Investigación e Innovación en Matemática Educativa

ISSN: 2594-1046

¿CÓMO EVALUAR LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DEL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO?

Daniela Reyes–Gasperini
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, dreyes@cinvestav.mx

Ricardo Cantoral
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, IPN, rcantor@cinvestav.mx

Resumen

La evaluación de la matemática escolar tiene diversas estrategias que suelen limitarse a considerar sólo a la respuesta correcta a una pregunta determinada. De esta manera está planteada la prueba PLANEA, por ejemplo. Ahora bien, evaluar el saber matemático escolar conlleva replantearse las estrategias y ampliar la postura frente a qué es el aprendizaje, ¿cómo diremos que alguien aprendió?, o bien, ¿cómo diremos que tiene una nueva relación al conocimiento matemático, basado en el saber matemático escolar?

Palabras clave: Teoría Socioepistemológica, construcción social del conocimiento matemático, evaluación.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de la matemática escolar tiene diversas estrategias que, la mayoría de las veces, se limitan a considerar únicamente la respuesta correcta a una pregunta determinada. De esta manera está planteada la prueba PLANEA, por ejemplo. Ahora bien, evaluar el saber matemático escolar conlleva replantearse las estrategias y ampliar la postura frente a qué es el aprendizaje, ¿cómo diremos que alguien aprendió, o bien, cómo diremos que tiene una nueva relación al conocimiento matemático, basado en el saber matemático escolar?

2. EL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO ESCOLAR: MATEMÁTICA ESCOLAR Y SABER MATEMÁTICO ESCOLAR

La Teoría Socioepistemológica hace una clara diferencia entre tres nociones: *Matemática*, *Matemática escolar* y *Matemática Educativa*. La primera, es una rama del campo científico que produce conocimiento matemático con criterios de verdad y la desarrollan comunidades internacionales. La segunda, es un derivado de los procesos de transposición de la primera, hacia el ámbito escolar. La tercera, otro campo disciplinar científico que estudia los fenómenos didácticos ligados al conocimiento matemático (Cantoral, 2013).

Desde la Socioepistemología se concibe que el saber (*savoir*) es el conocimiento (*connaissance*) en uso. Por tanto, examinamos el saber popular, técnico y culto, ya que las culturas, las disciplinas científicas en general, y la Matemática en particular, usan al conocimiento matemático de diferentes maneras. Todas ellas –*igualmente importantes*– conforman la *sabiduría humana*. Es importante aclarar la relevancia de hablar de la *sabiduría humana* como la fusión entre los tres tipos de saberes, ya que, por ejemplo, lo que hoy se concibe como saber culto, hace unos años no lo era, o bien, dentro de unos años no lo será. Lo mismo ocurre con el saber técnico o popular. Por tal motivo, la trascendencia de los estudios socioepistemológicos radica en la flexibilidad en la articulación que le da operatividad a la fusión entre el saber sabio, culto y popular.

Entonces, en contraposición –no como dicotomía, sino como divergencia– a «la matemática escolar» que vive en el –y gracias al– discurso Matemático Escolar (dME) cuya construcción se sustenta en una *evolución conceptual* y se centra en los objetos matemáticos (conceptos, procesos, algoritmos,…), en nuestra investigación hablaremos desde una *evolución pragmática* centrada en las prácticas asociadas a los objetos. Esta distinción hace de la Socioepistemología una teoría alternativa.

Se clarifica la divergencia cuando alcanzamos la noción de «saber matemático escolar» como objeto de enseñanza y aprendizaje, cuya construcción se sustenta en la visión alternativa de la *evolución pragmática*. Años atrás hemos realizado, desde la Teoría Socioepistemológica, esta diferencia haciendo mención de *la* matemática y *lo* matemático, como por ejemplo: la trigonometría y lo trigonométrico (Montiel, 2005); la variación y lo variacional (Caballero, 2012; Cabrera, 2009); entre muchos otros. Es decir, lo que durante años se ha denominado teóricamente como *el tránsito del conocimiento al saber*, como sintetizó Cantoral (2013), se hizo explícito en la diferenciación semántica de las terminologías para con el conocimiento matemático: "el *lo* y el *la*", no son sólo artículos determinados con fines retóricos.

3. APRENDIZAJE DEL SABER MATEMÁTICO

La noción de aprendizaje se refiere al proceso de la adquisición del conocimiento de algo, ya sea a través del estudio y/o la experiencia. En particular, en el área de Matemáticas propondremos una diferenciación entre el *aprendizaje de la matemática escolar* y *del saber matemático escolar*. El primero (Fig. 1) se refiere a la significación de conceptos abstractos, dosificados al nivel escolar de enseñanza. Una de las maneras disponibles para abordar la significación se basa en la teoría de los registros semióticos de representación: el cambio de representaciones o símbolos será entonces, la base del aprendizaje. Sobre ello, observamos dos dificultades: por un lado, la confusión de que la representación

ISSN: 2594-1046

es el «nuevo meta objeto» (D´Amore, Fandiño, Iori y Matteuzzi, 2015) y, por el otro, que aunque se tenga una correcta transición entre las representaciones y un conocimiento de ellas, todavía así, puede no encontrarse significado para «la vida del estudiante». Sin embargo, reconocemos una ventaja, pues este tipo de aprendizaje a partir de las distintas representaciones permitirá, posteriormente, aplicar el nuevo conocimiento adquirido a diversos problemas matemáticos escolares y darles la solución correspondiente.

El proceso de *aprendizaje de la matemática escolar* (***la*** matemática) tiene sus inicios en una enseñanza y un aprendizaje basada en objetos que se aplicarán, a posterioridad, en tareas que tengan contexto situacional determinado. Es decir, se explicará de la mejor manera posible un tópico matemático y, posteriormente, se aplicará este conocimiento aprendido en alguna situación de la vida real. La matemática escolar tiene una racionalidad universal que lleva a que las respuestas matemáticamente correctas habitualmente sean únicas. Esto permite una clara delimitación entre *lo que está bien* y *lo que está mal*, por tanto, agiliza y hace concreta la actividad de evaluar. Como hemos mencionado anteriormente, el *dME* enuncia lo que está fuera y dentro de la actividad matemática (Soto, 2010).

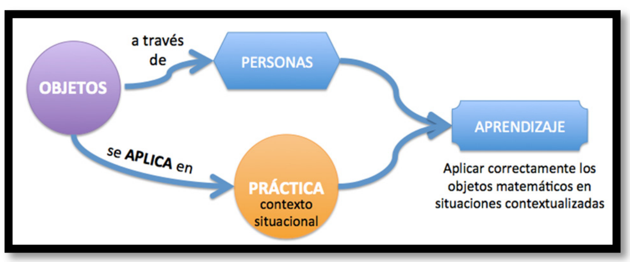

Figura 1: aprendizaje centrado en objetos.

Por otro lado, el proceso de *aprendizaje del saber matemático escolar* (Figura 10) desde la TSME refiere a la significación situada de los objetos matemáticos, mediante el uso (***lo*** matemático). *Lo que hago* construye conocimiento y desarrolla el pensamiento matemático. En *lo que hago*, aprendo. La garantía del aprendizaje no refiere únicamente a la correcta aplicación del conocimiento aprendido, sino, refiere a la habilidad de significar al objeto matemático mediante los usos del conocimiento, es decir, a partir de *lo que hago* puedo darle significados al conocimiento matemático abstracto. Diremos entonces que las personas *saben matemáticas*, en tanto evaluación, si pueden ponerla en uso dentro y fuera de la clase de Matemáticas, dentro y fuera de la escuela (no basta resolver tareas típicamente escolares mediante técnicas más o menos sofisticadas). Si pueden usarla, aún antes de conocer su estructura axiomática formal, pues de esta manera están desarrollando su pensamiento matemático. Se pretende darle el estatus de *saber* al *conocimiento matemático escolar*, es decir, hacerlo funcional y dotarlo de significado mediante el uso, por encima de la resolución de tareas de la matemática escolar. De aquí, nuestra concepción de la resignificación del conocimiento matemático: dar nuevos significados progresivamente.

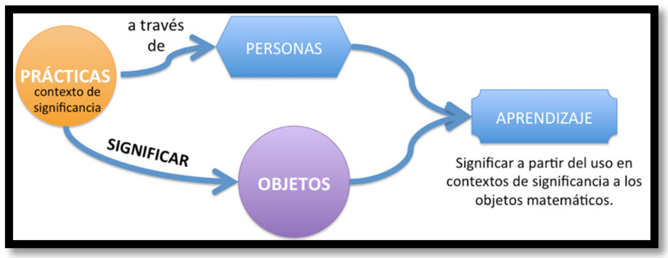

Figura 2: aprendizaje centrado en prácticas.

Por tanto, un programa basado en prácticas conlleva a una reestructuración de la noción de aprendizaje, la cual se sustenta en una racionalidad contextualizada y una visión socioepistemológica del conocimiento matemático. Un programa de este tipo precisará de una red de reestructuraciones que acompañen la evolución, pues deberemos estudiar cómo se construye el conocimiento matemático mediante el uso.

4. CONSTRUCTOS ANALÍTICOS PARA EVIDENCIAR LA RELACIÓN CON EL SABER MATEMÁTICO

4.1. Estructura analítica para evidenciar el proceso de empoderamiento

Con el fin de evidenciar el proceso de cambio respecto a la relación con el conocimiento construimos una estructura analítica que nos permite dar cuenta de la constitución de una postura socioepistemológica para con el conocimiento matemático escolar, es decir, una relación con el saber matemático escolar. Ésta proviene de la caracterización realizada del Rediseño del discurso Matemático Escolar (RdME) por Reyes–Gasperini (2011) en el cuadro de *articulación entre el dME, los principios de la Teoría Socioepistemológica y el RdME*, que fue refinado en una reciente publicación (Cantoral, Montiel y Reyes-Gasperini, 2015). Los constructos son:

a) Carácter funcional del saber matemático

Sustenta el principio socioepistemológico que refiere a la *normatividad de las prácticas sociales* en la construcción del conocimiento matemático. La matemática escolar se organiza con base en el saber y el funcionamiento cognitivo, didáctico, epistemológico y social *en la vida de los seres humanos*. Esto se pone en dialéctica con una postura en donde la organización de la matemática escolar antepuso la utilidad del conocimiento a cualquiera de sus restantes cualidades.

b) Racionalidades contextuales diversas

La funcionalidad del conocimiento precisa de la aceptación de racionalidades contextuales diversas, ya que la racionalidad con la cual se signifique al conocimiento matemático estará determinada por el contexto situacional del individuo o grupo. Esto se pone en dialéctica a la desconsideración de los aspectos sociales, contextuales y culturales que rige en el dME.

c) Validación de saberes

La matemática escolar tiene diversas maneras de verse, trabajarse, construirse y desarrollarse, concibiendo que la validez del saber es relativa al individuo y al grupo cultural en el cual éste ha emergido y respecto a la racionalidad contextualizada que éste posea. El relativismo epistemológico es indispensable para trabajar con la noción de significación mediante el uso y la diversidad de racionalidades contextualizadas. El trabajo con la construcción social del conocimiento, basada en *acciones*, *actividades* y *prácticas*, amerita superar los absolutismos impuestos o la supremacía de algunos argumentos o significados frente a otros. Esto, en conjunto con la mecanización de procesos o memorización de conceptos que subyace en el dME actual, es lo que se pone en dialéctica en la postura socioepistemológica.

d) Pluralidad de prácticas de referencia para la resignificación

La pluralidad de prácticas de referencia, su interacción con diversos contextos y la propia evolución del individuo o grupo, promueve la resignificación de los conocimientos construidos, enriqueciéndolos con nuevos significados mediante el uso. Se aspira al reconocimiento de diversas prácticas socialmente compartidas como cimientos para provocar la evolución de la construcción del conocimiento mediante el uso. De esta manera, se pone en dialéctica la idea de que la matemática se aplica a otros campos disciplinares que rige en el dME, con la idea de que es en otras prácticas de

ISSN: 2594-1046

referencia donde se promueve la resignificación del conocimiento y por tanto, su construcción y aprendizaje.

4.2.Síntesis: categorías de análisis

Por lo anterior, se considerará que los individuos tienen una postura socioepistemológica para con el conocimiento matemático cuando se evidencien gestiones con él que les permita: 1) significar mediante el uso el conocimiento matemático (funcionalidad); 2) reconocer la diversidad de racionalidades contextualizadas (contextualidad); 3) aceptar que la validez de la construcción dependerá de la coherencia de las argumentaciones que la sustenten (relativismo); 4) propiciar la significación a partir de prácticas de referencias diversas (resignificación).

4.3.Categorías analíticas relativas a lo proporcional

1. *Funcionalidad*: partimos de la idea de que la proporcionalidad es un tipo de relación que se mantiene constante al ponderar distintos pares de elementos de las magnitudes involucradas. La denominada significación mediante el uso, precisa de la evolución de la secuencia $acción \rightarrow actividad \rightarrow práctica.$ Las *acciones* tienen un carácter intuitivo e inmediato, que nos lleva a establecer una relación específica entre dos elementos de magnitudes diversas (magnitudes heterogéneas o magnitudes homogéneas). Se considera *actividad* a una acción intencional y planeada con mediación instrumental que permite encontrar esa misma relación en otros dos elementos, lo que hace que se considere una potencial relación proporcional y se halla y/o construye un invariante en dicha relación. La *práctica* está normada culturalmente, es la que da carácter de validez a la *actividad*, es decir, en este caso, al invariante localizado. Una anidación de prácticas que denominamos hipotética, corresponde a $comparar \rightarrow igualar \rightarrow medir.$ Esta anidación mantiene una relación dialéctica con la secuencia de entes abstractos, conceptos matemáticos que habitualmente se tratan en el aula como $razón \rightarrow proporción \rightarrow proporcionalidad.$ Esta categoría evidenciará aquellas acciones, actividades y prácticas que acompañen la construcción de los conceptos matemáticos.
2. *Contextualidad*: considerando que lo proporcional se inicia en una determinada relación, se debe considerar que la relación será establecida y determinada por el contexto sobre el cual se sustente, el contexto incluye lo semántico y lo pragmático, es cercano a la experiencia de quien participa.

Esta categoría evidenciará cuándo se establecen argumentaciones sustentadas en la contextualidad, lo cual provoca diversidad de relaciones y argumentaciones;

3. *Relativismo*: las construcciones de relaciones entre pares de magnitudes serán válidas siempre y cuando la argumentación que respalde dicha relación tenga sustento heurístico contextual, pudiendo darse el caso de obtener resultados matemáticamente distintos a partir de obtener relaciones y unidades de medidas distintas en una misma situación. Esta categoría evidenciará la aceptación de diferentes respuestas basándose en la fundamentación contextual;
4. *Resignificación*: propiciar la significación de los conceptos asociados al objeto de la proporcionalidad a partir de prácticas de referencias diversas como son los procesos de compra - venta, la acción misma de cocinar, la práctica del diseño en Arquitectura, la densidad en Geografía, el justo medio del Derecho, los índices antropométricos, los procesos de escala, reducciones y ampliaciones, entre otras. Esta categoría analítica acompañará el desarrollo de toda la situación de aprendizaje, haciéndose explícita donde un concepto matemático sea significado de diversas maneras a partir de su uso.

5. EJEMPLO DE ANÁLISIS

Con base en una afirmación realizada en uno de los planes de clase sobre proporcionalidad lineal, dos profesores realizan una reflexión.

PLAN DE CLASE

Es probable que los alumnos justifiquen la semejanza estableciendo la razón entre los lados de los rectángulos dibujados; sin embargo, también se les puede preguntar qué se observa con respecto a los vértices que no están sobre los ejes del plano y establecer que todos ellos quedan sobre una recta, por lo que son colineales.

También se puede concluir que los segmentos paralelos entre dos líneas secantes son proporcionales; en este caso las secantes son x (eje horizontal) y m (línea) que une los vértices de los rectángulos (Teorema de Tales) como se muestra en la figura 1.

5.1. Análisis con base en constructos analíticos socioepistemológicos

Para analizar la tarea presentada en el plan de clases fue indispensable no olvidar el hecho de que se estaba trabajando con la ampliación de una fotografía, pues esa *contextualidad* fue la que garantizó pensar en los lados homólogos de los rectángulos y solicitar indiscutiblemente que la representación gráfica de la función fuera una recta que pase por el origen, pues de otra manera las comparaciones e igualaciones no conservarían el invariante. Con esta tarea, contextualizada, se da una significación a la necesidad de que la representación gráfica de la función proporcional pase por el origen: así, la razón entre los pares de lados homólogos se mantiene constante, es decir, la razón de los incrementos es constante. La *resignificación* de la tarea en un contexto gráfico permite la construcción de la noción de incrementos y de la razón de estos incrementos. Cuando se dice "construcción" no significa que sea la primera vez que ellos abordan el tema, sino que es un argumento que surge a partir de las propias acciones de *relacionar, comparar, construir un invariante* e *igualar*, lo que demarca a su vez, la relación sustentada en la *funcionalidad* en un contexto matemático formal. Esta funcionalidad permite pasar de ver la diferencia de estados de cada variable a ver la razón de esas diferencias, es decir, dentro del contexto matemático pasar de ver la variación de la variable a ver la variación de la relación. En este caso presentado no ejemplificamos el relativismo pues, no todos los casos ejemplifican todos los constructos analíticos.

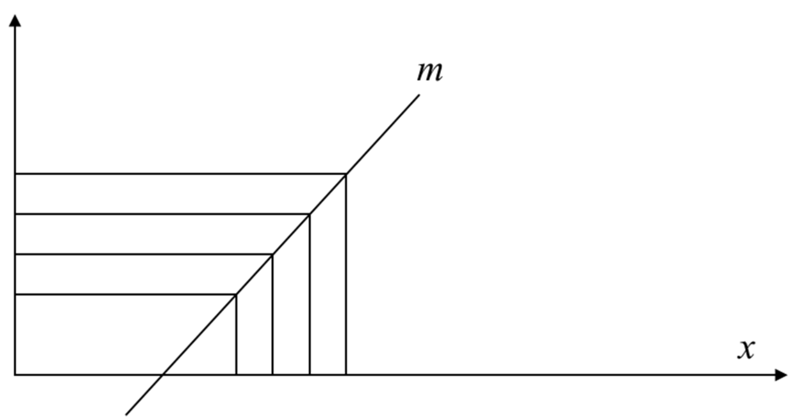

Figura 1. Representación gráfica del Teorema de Tales

6. REFLEXIONES FINALES

La evaluación de la construcción social del conocimietno matemático es una tarea que aún debe abordarse. Queda profundizar sobre la viabilidad de analizar el aprendizaje mediante el uso con estos constructos analíticos en otros contextos y con otras poblaciones. Con base en la investigación realizada nos enfrentamos a un problema hasta el momento no abordado desde la construcción social del conocimiento matemático y hemos, con base en la articulación de los constructos teóricos de la Teoría Socioepistemológica, dado coherencia al análisis de datos y los resultados.

Las categorías de análisis para hacer el estudio de la construcción social del conocimiento, serán: 1) *funcionalidad*: que su relación al conocimiento sea funcional, es decir, que se signifique mediante el uso al conocimiento matemático; 2) *contextualidad*: que su relación al conocimiento sea contextual, es decir, que se reconozca la diversidad de racionalidades contextualizadas; 3) *relativismo*: que su relación al conocimiento permita la relatividad, es decir, que se acepte como validez de la construcción elaborada a las argumentaciones coherentes, aunque diversas, que la sustenten; 4) *resignificación*: que su relación al conocimiento se sustente en la resignificación, es decir, que propicie la significación progresiva a partir de múltiples prácticas de referencia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caballero, M. (2012). *Un estudio de las dificultades en el desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional en profesores de bachillerato.* (Tesis de maestría no publicada). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Ciudad de México, México.

Cabrera, L. (2009). El pensamiento y lenguaje variacional y el desarrollo de competencias. Un estudio en el marco de la Reforma Integral de Bachillerato. (Tesis de maestría no publicada). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Ciudad de México, México.

Cantoral, R. (2013). Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento. Barcelona, España: Gedisa.

Cantoral, R., Montiel, G., & Reyes–Gasperini, D. (2015). Análisis del discurso Matemático Escolar en los libros de texto, una mirada desde la Teoría Socioepistemológica. *Avances de Investigación en Educación Matemática, 8*, 9–28.

D´Amore, B., Fandiño, M., Iori, M., & Matteuzzi, M. (2015). Análisis de los antecedentes histórico-filosóficos de la “paradoja de Duval”. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 18*(2), 177–212.

Montiel, G. (2005). *Estudio socioepistemológico de la función trigonométrica.* (Tesis de doctorado no publicada). Centro de Investigación en Ciencias Aplicadas y Tecnología Avanzada, Ciudad de México, México.

Reyes-Gasperini, D. (2011). *Empoderamiento docente desde una visión Socioepistemológica: Estudio de los factores de cambio en las prácticas del profesor de matemáticas*. (Tesis de maestría no publicada). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Ciudad de México, México.

Soto, D. (2010). *El Discurso Matemático Escolar y la Exclusión. Una visión Socioepistemológica*. (Tesis de maestría no publicada). Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Ciudad de México, México.