-Horsori, Universitat de Barcelona.
- Chevallard, Y. (2013). *De la transposición didáctica a la teoría antropológica de lo didáctico*. Curso dictado en la FAMAF, Córdoba, Argentina, 26 al 29 de noviembre.
- Covián, O. y Romo Vázques, V. (2014). Modelo Praxeológico Extendido una Herramienta para Analizar las Matemáticas en la Práctica: el caso de la vivienda Maya y levantamiento y trazo topográfico, *Bolema*, vol. 28, n° 48, 128-148.
- Covián, O. y Romo, A. (2015). *Análisis del contexto topográfico para el diseño de actividades didácticas para el Bachillerato*. XIV CIAEM-IACME, Chiapas, México.
- Eberhard, M. (2000). Forms of mathematical knowledge relating to measurement in vocational training for the building industry. In Bessot & Ridgway (Eds.), *Education For Mathematics In The Workplace*, (pp. 37-51). Printed In The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gutiérrez, G. (2001). *La relación pedagógica en la enseñanza de oficios del sindicato de la construcción*. Conferencia, III Jornadas de Encuentro Interdisciplinario y de Actualización. Las Ciencias Sociales y Humanas en Córdoba, setiembre.
- Moreira, D. y Pardal, E. (2012). *Mathematics in Masons' Workplace*. *ALM International Journal*, Vol. 7(1), 32-48.
- Pardal, E. (2008). *Um estudo de etnomatemática: a matemática praticada pelos pedreiros*. Trabajo de Maestrado. Lisboa.
<http://hdl.handle.net/10400.2/1359>
- Romo, A. y Echavarría, L. (2015). *Análisis de praxeologías matemáticas en cursos de especialidad en formación de ingeniero para diseño de secuencias didácticas*. XIV CIAEM-IACME, Chiapas, México.
- Solares, D. (2012). Conocimientos matemáticos en situaciones extraescolares. Análisis de un caso en el contexto de los niños y niñas jornaleros migrantes. *Educación Matemática*, vol.24 n°.1, 5-33.
- Vargas, P. (2005). *Bolivianos, paraguayos y argentinos en la obra: identidades étnico-nacionales entre los trabajadores de la construcción*. Buenos Aires: Editorial Antropofagia.

Anexo: imágenes de algunas herramientas

 <p>Balde de albañil</p>	 <p>Cuchara de albañil</p>	 <p>Cucharín</p>
 <p>Reglas</p>	 <p>Maza</p>	 <p>Escuadra de comprobación</p>
 <p>Llana</p>	 <p>Amoladora angular</p>	 <p>Corta cerámico</p>