

Exclusión-inclusión: Un fenómeno dialéctico en el profesor de matemáticas

Daniela Soto S.

Universidad de Santiago de Chile, Chile
daniela.soto.s@usach.cl

Resumen

El estudio que presentamos pretende dar visibilidad, desde la teoría Socioepistemológica, a la dialéctica exclusión-inclusión en el campo de la Matemática Escolar. En particular, estudiaremos las prácticas del profesor de matemáticas de enseñanza media cuando transita, en un ir y venir, entre la *Construcción Social del Conocimiento Matemático (CSCM)* y el *discurso Matemático Escolar (dME)*. Analizaremos una situación de aprendizaje, donde observaremos –*grosso modo*– la confrontación entre estas dos epistemologías del conocimiento matemático (*dME* y *CSCM*).

Introducción

Este estudio parte de la siguiente premisa; el *discurso Matemático Escolar (dME)* “nos” excluye de la *Construcción Social del Conocimiento Matemático (CSCM)*. Para profundizar sobre este hecho, decidimos ampliar la perspectiva preguntándonos ¿qué significaría una matemática inclusiva desde la perspectiva Socioepistemológica?

En el primer estudio que realizamos (Soto y Cantoral, 2014), logramos identificar, caracterizar y ejemplificar el fenómeno de exclusión que provoca el propio saber matemático escolar. Tomamos un ejemplo concreto del *dME*, un saber típico del cálculo diferencial; el teorema de L'Hôpital, y analizamos cómo se presenta en los textos de estudio del cálculo y en su génesis histórica. A partir de esto, logramos proponer un *modelo de exclusión* que nos permitió caracterizar al *dME* como un *sistema de razón* que produce un tipo sutil de exclusión, a saber: la *violencia simbólica*.

En la presente investigación nos propusimos observar cómo vive este fenómeno en uno de los actores principales del escenario educativo: el *profesor de matemáticas*. Consideramos los elementos discursivos y de su práctica que le permiten una construcción de conocimiento matemático inclusivo.

Para esto, fue necesario construir “categorías” que nos permitirán el análisis de los elementos discursivos del actor en cuestión. Dichas categorías, que en un principio tomaban una forma dicotómica simple; ubicando al profesor como un reproductor del *dME* o como un innovador que se aproxima a las ideas de la *CSCM*, fueron evolucionando hacia una postura dialéctica (Figura 1).

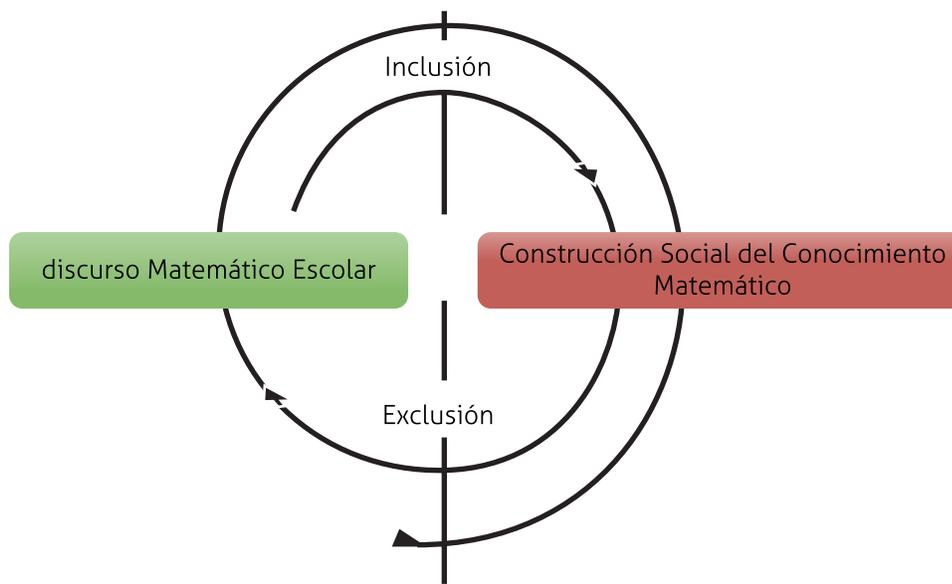


Figura 1. Dialéctica exclusión-inclusión.

De esta forma, la idea dicotómica de la exclusión y la inclusión fue desvanecida ante la toma de datos, pues encontramos que el profesor transita en todo momento entre la *CSCM* y el *dME*. Así, concluimos, en una primera etapa, que la relación entre estas categorías contrarias era dialéctica.

Ante esta nueva postura, surgieron nuevas preguntas: ¿Cómo transita el profesor de matemáticas en esta relación dialéctica? o ¿Cuáles son los elementos que le permiten transitar? Es decir ¿Cuáles son los elementos que le permiten cambiar o mantener sus prácticas?

El análisis del profesor de matemáticas de bachillerato se desarrolló a partir de la noción de campo de Bourdieu (2008). Por una parte,

caracterizaremos el campo del profesor de matemáticas de bachillerato en México a través de datos estadísticos que proporcionó la muestra de estudio: profesores partícipes del Diplomado “Desarrollo de estrategias de aprendizaje para las matemáticas del bachillerato: la transversalidad curricular de las matemáticas” desarrollado por el Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV bajo convenio con la Subsecretaría de Educación Media Superior de la SEP. Mediante la elección de casos de estudio analizamos en profundidad los discursos de los profesores con la técnica del *Análisis Crítico del Discurso (ACD)* (Soto, 2014).

Los resultados de esta investigación mostraron el tránsito vivido por el profesor de matemáticas

entre la *CSCM* y el *dME*, donde la confrontación entre argumentaciones, la interacción entre argumentaciones, significaciones y procedimientos, y la institucionalización como mecanismo; se conjugan para hacer funcionar esta dialéctica en torno al conocimiento matemático. Asimismo, se identificaron tres condiciones que propician el tránsito: la economía como principio en la construcción de situaciones, la jerarquización del pensamiento matemático y el empoderamiento del profesor.

Para fines de este escrito reflexionaremos sobre la confrontación entre el *dME* y la *CSCM*. Para ello, consideraremos un ejemplo concreto; la graficación. Observaremos un episodio donde el profesor propone, en un foro del Diplomado, una situación para aplicar en su clase e inferiremos el desarrollo de la misma, a través de los cuadernos de los estudiantes.

Problemática

Desde la postura socioepistemológica la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas se han caracterizado por una centralidad excesiva en el objeto matemático. Olvidando que es el sujeto en comunidad quien construye el conocimiento (Cantoral, 2003; Cordero, 2001). Las investigaciones han señalado la conformación social de un discurso que ha fundamentado a la matemática escolar actual. Este discurso, el cual lo entendemos -en esta investigación- como un *sistema de razón* que norma las prácticas y las representaciones sociales de los actores del sistema educativo, se ha denominado: *discurso Matemático Escolar (dME)*.

En Soto y Cantoral (2014) caracterizamos un fenómeno que podría estar produciendo el *dME*:

un tipo de exclusión que se expresa en una imposición de significaciones, argumentaciones y procedimientos centrados en los objetos matemáticos, del cual los agentes del sistema educativo somos víctimas involuntarias. Inclusive aquellos que parecen ser exitosos dentro de la Matemática Escolar, como es el caso del profesor de matemáticas. Esto es la *violencia simbólica*. Es así, como desde la Socioepistemología se hace necesario el rediseño del *dME* a partir de la *Construcción Social del Conocimiento Matemático (CSCM)*.

Asumimos que el profesor de matemáticas también vive un proceso de exclusión, pero además, es uno de los agentes encargado de reproducirla. Por tanto, es fundamental tener, estudios acerca de él, de su campo y de la estructura del *dME* que en él se materializa.

Es en el proceso de reproducción donde nos enfocaremos, en decir, en su que hacer profesional. En particular en su práctica discursiva. Creemos que es en este punto donde podemos encontrar elementos que nos permitan sistematizar la inclusión desde nuestra postura epistemológica.

Antecedentes

Una realidad social que vivimos en Latinoamérica, en particular en México, es la hibridez de la población de profesores de matemáticas, esto quiere decir que, en general, los profesionales que se desempeñan haciendo clases de matemáticas han tenido una formación, si bien relacionada con ámbitos de la matemática, no necesariamente es una formación que se vincule con su enseñanza y aprendizaje (Soto, 2014; Reyes y Cantoral, 2014). En otras palabras, un profesor en México puede no tener

experiencias con los contenidos pedagógicos o didácticos y sólo apoyarse de su propia experiencia como estudiante y como profesor.

Esta situación no dista mucho de nuestra realidad, por ejemplo: en enseñanza media tenemos otros profesionales que dictan clases de matemáticas. Esto es importante en el sentido que debemos profesionalizar a los profesores que hoy tenemos en nuestras aulas. Debemos resaltar que esta realidad no es considerada por algunos modelos teóricos que se desarrollan fuera de la región latinoamericana (Cordero y Silva-Crocci, 2012), por esto la pertinencia de este estudio.

El Diplomado que cursaron los profesores, sujetos de estudio de esta investigación, se relaciona estrechamente con entender que el conocimiento matemático es una construcción social, para ello se *problematizó el saber* a través de las cuatro dimensiones sistémicamente consideradas, a saber: didáctica, cognitiva, epistemológica y social. Además, se promovió la resignificación de los contenidos de la matemática escolar, es decir, se mostraron otros contextos de significación y se reflexionó acerca de la coherencia en su comunidad. Se analizó y razonó sobre las problemáticas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y las diferentes posturas epistemológicas y se las vinculó con su práctica docente, al incentivar la construcción de situaciones de aprendizaje.

Nuestra mirada del fenómeno de exclusión-inclusión es dialéctica, por tanto, consideramos que existe una lucha de contrarios: en este caso el *dME* y la *CSCM*, que permite el cambio y la transformación. Por tanto, la pregunta específica que nos hacemos en esta investigación es ¿Cuáles son los elementos que permiten el tránsito entre una y otra epistemología? Y en esa lucha de contrarios ¿Cuál es la síntesis?

La graficación

Primero partiremos diciendo que la gráfica usualmente en el *dME* aparece como la representación de una función, es decir, la gráfica siempre está vinculada con la idea de función algebraica (analítica). En ella se expresa la idea de la figura que representa a la función y sus características. Sin embargo, hemos documentado que el uso de la gráfica, tanto en su génesis histórica como en su funcionalidad cotidiana permite la construcción de conocimiento por sí sola. Este hecho ha originado la construcción de una categoría para el conocimiento que debemos abordar: el *uso de la gráfica*

El nacimiento de esta categoría tiene su origen en asumir que la graficación es una práctica social (Cordero, 2001; Cordero y Solís, 2001, Domínguez, 2003; Cordero y Flores 2007; Rosado, 2004; Morales y Cordero, 2014; entre otros). Existe evidencia que desde el comienzo de la historia de la humanidad han existido formas gráficas que le permitían al hombre desarrollarse y comunicarse. En la escuela, el universo de gráficas que debemos conocer es amplio y constituye una red de conocimientos. Ahora bien, es importante reconocer que para la perspectiva socioepistemológica la gráfica no sólo vive en la escuela, sino además en otros escenarios.

Se ha analizado el *uso de la gráfica* en diversas situaciones específicas, por ejemplo: el uso de la gráfica en la situación de linealidad del polinomio. Rosado (2004) pone en escena una situación para resignificar el concepto de derivada, a través del comportamiento tendencial de las funciones. Esto es de suma importancia, ya que si bien la resignificación es de un objeto matemático, el núcleo central, "la función", no es considerada tradicionalmente como un objeto o proceso matemático, sino

como una práctica; una instrucción que organiza comportamientos. Al resignificar el concepto de función, la derivada también se resignifica.

El análisis del uso de las gráficas en lo histórico se ha desarrollado principalmente en la obra de Oresme (1379) (Suárez, 2008; Suárez y Cordero, 2010; Zaldívar y Cordero, 2012), en ella se reconoce cómo son usadas las gráficas para argumentar los cambios y la variación de un fenómeno mediante el estudio de sus cualidades (aquello que cambia, como la velocidad, la distancia o el calor), y su devenir (la manera en que crece o disminuye esa cualidad). Oresme expresa este devenir mediante un gráfico de dos dimensiones, en el que plasma los cambios y la variación mediante gráficas que adquieren formas particulares según el devenir de las cualidades. En esta obra se parte del principio que el instante de una cantidad continua es representado por un segmento rectilíneo (Cordero, Cen, y Suárez, 2010)

En esta obra (Oresme, 1379) las gráficas no consistían en describir posiciones de los puntos respecto de coordenadas específicas, sino que la figura en sí era la cualidad de la cantidad continua, en este sentido las figuras adquieren un significado global de trayectoria.



Figura 2: La cualidad de la cantidad continua (Oresme, 1379).

Hoy las investigaciones han evidenciado que el significado de trayectoria, es intrínseco al humano. Por ejemplo, al proponer una situación de movimiento lo primero que desarrollan los estudiantes son representaciones gráficas de un recorrido o trayectoria (Briceño, 2013; Zaldívar, 2009). Teniendo este antecedente se pueden formular situaciones donde el uso de la gráfica se resignifique. Por ejemplo, que exista la necesidad de considerar el tiempo dentro de sus expresiones gráficas. Esto permite el tránsito de una argumentación desde la trayectoria a la gráfica cartesiana.

Otro uso de la gráfica que se ha logrado documentar es en el sistema educativo. Se han realizado algunas investigaciones que nos señalan cómo se usa la gráfica en la escuela, entre ellas: Cen (2006), quien documenta el uso en el bachillerato y Flores (2005) en el nivel básico. Por ejemplo, se documenta que la gráfica aparece desde los comienzos de la educación primaria, pero que no es explícita en los programas de estudio, ni el texto, aun así vive, se resignifica y se usa para resolver problemas. Existe en un comienzo un síntoma de la gráfica, que se manifiesta en formas de mapas, ilustraciones, planos, entre otras, apoyándose de estrategias como la ubicación, la comparación y el trazado de trayectorias (Cordero y Flores, 2007). Luego se configura un segundo momento que es el uso de la gráfica de la función. En este momento, curricularmente se menciona la palabra gráfica, sin hacer alusión al concepto de función y un tercer momento que es el uso de la gráfica en la curva.

En el bachillerato se identificaron los siguientes momentos del uso de la gráfica: comportamiento geométrico, análisis de las curvas, cálculo de áreas, cálculo de volúmenes y análisis de la información (Cen, 2006).

Para cerrar, en necesario decir que consideramos la categoría *uso de la gráfica* como un eje del rediseño del dME desde la *CSCM*, creemos que ella nos permite reconocer nuevas las argumentaciones, significaciones y los procedimientos que permiten hacer emergee el conocimiento matemático en la escuela y fuera de ella.

A continuación, mostraremos un episodio de rediseño por parte de uno de los profesores, casos

de estudio de esta investigación. En él podremos observar cómo existe una confrontación entre lo que se propone y lo que finalmente se lleva a cabo.

Un episodio

Este es el caso de un profesor participante del Diplomado. Él en un foro específico propone la siguiente actividad para desarrollar en su clase (ver análisis completo en Soto, 2014).

Módulo 3, Foro 5

Para rediseño del dME propongo la siguiente actividad iniciando con un reto:

¿Cuál es el comportamiento del agua potable en los cambios de temperatura hasta el momento del cambio de estado?

¿Cuál es el comportamiento del agua de mar en los cambios de temperatura hasta el momento del cambio de estado?

¿Existe alguna diferencia?

Para estudiar el fenómeno se propone lo siguiente; formar ocho equipos, equipos; cuatro estudiaran su comportamiento elevando su temperatura por medio de un mechero calentando el agua a punto de evaporación; cuatro equipos, reduciendo su temperatura en un congelador al punto de congelación.

Cada equipo deberá presentar una gráfica de temperatura con intervalos de tiempo de 2 minutos y contestar las siguientes interrogantes.

¿Qué tipo de comportamiento te muestra la gráfica (lineal o en forma de curva)?

¿Existe variación en el volumen?

¿Qué variables se presentan en el fenómeno?

En función de quien se presentan los cambios de las variables y comenta la dependencia de las variables (es decir quién depende de quién).

Asigna una letra a cada variable y aproxima una ecuación que describa tu comportamiento gráfico.

Gráfica tu ecuación en winplot y verifica si describe la misma gráfica; si no fuera de esta manera cambia los valores y las variables hasta lograr una aproximación mayor.

¿Existió alguna diferencia entre las gráficas del agua potable y el agua de mar?

¿Si se mezclan ambas muestras de agua que tipo de gráfica se obtendrá?

En esta actividad los alumnos manejarán variables hasta construir el concepto de función, en forma gráfica obtendrán la función identidad, misma que se puede conectar con otros temas de matemáticas. Esta actividad se conecta además con otros temas de física, por ejemplo, pueden calcular la energía suministrada por medio de la primera ley de la termodinámica.

Esto es solo un bosquejo, se le tiene que dar una forma más explícita.

Al observar el cuaderno de los estudiantes reconocimos la gráfica que se construyó a partir de la observación del fenómeno (Figura 3) y

las preguntas de la actividad (Figura 4), que se titula el congelamiento del agua del mar.

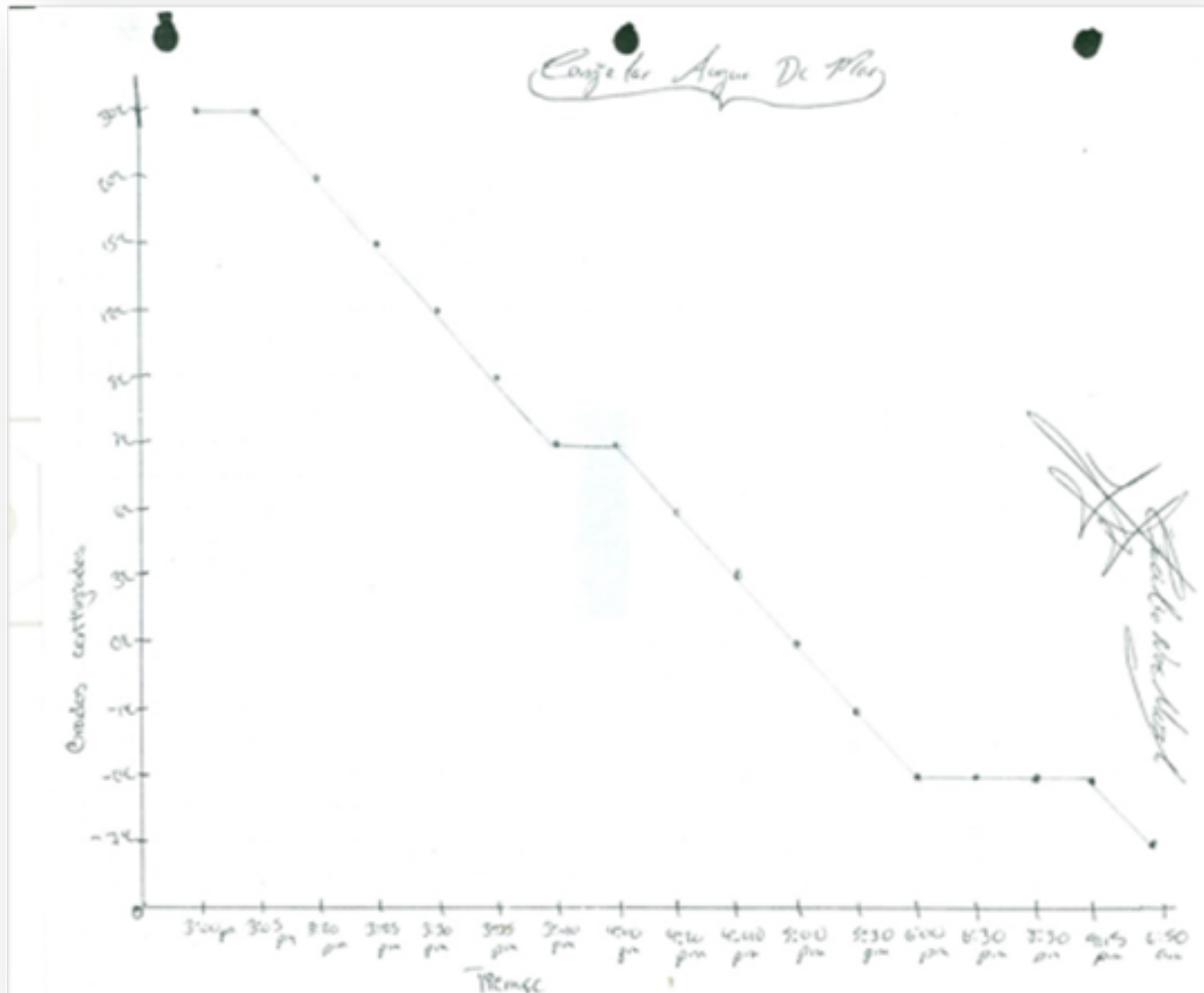


Figura 3: Gráfica de la congelación del agua del mar extraída del cuaderno de un estudiante del Caso 2.

Si observamos las preguntas que se llevaron a cabo en la actividad (Figura 4), interpretamos, que si bien se desarrollan actividades que permiten involucrar situaciones específicas, las preguntas que se generan para el análisis de la gráfica son

relativas a las funciones que forman las gráficas obtenidas de los datos del fenómeno (Figura 3). Es decir, a pesar de que se proponen situaciones específicas de fenómenos y su análisis gráfico, la centralidad sigue estando en el objeto "función".

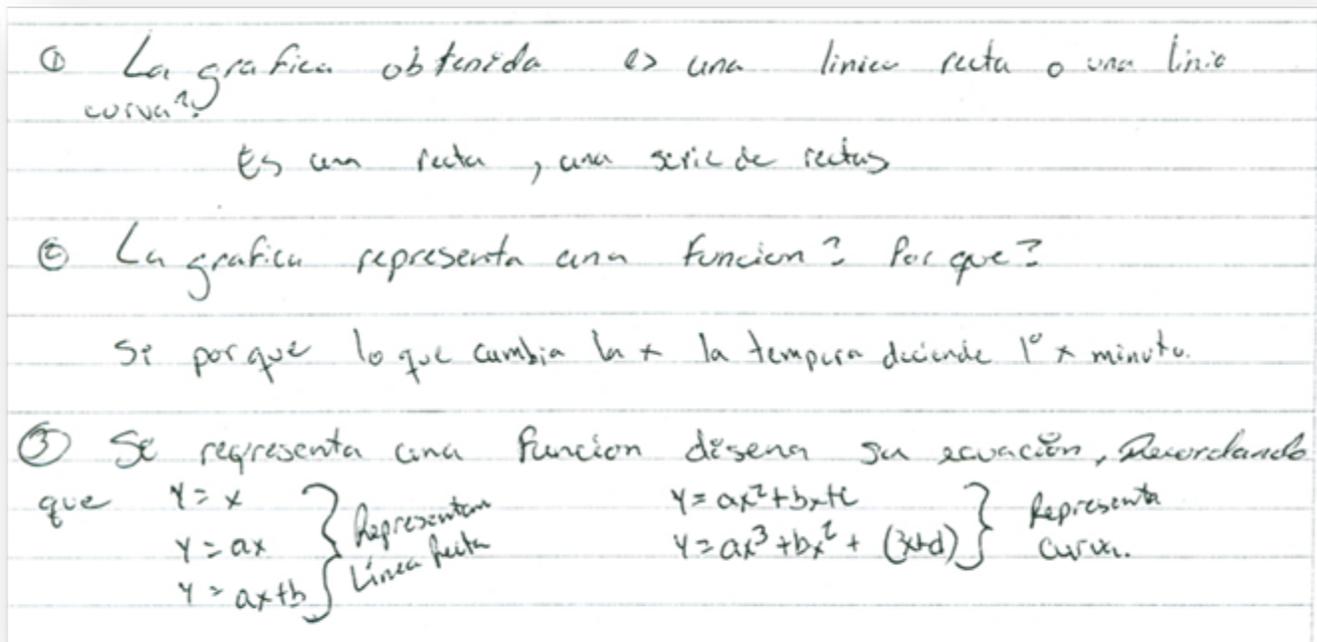


Figura 4: Pregunta de la actividad "congelamiento del agua del mar".

De esta forma observamos que el *dME* expresa a la gráfica como una representación de la función. Esta es una postura epistemológica que centra su atención en el objeto matemático la cual, inferimos, produce una imposición de argumentaciones, significaciones y procedimientos, donde el fenómeno estudiado aparece como un contexto artificial de la función lineal. De esa forma se pierden argumentaciones, procedimientos y significados que provienen del fenómeno específico. Por ejemplo, cuando se estabiliza la temperatura.

A modo de conclusión

En este mini análisis de un dato específico, intentamos mostrar cómo frente al uso de la gráfica, dos epistemologías se confrontan.

En este caso, el *sistema de razón* norma la acción y las representaciones del agente específico, el profesor de matemáticas. Si bien, él propuso una actividad que provocaba el análisis de un fenómeno específico, de la cual emergerían argumentaciones, significaciones, procedimientos y objetos matemáticos, durante la tarea matemática la centralidad está en la función lineal que representa la gráfica.

Es importante señalar que este estudio es parte de una investigación detallada sobre las prácticas y discursos de casos específicos de profesores de matemáticas mexicanos (Soto, 2014). La cual obtuvo como resultados, a través de la triangulación de datos, seis elementos que permiten o no, la inclusión del profesor de matemáticas en la *CSCM*, estas fueron: la confrontación entre argumentaciones

durante la situación específica, la interacción entre argumentaciones, significaciones y procedimientos que emergen de la situación, y la institucionalización-resignificación como mecanismos que nos permiten transitar en la dialéctica, la economía como principio en la construcción de situaciones, la jerarquización del pensamiento matemático y el empoderamiento del profesor.

Debemos cerrar diciendo que estos resultados, si bien no son elementos que no se hayan discutido en torno al profesor de matemáticas, hoy miramos estas condiciones desde la producción de un fenómeno específico: la exclusión, y su contrario la inclusión a partir de la dialéctica.

Referencias

- Bourdieu, P. (2008). *Los usos sociales de la ciencia*. (Trad. H. Pons y A. Busch). Buenos Aires, Argentina: Nueva Visión. (Original en Francés, 1997)
- Briceño, E. (2013). *El uso de la gráfica como instrumento de argumentación situacional con recursos tecnológicos*. Tesis de doctorado no publicada. Cinvestav-IPN, D.F, México.
- Cantoral, R. (2003). *La aproximación socioepistemológica a la investigación en matemática educativa: una mirada emergente*. [CD-ROM] XI Conferencia Interamericana de Educação Matemática. Tema: Educación Matemática & Desafíos y Perspectivas. Blumenau.
- Cen, C. (2006). *Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de textos. Una práctica institucional en el bachillerato*. Tesis de maestría no publicada. Cinvestav-IPN, D.F, México.
- Cordero, F. (2001). *La distinción entre construcciones del cálculo. Una epistemología a través de la actividad humana*. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 4(2), 103-128.
- Cordero, F. y Flores, R. (2007). *El uso de la gráfica en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de textos*. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 10(1), 7-38.
- Cordero, F. y Silva-Crocci, H. (2012). *Matemática Educativa, Identidad y Latinoamérica. El quehacer y la usanza del conocimiento disciplinar*. *Revista latinoamericana de Matemática Educativa*, 15 (3): 295-318.
- Cordero, F. y Solís, M. (2001). *Las gráficas de las funciones como una argumentación del cálculo*. Edición especial. Casio (3ra edición). Serie: Cuadernos de didáctica. México: Grupo editorial Iberoamericana.
- Cordero, F.; Cen, C. y Suárez, L. (2010) *Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato*. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 13(2), 187-214.
- Domínguez, I. (2003). *La resignificación de lo asintótico en una aproximación socioepistemológica*. Tesis de (maestría) no publicada, Cinvestav-IPN, México, D.F.
- Flores, R. (2005). *El Uso de la gráfica en el discurso matemático escolar. Un estudio socioepistemológico en el nivel básico a través de los libros de textos*. Tesis de maestría no publicada, Cinvestav-IPN, México, D.F.
- Rosado, P. (2004). *Una resignificación de la derivada. El caso de la linealidad del polinomio en la aproximación socioepistemológica*. Tesis de maestría no publicada. Cinvestav-IPN, D.F, México.
- Soto, D. y Cantoral, R. (2014). *El discurso Matemático Escolar y la Exclusión. Una visión Socioepistemológica*. *Bolema- Boletim de Educação matemática*, 28 (50), 1525-1544.
- Soto, D. (2014). *La dialéctica exclusión-inclusión entre el discurso matemático escolar y la construcción social del conocimiento*. Tesis de doctorado no pub-

licada. Cinvestav-IPN, D.F, México.

Suárez, L. (2008). *Modelación-graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. Tesis de (Doctorado) no publicada. Cinvestav-IPN, D.F, México.*

Suárez, L., y Cordero, F. (2010). *Modelación – Graficación, una categoría para la matemática escolar. Resultados de un estudio socioepistemológico. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 13(4), 319-334.

Zaldívar, D. & Cordero, F. (2012). *Un estudio socioepistemológico de lo estable. Consideraciones en un marco de la divulgación del conocimiento matemático. Memorias del Primer Coloquio de Doctorado. Departamento de Matemática Educativa. Cinvestav – IPN, 203-212.*
