

# LA IDENTIDAD DISCIPLINAR EN UN DISEÑO DE SITUACIÓN ESCOLAR DE SOCIALIZACIÓN: PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN FORMACIÓN

## DISCIPLINARY IDENTITY IN A SCHOOL SOCIALIZATION SITUATION DESIGN: MATHEMATICS PRE-SERVICE TEACHERS

Sindi Lorely Marcía-Rodríguez, Francisco Cordero Osorio  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). (México)  
sindi.marcia@cinvestav.mx, fcordero@cinvestav.mx

### Resumen

Presentamos la etapa inicial de un proyecto de investigación que se desarrolla en el marco del programa socioepistemológico *Sujeto Olvidado y Transversalidad de Saberes*. El objetivo es diseñar una *situación escolar de socialización*, que se sustenta, por un lado, a partir de la *categoría de acumulación* (como una resignificación de la *integral*) y, por otro, con la perspectiva de *identidad disciplinar* (como ente de resistencia al fenómeno de *adherencia*, causado por el *discurso Matemático Escolar*). La socialización de la situación escolar se llevará a cabo con una comunidad de profesores de matemática en formación, del nivel medio superior.

**Palabras clave:** Integral, acumulación, resignificación, identidad disciplinar

### Abstract

We present the initial stage of a research project that is developed within the framework of the socio-epistemological program *Forgotten Subject & Transversal Knowledge*. This is aimed at designing a school situation of socialization, which is supported, on the one hand, from the category of accumulation (as a resignification of the integral) and, on the other, with the perspective of disciplinary identity (as an entity of resistance to the phenomenon of adherence, caused by the *school mathematical discourse*). The socialization of the school situation will be carried out with a community of mathematics pre-service teachers, at the upper secondary level.

**Key words:** Integral, accumulation, resignification, disciplinary identity

## ■ Introducción

La enseñanza del Cálculo está inscrita permanentemente en la formación matemática que reciben los estudiantes de nivel universitario. Lo anterior, se identifica por ejemplo en los planes de estudios de las Ciencias Naturales, las Ingenierías, la Economía o las Ciencias de la Salud y el Medio Ambiente. Es decir, parece ser que el Cálculo cumple una función dentro de la enseñanza de la matemática escolar en áreas del saber que no necesariamente están relacionadas con la producción y difusión del conocimiento matemático. Cabe señalar que el interés por enseñar el Cálculo incluso ha llegado a la enseñanza del Bachillerato, donde conceptos propios del Cálculo como función, límite, derivada e integral son parte de la enseñanza de la matemática escolar. De ahí que, algunas investigaciones señalan que se identifican dificultades en el aprendizaje de las nociones fundamentales del Cálculo como por ejemplo Dreyfus (1990) quien agrupa estas dificultades y señala que la primera dificultad es que los estudiantes aprenden los conceptos del Cálculo de forma algorítmica. La segunda es sobre la visualización, afirmando que esta es poco común y, si ocurre el vínculo cognoscitivo visual-gráfica y la analítica-algebraica, es el punto de mayor dificultad (citado por Zepeda, 2010). Por otro lado, Martínez y García (2016), con respecto al Cálculo Integral, mencionan que existen dificultades al momento de pasar a representar, las alturas de los rectángulos en las Sumas de Riemann, de la forma gráfica a la forma algebraica.

En este contexto, Kouropatov y Dreyfus (2013) discuten el desempeño de los estudiantes en la tarea de aprender el Cálculo. Al respecto, señalan que los estudiantes centran la atención en el Cálculo Integral como una serie de procedimientos con algoritmos asociados. Sin embargo, destacan que no desarrollan una comprensión de los conceptos. Además, los alumnos presentan mayor éxito en preguntas comunes sobre la Integral —como, por ejemplo, la identificación de un área y el cálculo de la antiderivada—, pero no ocurre lo mismo cuando las preguntas no son rutinarias como las ya señaladas.

Otro tipo de investigaciones, respecto a la problemática del Cálculo, se han orientado en torno a su enseñanza. Sobre este punto, por ejemplo, se caracterizan la forma en que el Cálculo se enseña en lo habitual de la matemática escolar. En este contexto, Cordero (2003) señala que en la enseñanza del Cálculo en el nivel universitario se presenta un “modelo didáctico” de carácter axiomático, el cual se caracteriza por centrar la atención en conceptos matemáticos cuya naturaleza es acabada; donde la didáctica provee un conocimiento matemático que se acumula a la luz de su carácter utilitario. Además, el autor señala que en la Matemática Escolar no se consideran los significados de los objetos matemáticos, ni las situaciones y actividades que pudieran favorecerlos.

Por otro lado, Eichler y Erens (2014) realizan un estudio sobre los objetivos de enseñanza de los profesores. Según este estudio, los profesores (de media superior) de Cálculo, tienen los mismos objetivos periféricos relacionados con una visión esquemática, es decir, para ellos el Cálculo es un conjunto de reglas y procedimientos que se deben memorizar y aplicar en tareas rutinarias (citado por Bressoud, Ghedamsi, Martínez y Törner, 2016).

Ahora bien, Alanís y Soto (2011) reconocen varios aspectos característicos de la enseñanza del Cálculo; por ejemplo:

- Un énfasis en una algoritmia desprovista de significados.
- Conceptualización de la Integral basada únicamente en la noción de área.
- Falta de afinidad con otras ciencias de las cuales el cálculo es subsidiario.

En consideración a las investigaciones anteriormente señaladas, se reconoce una enseñanza del Cálculo —mayormente- centrada en el desarrollo de algoritmos, procesos y definiciones que son utilitarios a problemas propios de la matemática escolar. Sin embargo, en la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (Cantoral, 2013) se han desarrollado otro tipo de investigaciones donde sus resultados destacan un conocimiento funcional. Lo anterior, implica la emergencia del conocimiento matemático en comunidades que a la luz de su cotidiano y bajo

situaciones específicas emergen argumentaciones como la predicción, el comportamiento tendencial de las funciones y la analiticidad de las funciones (Cordero, 2001; Cordero, 2008). Esto es, una epistemología que, no está en la enseñanza de la matemática, pero sí en el cotidiano del que aprende.

Lo anterior, tensa la problemática de la enseñanza y aprendizaje del Cálculo ya que la atención no se orienta en fortalecer los procesos habituales de su enseñanza sino en la emergencia del conocimiento matemático de la gente. Esto quiere decir, se confronta desde la emergencia de estas argumentaciones -donde habitan los usos y significados de la gente- la adherencia que provoca el discurso Matemático Escolar (dME) (Cordero y Silva-Crocci, 2012; Opazo-Arellano, Cordero y Silva-Crocci, 2019).

### ■ La Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa

Dentro de la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa (TSME) se considera que existe un discurso Matemático Escolar, que está permeado de una epistemología dominante (centrada en el objeto matemático); el cual provoca al menos tres fenómenos: *adherencia*, *exclusión* y *opacidad* (Cordero, Gómez, Silva-Crocci y Soto, 2015). La *exclusión* es el resultado de dejar de lado el cotidiano de la gente, es decir la construcción social del conocimiento matemático; esto causa una hegemonía del conocimiento centrado en el objeto matemático, no haciendo visible la pluralidad epistemológica que vive en las realidades (*Opacidad*). Asimismo, los profesores y estudiantes aprenden esa matemática sin cuestionar la naturaleza de ese conocimiento que se enseña (*adherencia*) (Cordero *et al.*, 2015).

Ante tal realidad, la TSME busca trastocar esa Matemática Escolar, ya que el conocimiento que se enseña está enfocado en el objeto matemático. Al respecto, Silva-Crocci y Cordero (2014) mencionan que es necesario “trastocar la matemática escolar, ya que su construcción se fundamenta exclusivamente en epistemologías de conceptos, con la intención de generar otra matemática escolar que incorpore a su construcción fundamentos epistemológicos con base en las prácticas sociales del conocimiento matemático” (p. 1454). A través de ello se espera valorar los significados matemáticos que la gente posee y construye socialmente, estos pueden ser distintos según la profesión, la cultura a la que pertenezcan, así se tendrá un conocimiento matemático descentralizado del objeto, por ende, compuesto de usos y significaciones.

Cantoral (2015), en la conferencia llamada *Socioepistemología de la variación y el cambio: una ruta didáctica*, menciona que la primera contribución de esta perspectiva radica en haber producido una *descentración del objeto matemático*; se trata de un abordaje muy cercano al que vive el estudiante en su vida en sociedad, de ahí que le denomine Construcción Social del Conocimiento Matemático, o más sencillamente, *matemáticas en uso*. Dicha descentración, no implica olvidarse del objeto abstracto, sino que plantea un paso, del objeto a las prácticas, es decir, la apropiación del objeto matemático precisa de prácticas que le acompañen en su construcción, tanto al nivel de la cultura como del uso que viven los saberes matemáticos situados.

La Figura 1 que se presenta a continuación, muestra lo descrito en los párrafos anteriores.

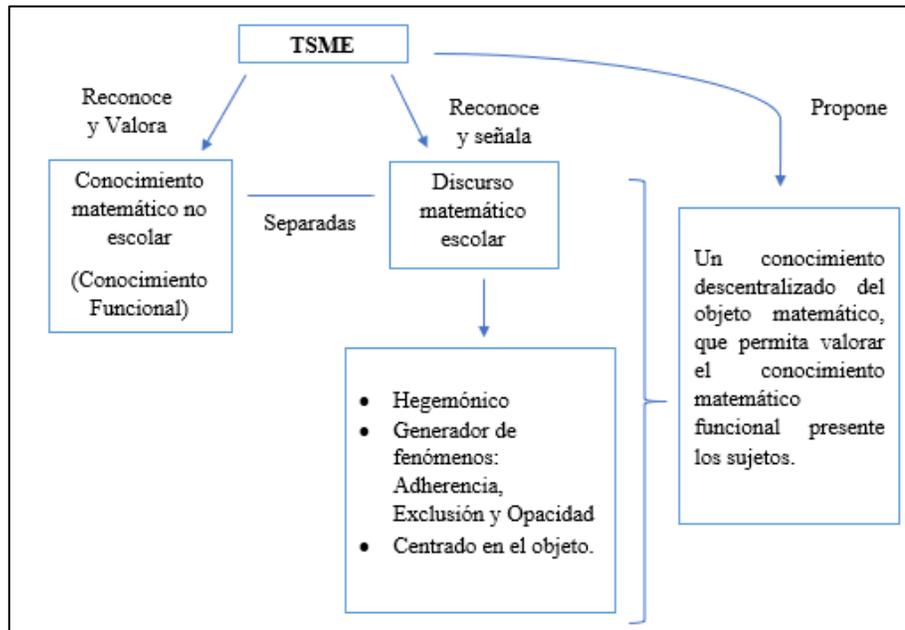


Figura 1. Problemática con una visión Socioepistemológica

### ■ El Programa de Investigación Socioepistemológico Sujeto Olvidado y Transversalidad de Saberes

Dentro de la perspectiva Socioepistemológica, se desarrolla el programa de investigación denominado *Sujeto Olvidado y Transversalidad de Saberes (SOL TSA)*, el cual tiene por objetivo principal revelar los usos del conocimiento matemático y sus resignificaciones en las comunidades de conocimiento matemático de la gente. Este programa de investigación se desarrolla en dos líneas de trabajo simultáneas: 1) La Resignificación del Conocimiento Matemático; donde se problematizan las categorías de conocimiento matemático que suceden en las comunidades, entre diferentes dominios de conocimiento que obligadamente entran en juego (el discurso Matemático Escolar, el campo disciplinar y el cotidiano de la comunidad) y 2) el Impacto Educativo; en esta segunda línea se ponen en escena Diseños de Situación Escolar de Socialización (DSES), con el propósito de lograr la transversalidad de las categorías de conocimiento (de las cuales, en la primera línea, se ha dado cuenta de su emergencia en diversas comunidades de conocimiento matemático) hacia comunidades de profesores y estudiantes, para alcanzar una horizontalidad de saberes. Aquí se conforman los multifactores y estadios que coadyuvan a la alianza de calidad de la docencia de matemáticas (Cordero, 2017). Ver Figura 2.

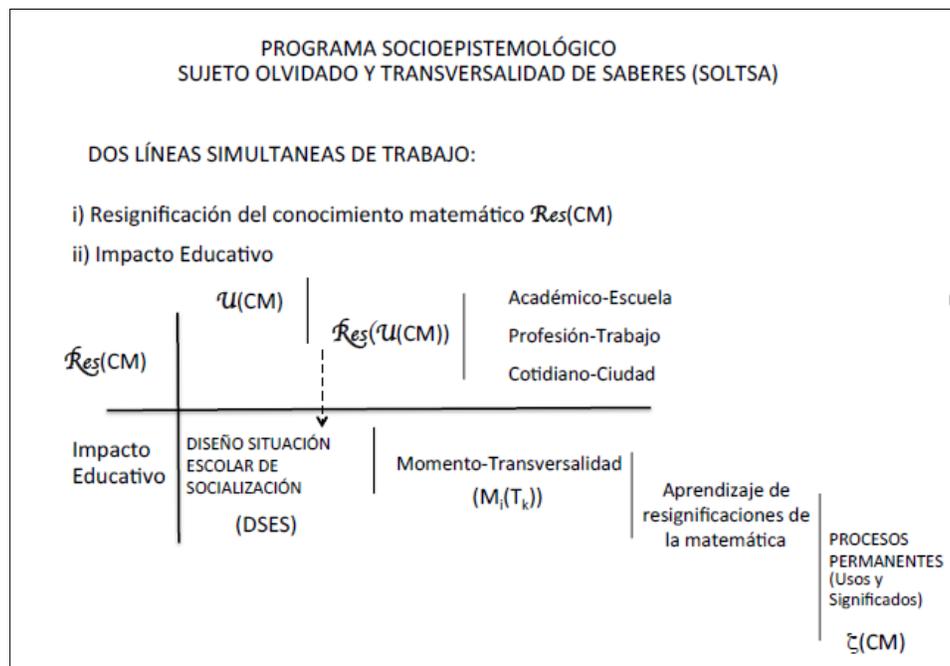


Figura 2. Programa Socioepistemológico. Sujeto Olvidado y Transversalidad de Saberes (Cordero, 2017).

### ■ El Diseño de Situación Escolar de Socialización

Llevar la matemática funcional a la escuela requiere un proceso de socialización. La socialización pretende una dialéctica entre la matemática escolar y el conocimiento de la gente; el cotidiano (Gómez y Cordero, 2010). Mediante la socialización se busca que lo funcional y lo cotidiano del conocimiento puedan estar al mismo nivel del conocimiento escolar, procurando así la horizontalidad de saberes (Cordero, 2017). El DSES, será un instrumento esencial para la socialización.

En este proyecto de investigación —ubicado en la segunda línea de trabajo del programa socioepistemológico SOLTSA— se elaborará un DSES, con el fin de resignificar a la Integral en una comunidad de conocimiento de profesores de matemática en formación. En el DSES se pretende que el profesor de matemática en formación confronte el conocimiento del Cálculo Integral de la Matemática Escolar frente a una situación que responde a un conocimiento funcional de la Integral.

El DSES pretende dos funciones esenciales: en primer lugar, valorar los usos del conocimiento matemático y sus resignificaciones en la comunidad de conocimiento de profesores de matemática en formación; y en segundo lugar, mantener la reciprocidad y la horizontalidad entre la escuela y el cotidiano de la gente. Es decir, trastocar y transformar la Matemática Escolar a partir de las categorías del conocimiento matemático, a la espera de un impacto educativo y, simultáneamente, la orientación de la función del docente de matemáticas (Cordero, 2017).

Con el DSES, se desea modificar el papel hegemónico del dME —causante de la desigualdad en la enseñanza y aprendizaje de la matemática— incorporando los usos del conocimiento matemático que han emergido en el cotidiano de la gente. Los que son organizados en categorías del conocimiento matemático que sustentan una Socioepistemología del Cálculo y del Análisis, ausente en lo habitual de la Matemática Escolar (Opazo-Arellano, Cordero y Silva-Crocci, 2018). Ver Figura 3.

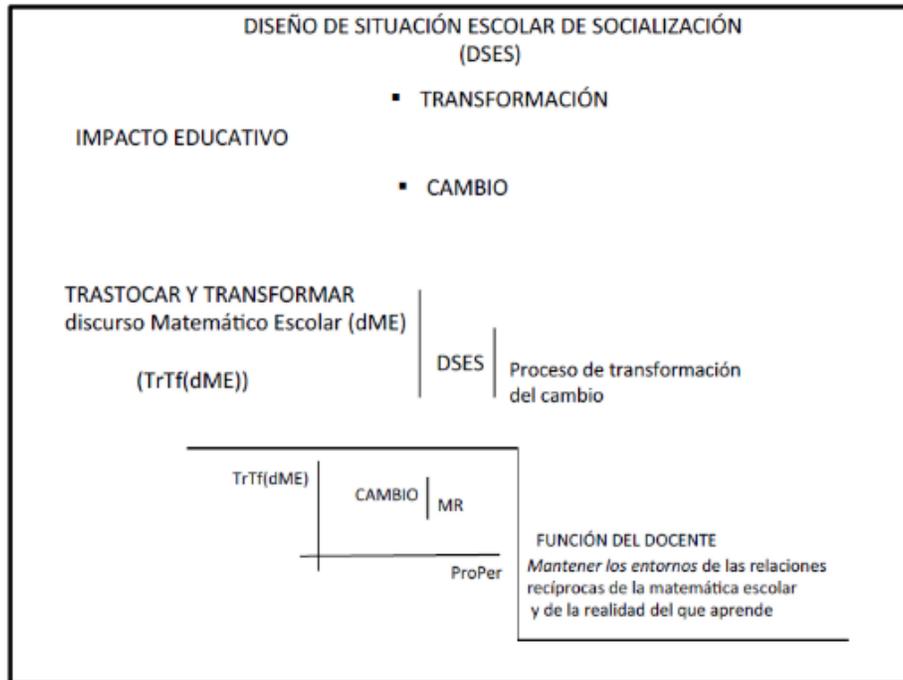


Figura 3. Diseño de Situación Escolar de Socialización (DSES) (Cordero, 2017).

Para tal objetivo, el DSES tendrá dos elementos importantes en su construcción: el primero es la resignificación de la Integral a través de la *noción de acumulación*, y el segundo es la *identidad disciplinar* como ente de resistencia al fenómeno de la *adherencia*.

#### Acerca de la Acumulación

Respecto del primer elemento del DSES (la resignificación de la Integral a través de la *noción de acumulación*), se desarrolló a través de un análisis epistemológico donde se encontró un patrón de construcción en la conformación de la teoría de integración. El patrón de construcción es considerado como “la representación de una idea que prevalece independientemente del contexto de la situación” (Cordero, 2003, p. 11). Bajo esta idea se estudiaron diferentes momentos del desarrollo epistemológico, clasificados en tres situaciones: 1) La Integral antes de Riemann, dónde se estudia principalmente la Integral de Cauchy. 2) La Integral de Riemann 3) La Integral después de Riemann, considerando las obras de Lebesgue, Luzin y Denjoy. Consecuencia de ese estudio, se identifica a la expresión  $\int_a^b f dx = F(b) - F(a)$  como el patrón de construcción. De esta manera se resignificó a la Integral por medio de la noción de acumulación, lo que permitió conformar una categoría de acumulación (Cordero, 2003).

Teniendo como base la investigación anterior, Mota (2019) muestra cómo en el campo de modelación matemática la integral se resignifica a través de la noción de acumulación. Esta emerge en la situación de modelación matemática del ciclo de vida de la plaga llamada *Brevipalpus Chilensis*, realizada por una comunidad de conocimiento matemáticos de Modeladores Biomatemáticos. La autora analiza la situación específica del cálculo de la constante térmica; observó que la problemática de la comunidad, en esa situación específica, es el cómo realizar la acumulación de los grados-días (unidad de medida), para lograr una mejor aproximación a la constante térmica de la plaga. El uso de la noción de acumulación permitió cuantificar el fenómeno, reconociendo al patrón

de construcción de la integración como aquel procedimiento a través del cual la cuantificación se hizo posible, mediante los procesos de generalización. De esta forma, la categoría de acumulación surge como un conocimiento funcional que ayuda a darle solución al problema planteado. La acumulación, en esta situación específica, adquiere el significado de constante térmica. Esto permite generar una argumentación de predicción, es decir, reconocer los estados futuros o transformar un estado en otro, ya sea para una etapa o para el desarrollo completo de la plaga. Lo anterior, permitió la construcción de *lo matemático* de la comunidad de conocimiento matemático de modeladores biomatemáticos; reflejo de la matemática funcional en esa comunidad (Ver Figura 4).

Figura 4. Lo matemático en la comunidad de conocimiento de modeladores biomatemáticos (Mota, 2019)

	Situación Específica		Situación Específica
Construcción en las prácticas/Construcción de lo matemático	Variación	→	Construcción de lo matemático en la CCM(MB)
Significaciones	Flujo Movimiento Acumulación Estado Permanente		Significaciones
Procedimiento	Comparación de dos Estados $f(x+h) - f(x) = \alpha h$ $\alpha = f'(x)$		Procedimiento
Instrumento útil al humano	Cantidad de variación continua		Instrumento útil al humano
Argumentación	Predicción $E_o + Variación = E_f$		Argumentación
			Cálculo de la constante térmica del Brevipalpus chilensis
			Constante térmica
			Comparación de dos Estados $f(x+h) - f(x) = \alpha h$ $\alpha = f'(x)$
			Acumulación de los grados-días
			Predicción $E_o + Variación = E_f$ Transformación de un estado en otro

Por otro lado, Mendoza-Higuera, Cordero, Solís y Gómez (2018), mencionan algunos ejemplos de usos del conocimiento matemático en diversas comunidades; uno de esos ejemplos es la modelación de acumulación. Esta se presenta como una situación de acumulación de fluidos que es propia de las prácticas de una comunidad de conocimiento matemático de ingenieros civiles en formación. Hace referencia a la necesidad de mantener el nivel de un fluido acumulado en un tanque cilíndrico al que le entra un fluido con un gasto constante y sale a través de una válvula con un gasto variable. Esta situación permitió significar a la ecuación diferencial lineal como un modelo de estabilidad.

La integral, por ende, desde la acumulación, se reconoce como un conocimiento funcional y transversal en distintas comunidades y en situaciones específicas del cotidiano profesional o disciplinar de estas comunidades.

#### Acerca de la Identidad Disciplinar y la Adherencia

El segundo elemento que se considera para la construcción del DSES es la *identidad disciplinar*, como ente de resistencia al fenómeno de la *adherencia*. La adherencia es uno de los fenómenos provocados por el dME, caracterizado por la aceptación total del sistema hegemónico que actualmente rige la Matemática Escolar. Como consecuencia de este fenómeno, ni el profesor ni el estudiante se atreven a cuestionar y tratar de considerar argumentaciones distintas a las valoradas en el dME (Cordero *et al*, 2015).

Como se mencionó en párrafos anteriores, la comunidad de conocimiento en la que se pondrá en escena el DSES, es una comunidad de profesores de matemática en formación. Opazo-Arellano, Cordero y Silva-Crocci (2018) consideran que la “Identidad Disciplinar es un factor esencial para que el docente trastoque y transforme al dME. Considerándolo como el instrumento de resistencia para que participe en la construcción de los objetos y en las resignificaciones de los usos”. Con el fin, entonces, de promover la construcción de la identidad disciplinar, en el DSES se pone en escena el diálogo horizontal de la Matemática Escolar con los usos del conocimiento matemático propios de esta comunidad.

Desde una perspectiva de Identidad Disciplinar, el DSES debe articular al menos tres momentos: el primer momento hace alusión a *la confrontación*, es decir, en el cual quien aprende cuestiona la matemática escolar. El segundo momento es *el despoje del discurso matemático escolar*, donde el que aprende accede a otros significados y procedimientos que promueven la construcción de un patrón gráfico o analítico que a priori no está presente en lo habitual de la enseñanza de la matemática escolar. Un tercer momento, será la emergencia de las *argumentaciones autónomas* (Opazo-Arellano, Cordero y Silva-Crocci, 2019). Todo lo anterior, en busca de que el docente de matemáticas valore su propio uso del conocimiento matemático.

### ■ Para finalizar

Este proyecto de investigación está orientado a la construcción de un Diseño de Situación Escolar de Socialización, donde se busca la resignificación de la Integral a través de la *acumulación*, ya que consideramos que con ello se logrará descentralizar la atención en el objeto matemático, pues es una categoría que representa un conocimiento funcional y transversal.

### ■ Referencias bibliográficas

- Alanís, J.A. y Soto, A.E. (2011). La Integral de funciones de una variable: Enseñanza Actual. *El Cálculo y su Enseñanza*, 3(1), 1-6.
- Bressoud, D. M., Ghedamsi, I., Martínez-Luaces, V., & Törner, G. (Eds.). (2016). *Teaching and learning of calculus*. Cham: Springer.
- Cantoral, R. (2013). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento*. Barcelona, España: Gedisa
- Cantoral, R. [Facultad de Educación Universidad de La Sabana]. (30 septiembre, 2015). Conferencia Ricardo Cantoral (México) Día 3 Congreso Internacional Didáctica de la Matemática [Archivo de video]. Recuperado desde <https://youtu.be/tl7wnOTDgcU>
- 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. (2003). *Reconstrucción de significados del Cálculo Integral: La noción de acumulación como una argumentación*. D.F, México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Cordero, F. (2005). El rol de algunas categorías del conocimiento matemático en educación superior. Una socioepistemología de la Integral. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 8(3), 256-286.
- Cordero, F. (2008). El uso de las gráficas en el discurso del cálculo escolar. Una visión socioepistemológica. En R. Cantoral, O. Covián, R. M. Farfán, J. Lezama & A. Romo (Ed.), *Investigaciones sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: Un reporte Iberoamericano* (pp. 285-309). México, D. F.: Díaz de Santos-Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. A. C.

- Cordero, F. y Silva-Crocci, H. (2012) Matemática Educativa, Identidad y Latinoamérica: El quehacer y la usanza del Conocimiento Disciplinar. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa* 15 (3), 295-318
- Cordero, F. (2016a). Modelación, funcionalidad y multidisciplinariedad: el eslabón de la matemática y el cotidiano. En J. Arrieta y L. Díaz (Eds.), *Investigaciones latinoamericanas de modelación de la matemática educativa* (pp. 59-88). Barcelona, España: Gedisa
- Cordero, F. (2017). *La matemática y lo matemático. Transversalidad y Modelación: un programa Socioepistemológico*. Manuscrito en preparación.
- Cordero, F., Gómez, K., Silva-Crocci, H., Soto, D. (2015). *El discurso matemático escolar: la adherencia, la exclusión y la opacidad*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Gómez, K. y Cordero, F. (2010) Los procesos de difusión del conocimiento matemático en el cotidiano. Un estudio socioepistemológico. En P. Lestón (Ed.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 23, 919-927.
- Kouropatov, A. y Dreyfus, T. (2013). Constructing the integral concept on the basis of the idea of accumulation: suggestion for a high school curriculum. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44 (5), 641-651
- Martínez, M., García, D. (2016). *Una situación didáctica para introducir la noción de la suma de Riemann*. En S. Estrella, M. Goizueta, Guerrero, A. Mena, J. Mena, E. Montoya, ..., D. Zakaryan (Eds.), XX Actas de las Jornadas Nacionales de Educación Matemática (p. 377-381), ISSN 0719-8159. Valparaíso, Chile: SOCHIEM, IMA-PUCV.
- Mota, C. (2019) *La Matemática Escolar y la Modelación: De la Integral a una Categoría de Acumulación*. Tesis de Maestría no publicada. Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Mendoza-Higuera, E. J., Cordero, F., Solís M. y Gómez, K. (2018), El Uso del Conocimiento Matemático en las Comunidades de Ingenieros. Del Objeto a la Funcionalidad Matemática. *Bolema*, 32 (62), 1219-1243
- Opazo-Arellano, C.; Cordero Osorio, F. y Silva-Crocci, H. (2018). ¿Por qué estudiar la identidad disciplinar en la formación inicial del docente de matemáticas? *Premisa* 20 (77), 5-20
- Opazo-Arellano, C. y Cordero Osorio, F. y Silva-Crocci, H. (2019). La Formación del Futuro Profesor de Matemáticas y la Construcción de la Identidad Disciplinar. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 32, 600-607. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Silva-Crocci, H. y Cordero, F. (2014). Matemática Educativa: Latinoamérica, Adherencia E Identidad. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 27, 1449-1456. México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.
- Soto, D. (2014). *La dialéctica Exclusión-Inclusión entre el discurso matemático escolar y la Construcción Social del Conocimiento Matemático*. (Tesis de Doctorado no publicada). Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.
- Zepeda, S., (2010) *Ambiente computacional de apoyo a la enseñanza y aprendizaje de la matemática: caso introducción de la integral de Riemann*. (Tesis de Maestría no publicada) Departamento de Matemática Educativa, Cinvestav-IPN, México.