

CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS DE MENORES TRABAJADORES. EL CASO DE LA PROPORCIONALIDAD

ERIKA ISABEL PADILLA CARRILLO/ ARMANDO SOLARES ROJAS
Universidad Pedagógica Nacional

RESUMEN: En este trabajo se estudian los conocimientos matemáticos puestos en juego por menores trabajadores al enfrentar situaciones de proporcionalidad que tienen lugar en su actividad laboral, con el propósito de caracterizar dichos conocimientos. Esta investigación se apoya en dos perspectivas teóricas del campo de la didáctica de las matemáticas: la Teoría de las Situaciones Didácticas de Guy Brousseau (2000), y la Teoría Antropológica de lo Didáctico de Yves Chevallard (1999). Además, se recurre a hallazgos de los estudios de la *cognición en la práctica* de Jean Lave (1991, 2011) para acceder a la actividad específica en que los conocimientos provenientes de lo cotidiano se movilizan. Los resultados del análisis de los datos de esta investigación proporcionan elementos para entender cómo funcionan los conocimientos matemáticos de los menores trabajadores

en situaciones que involucran proporcionalidad y que emergen de la propia actividad laboral. Se presenta el análisis correspondiente a dos técnicas puestas en marcha por los menores trabajadores para resolver tareas de proporcionalidad: el uso de *las muestras* y *la normalización de medidas*. Estas técnicas son un ejemplo del conocimiento matemático “práctico” conformado en el contexto laboral en donde la proporcionalidad adquiere sentido.

Palabras clave: Conocimientos matemáticos, extraescolares, menores trabajadores, proporcionalidad.

Introducción

En 2012 el Fondo de Naciones Unidas para la Infancia estimó que México tiene uno de los índices más bajos de asistencia escolar en América Latina debido a condiciones laborales: apenas 63.8% de los menores trabajadores va a la escuela (UNICEF, 2012). Específicamente en la Zona Metropolitana del Valle de México hay más de 370 000 menores trabajadoresⁱ, de los cuales, al menos, 246 666 estudian (INEGI, 2009). Combinar

ambas actividades los lleva muchas veces a asistir de manera irregular a la escuela; algunos están incluso en riesgo de deserción escolar. No obstante, al posicionarse en la escuela y en el trabajo, tienen conocimientos que ponen en juego en uno y otro contexto; entre los que destacan los conocimientos matemáticos que les demanda su ambiente laboral pero que al mismo tiempo, con significados y usos propios, circulan en su ámbito escolar.

Entre los conocimientos matemáticos que los menores trabajadores movilizan en sus contextos laborales, diversas investigaciones (Carraher *et al.*, 1995; Lave, 1991; Soto, 2001; Ávila, 2009; Solares, 2012) señalan la presencia de la *proporcionalidad*. En la investigación que se reporta a continuación, se busca identificar y estudiar conocimientos matemáticos que sobre proporcionalidad tienen los menores trabajadores y que ponen en juego en sus actividades laborales. La pregunta central que se aborda es: *¿qué conocimientos matemáticos ponen en juego los menores trabajadores para resolver las situaciones de proporcionalidad que les demanda su actividad laboral?*

Mirada teórica y orientación metodológica

Para desarrollar esta investigación se recurre a dos perspectivas teóricas del campo de la didáctica de las matemáticas: la Teoría de las Situaciones Didácticas de G. Brousseau (2000), y la Teoría Antropológica de lo Didáctico de Y. Chevallard (1999). Asimismo, se recurre a los estudios de la *cognición en la práctica* de J. Lave (1991, 2011) para acceder a los conocimientos provenientes de lo cotidiano y para dar sentido a lo observado y escuchado en el entorno laboral de los menores.

Siguiendo los planteamientos de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD), en esta investigación se asume que el estudio de las tareas y técnicas de la actividad laboral permite analizar y caracterizar los conocimientos matemáticos de los menores trabajadores. En particular, esta investigación se centra en el estudio del *saber-hacer* en la proporcionalidad (Chevallard, 1999), es decir, en las tareas y las técnicas implicadas en las situaciones laborales que involucran relaciones de proporcionalidad.

Las herramientas teóricas de la Teoría de las Situaciones Didácticas (TSD) se utilizan para el diseño de entrevistas y el análisis de las producciones de los menores. La TSD proporciona a este estudio el fundamento teórico para sostener y trabajar con el “carácter relativo” del conocimiento matemático, el cual se define y adquiere utilidad dependiendo de la situación específica en que se moviliza (Brousseau, 2000). En este

mismo sentido, los estudios de *la cognición en la práctica* (Lave, 1991) permiten enfatizar en este estudio la relación entre el conocimiento matemático y la actividad concreta “situada”, posibilitando identificar las maneras en que el conocimiento matemático toma forma y significado, bajo las relaciones sociales y con las restricciones de la actividad laboral.

A partir de estas perspectivas teóricas, se diseñó una metodología para organizar el trabajo de campo en dos grandes momentos. En el primero, se observó la actividad laboral de los menores en sus lugares de trabajo. En este momento, las herramientas teóricas de la TSD y de la TAD permitieron identificar algunas situaciones matemáticasⁱⁱ que enfrentaban los menores, específicamente aquellas que involucraban relaciones de proporcionalidad. Las herramientas etnográficas fueron usadas para interactuar con los participantes de la actividad laboral y evaluar continuamente el levantamiento de datos.

Posteriormente, las situaciones identificadas en la actividad laboral se analizaron en términos de las perspectivas teóricas adoptadas. A partir de este primer análisis, se diseñaron y llevaron a cabo *entrevistas* que buscaron llevar al “límite” las técnicas empleadas por los menores en su actividad; es decir, se modificaron las características de las tareas observadas, como tipos de números y relaciones entre datos e incógnitas, para distinguir cómo esas técnicas se seguían aplicando, se adaptaban o se suplían por otras. Esto constituyó el segundo momento del levantamiento de datos de la investigación.

Se contactó a 20 menores, de entre 8 y 15 años de edad, de zonas pobres y marginadas del Valle de México. Todos ellos fueron localizados en sus lugares de trabajo. La mayoría de estos menores (18) asisten a la escuela; estudian la primaria, secundaria en diferentes modalidades (secundaria técnica, telesecundaria, INEA), o alguna carrera técnica. Se les encontró vendiendo golosinas y otras mercancías de forma ambulante, atendiendo puestos de dulces, aguas o recauderías, lavando y cuidando coches, cargando bolsas de mercancía o rentándose como “diablos” en mercados, recolectando productos reciclables en los basureros, siendo cobradores en un *chimeco* o microbús, trabajando como chalanos de construcción, o como empleados en la fabricación de cohetes en talleres familiares.

Un par de ejemplos del saber-hacer en contextos laborales específicos

Los resultados del análisis de los datos de esta investigación proporcionan elementos para entender cómo funcionan los conocimientos matemáticos que los menores trabajadores ponen en juego para enfrentar las situaciones de proporcionalidad que les demanda su actividad laboral. En este reporte se presenta el análisis correspondiente a dos técnicas: el uso de *las muestras* y *la normalización de medidas*. Estas técnicas están determinadas por el contexto laboral y son un ejemplo del conocimiento matemático “práctico”, fuertemente ligado a la realización de tareas específicas, donde la proporcionalidad adquiere sentido.

El contexto de la albañilería y las muestras

Tomemos como ejemplo a Ricardo, quien a sus 13 años cursa (por segunda vez) el primer grado de telesecundaria, se dedica a la albañilería como chalán de un maestro de obra y, cuando no está contratado en alguna construcción, trabaja vendiendo agua potable en una pipa. Ricardo usa *las muestras* para resolver tareas que se le presentan en su actividad laboral.

Para dar un ejemplo del uso de las muestras, se puede considerar la solución de Ricardo a la siguiente tarea planteada durante la entrevista, en el contexto de la albañilería: *calcular el costo de la mano de obra por levantar una pared que mide 26 metros de largo y 3 metros de altura (sabiendo que 1m^2 se cobra a \$60)*.

Se trata de una *tarea típica de valor faltante*, en el que está dado el *valor unitario* y que puede ser resuelto calculando la superficie total de la pared y, luego, multiplicando por el *valor unitario* (Block *et al.*, 2010).

Para resolver la tarea, Ricardo obtiene primero el costo de una columna de un metro de base por la altura de la pared (3m) y llama “la muestra” a esta “unidad”, con la que mide y calcula el costo total de la pared. El siguiente episodio presenta la manera en que Ricardo resuelve la tarea propuesta. (Entrevistadora: E, Ricardo: R).

E: ¿A cuánto sale el metro cuadrado de mano de obra?

R: Como a 60 pesos o 50. Ya lo mínimo que se deja es a 40 ¡y ya!

E: Lo mínimo...

R: Lo mínimo [reafirma]... 60 por 3, 180... a ver 180 por 26... [menciona en voz baja] ¿Cuántos metros son de largo?

E: De largo 26 [metros].

R:...Mira, son 180 de lo largo [mueve hacia arriba su mano] Haz de cuenta, 180 por un metro cuadrado ¿no?, la altura...3 metros cuadrados, 180 [pesos].

E: 180, ¿por 3 metros cuadrados?

R: Péreme [espéreme]. Ya le desconté una [columna de 1m de ancho y 3m de alto]; a los 26 [metros de largo] ya le desconté una [columna].

E: Ajá...

R: [...] El primer cachito de pared fue para sacar *la muestra* y multiplicar todo lo demás; los tres metros de alto por el metro de ancho [...] Para ser los 26 exactos [mueve la mano para simular el largo de la pared].

E: ¿Cuánto sería?

R: Serían ciento ochenta por veintiséis.

A partir del análisis de este episodio, se puede afirmar que *la muestra* permite establecer la razón: (1 muestra, \$180), la cual se compara con la razón correspondiente a la superficie total de la pared, medida en muestras: (26 muestras, x pesos). Ricardo multiplica 180 por 26 para encontrar la solución. En la solución de otras tareas planteadas en este contexto, Ricardo obtiene muestras que le son familiares y que le permiten aplicar técnicas conocidas, muestras que corresponden a los tamaños usuales de paredes, castillos, etcétera. Se puede afirmar que el uso de *las muestras* está determinado por los *recursos de estructuración* (Lave, 1991) provenientes de la actividad laboral misma.

La venta de agua y la normalización de medidas

Durante la observación de la venta de agua, se identificó *la normalización de medidas* para la solución de algunas tareas. En esta actividad hay recipientes que son considerados de tamaño estándar: tambos (de 200 litros), botes (de 20 litros), cubetas (de 10 litros) y tinacos (de 1 100 o 1 200 litros). El agua no se vende por litros, sino por cubetas, botes, tambos o tinacos. Estos recipientes juegan el papel de “unidades” de medida de capacidad, y permiten la obtención rápida y eficiente de las cantidades de agua vendida y de sus costos correspondientes. Con ellas se determina el precio por el llenado de

recipientes de las más diversas formas. El uso de estas medidas estándar corresponde a *resultados aprendidos en el contexto* (Lave, 2011), un *saber-hacer* profundamente vinculado a la realización de la actividad laboral.

Del uso de estas medidas se deriva una técnica con la que se calculan los costos garantizando la obtención de una cantidad mínima por la venta, es decir, garantizando “no perder”ⁱⁱⁱ. Una de las cosas que se hace para “no perder” es “cobrar parejo”: por ejemplo, se cobra el mismo precio por llenar cubetas de tamaños similares, sin importar que sean muy pequeñas; o si un tinaco tiene un poco de agua, se cobra como si estuviera vacío. Además, los precios que se cobran por cubetas (\$.50), botes (\$1), tambos (\$7) o tinacos (\$50, parejo, sin importar si son tinacos de 1,100 o de 1,200 litros) permiten obtener, al menos, la venta mínima: \$350. Esta venta mínima corresponde a la vez a: 1) “la cuenta” por llenar la pipa más la ganancia^{iv}, y 2) el dinero que se obtendría al vender por tambos toda el agua de la pipa (a una pipa de tamaño usual le caben 50 tambos). En cualquiera de los casos de uso de las unidades estándar se conserva el principio que señalan los vendedores de agua: “nunca perder pero ganar lo más que se pueda”^v.

Medir con cubetas, botes, tambos y tinacos, permite a Ricardo “normalizar” la capacidad de recipientes no-estándar. Es decir, Ricardo estima que la capacidad de un recipiente no-estándar es la misma que la del recipiente estándar; por ejemplo, cobra por llenar un garrafón de capacidad aproximada de 20 litros lo mismo que por un bote. Así, usando estas unidades, Ricardo calcula de forma eficiente y conveniente los costos a cobrarse por recipientes de las más diversas formas y tamaños: recipientes “construidos” mediante cortes de tambos, tinacos, etcétera. Estas condiciones y restricciones dadas por la actividad laboral de la venta de agua *estructuran* el cálculo del costo (Lave, 1991). En combinación con la *normalización de las medidas*, Ricardo recurre a técnicas como la *descomposición de cantidades*, *agrupamiento repetido* (Carraher *et al.*, 1995) y el *building-up* (Block *et al.*, 2010) para calcular los costos a cobrarse por el llenado de los recipientes.

El conocimiento práctico del uso de medidas estándar es indisociable del contexto y se comunica entre los participantes que comparten la actividad. Durante la entrevista se preguntó a Ricardo dónde aprendió a calcular el costo a cobrar por la gran variedad de recipientes que llena en su actividad laboral. Ricardo contestó dando cuenta de la organización intencional de una pequeña “situación de enseñanza”:

E: ¿Alguien te enseñó a “medir” la capacidad de los recipientes?

R: El señor del pozo [de agua potable] de Corregidora. Tiene formados todos los botes de diferentes litros y... pasa así el señor y te dice: 5 [pesos], 4 [pesos]; no te dice... ni te explica... así, nomás te dice: 5, 4, 3, 2... así, 7 [pesos]. No te dicen ni cuántos litros, sólo te dicen 5, 4, 7 así te van diciendo; es rápido.

Chalo [un pipero para quien Ricardo trabajaba] me dijo: “Primero tienes que pasar a que te enseñen”. Estaban otros tres [aprendices] y yo, y así te van diciendo [“enseñando”]. Pero nos dicen: “y si no aprenden pus ya no es mi problema”. Ya si no te los aprendes te regañan.

Este resultado da cuenta de un *modo de enseñar situado en la actividad laboral*, en la que, en ocasiones como la narrada por Ricardo, se organiza de modo explícito e intencional una “situación” en la que se comunican conocimientos matemáticos entre los maestros-expertos de la actividad y los aprendices.

Reflexiones finales

Los menores trabajadores de este estudio enfrentan situaciones matemáticas complejas, tanto por las características matemáticas de las tareas involucradas (tipos de números involucrados, relaciones entre los datos y las incógnitas), como por las restricciones y demandas de la actividad laboral donde se presentan. Sin embargo, resulta preocupante que Ricardo haya reprobado el primer grado de telesecundaria y esté en riesgo de reprobado nuevamente. Al parecer él, como otros menores que trabajan, no ha respondido a la exigencia de la escuela y ésta no ha respondido a las necesidades de Ricardo.

En este estudio no se aborda el problema de cómo construir en el sistema educativo puentes entre los conocimientos que los menores trabajadores ponen en juego en la escuela y en sus actividades laborales. Sin embargo, los resultados hallados llevan a preguntarse ¿cómo considerar desde el ámbito escolar la diversidad de conocimientos puestos en marcha por los menores trabajadores para resolver problemas de proporcionalidad en contextos laborales específicos?, ¿qué implicaciones tendría “transponer” o ignorar las restricciones propias de la actividad laboral para formular tareas escolares? Si bien los resultados de esta investigación no permiten responder estas preguntas, sí se puede afirmar que es necesario profundizar en los conocimientos matemáticos y las relaciones didácticas que tienen lugar fuera de la escuela. Continuar

estudiándolos llevará también a comprender mejor cómo funcionan en los contextos escolares.

Referencias

- Ávila, A. (2009). ¿Del cálculo oral al cálculo escrito? Constataciones a partir de una situación de proporcionalidad. En J. Kalman, y B. Street (coord.). En *Lectura, escritura y matemáticas como prácticas sociales. Diálogos con América Latina*. México: Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe (CREFAL)/Siglo XXI Editores. pp. 223–241.
- Block, D., Mendoza, T. y Ramírez, M. (2010). *¿Al doble le toca el doble? La enseñanza de la proporcionalidad en la educación Básica*. México: SM de ediciones.
- Brousseau, G. (2000). Educación y didáctica de las matemáticas. *Revista Educación Matemática*, 12 (1), 5 – 38.
- Carraher, T., Carraher, D. y Schliemann, A. (1995). *En la vida diez, en la escuela cero*. México: Siglo XXI.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19, 221–266.
- INEGI (2009). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo. Resultados del Módulo de Trabajo Infantil. En la *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2009/Instituto nacional de Estadística y Geografía*. Secretaría del Trabajo y Previsión Social. México.
- Lave, J. (1991). *La cognición en la práctica*. España: Paidós.
- _____ (2011). *Apprenticeship in Critical Ethnographic Practice*. United States of America: Chicago.
- Solares, D. (2012). *Conocimientos matemáticos de niños y niñas jornaleros migrantes*. Tesis de Doctorado. México: Departamento de Investigaciones Educativas del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.
- Soto, I. (2001). Aportaciones a la discusión sobre la enseñanza de las matemáticas a partir de la didáctica y la etnomatemática. En Lizarzaburu y Zapata (comps.). *Pluriculturalidad y aprendizaje de la matemática en América Latina. Experiencias y desafíos*. España: Ediciones Morata. pp. 215–233.
- UNICEF (2012). *Todos los niños en la escuela en 2015. Iniciativa Global por los niños fuera de la escuela. Completar la Escuela. Un Derecho para Crecer, un Deber para Compartir*. Panamá.

Notas

ⁱ De acuerdo con el INEGI (2009), en México hay 3 014 800 niños y niñas que trabajan. De ellos, 5.2% viven en el Distrito Federal y 7.3% en el Estado de México.

ⁱⁱ En este estudio consideramos que las tareas específicas (como el cálculo de la cantidad de cemento que se necesita para construir una barda de ciertas medidas dadas) tienen lugar en situaciones matemáticas (como la elaboración del presupuesto por la construcción de la barda), y, a su vez, éstas tienen lugar en actividades laborales (actividad de la albañilería, en este caso).

ⁱⁱⁱ Los vendedores de agua señalan que es esencial que “nunca se pierda”. Tres “maestros piperos” son informantes en esta investigación. Efrén, un pipero particular; René, que es con quien Ricardo trabaja; y don Gilberto, un chofer de pipa, quien se hace apodar “El Gato”. Todos ellos coincidieron en afirmar un principio de acción de su actividad laboral: “si no gano, no pierdo”.

^{iv} Usualmente las pipas tienen 10,000 litros de capacidad. En la zona oriente de la Ciudad de México, a los vendedores se les cobra \$190 o \$200 por la “cuenta” de llenar sus pipas de esta capacidad. Muchas veces los precios varían porque los pozos, particulares o clandestinos, no tienen un precio establecido. También hay pipas de otros tamaños, por ejemplo, las llamadas “salchichas” que tienen capacidad de 20,000 litros.

^v Por ejemplo, si se vendiera toda el agua por cubetas (de 10 litros, que es la que se toma como estándar) o en botes (de 20 litros) se obtendría una venta total de \$500.