

## DISCURSOS EN LA MODELACIÓN MATEMÁTICA Y SU INCIDENCIA EN LAS DINÁMICAS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN DESDE UNA PERSPECTIVA SOCIO CRÍTICA

**Oscar Alejandro Barrios Candil, Lesly Tatiana Galvis Bejarano**

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (Colombia).

oscalej2@gmail.com, matetag@gmail.com

**Palabras claves:** modelación matemática, exclusión/inclusión, discursos

**Keywords:** mathematical modelling, exclusion/inclusion, discourses

### RESUMEN

El presente documento expone el avance de una propuesta de investigación que busca identificar la incidencia de los discursos surgidos en el proceso de modelación matemática en un escenario de investigación respecto a las dinámicas de exclusión e inclusión desde la perspectiva socio crítica. Así, se abordan teóricamente los obstáculos socio políticos para el aprendizaje y se propone un encuadre metodológico inscrito en el paradigma socio crítico, que toma como objeto de investigación los discursos surgidos en el proceso de modelación matemática en relación con las dinámicas de exclusión e inclusión.

### ABSTRACT

This paper exposes the progress of a research proposal that seeks to identify the incidence of emerging discourses of mathematical modelling process in a landscape of investigation regarding to dynamics of inclusion and exclusion from socio critical perspective. Thereby, the socio critical obstacles for learning are theoretically addressed and a methodological frame within socio critical paradigm is proposed, which takes as a research object discourses that emerges in mathematical modelling process related to exclusion and inclusion dynamics.

## ■ Introducción

El artículo presenta el avance de un trabajo de investigación que pretende identificar la incidencia de los discursos surgidos del proceso de modelación matemática desde la perspectiva socio crítica respecto a las dinámicas de inclusión y exclusión, que se enmarca en el enfoque de la educación matemática crítica (Skovsmose, 1999; Skovsmose y Valero, 2012) y en el trabajo realizado por el grupo de investigación interinstitucional de Diversidad y Didáctica de las Matemáticas, conformado por docentes y estudiantes de las Universidades Distrital Francisco José de Caldas y Pedagógica Nacional, ubicadas en Bogotá, D.C. (García, et al, 2009; García y Valero, 2013; Camelo, Mancera, Zambrano y Romero, 2013). En este avance se presentan tanto el planteamiento teórico como la metodología de investigación propuesta.

Al tomar como referencia el enfoque de la educación matemática crítica, el presente trabajo persigue la realización de una visión crítica sobre la realidad, en la que se reconoce la existencia de crisis en la sociedad así como de la actividad de prestar atención, identificar, tratar de captar, comprender y reaccionar frente a una situación de crisis (actividad crítica).

## ■ Consideraciones teóricas

### **Estratificación, inclusión y exclusión**

En el marco de la educación matemática crítica, Skovsmose (2012a) plantea que dentro de la clase de matemáticas tienen lugar interacciones complejas entre estudiantes y docente (concebidos como actores sociales) que conllevan a la generación de una cultura de la clase. Dicha cultura está compuesta por una variedad de dimensiones importantes para caracterizar un ambiente de aprendizaje, como las formas de comunicación, los recursos económicos de la escuela, entre otros aspectos característicos de los ambientes de aprendizaje, los cuales definen diferentes características del funcionamiento de la clase.

Uno de estos aspectos es la estratificación de los estudiantes, que consiste en “la manera de proveer una clasificación y un ordenamiento de los estudiantes de acuerdo con sus habilidades” (Skovsmose, 2012a; p. 125). Tal estratificación hace evidente un mecanismo de poder que consiste en la generación de categorías de estudiantes basadas en su conocimiento y habilidad matemática, las cuales permiten que esta práctica se constituya en una forma de violencia escolar.

La estratificación está basada en la inclusión de unos estudiantes en las posiciones más altas, con la subsecuente exclusión de otros estudiantes, quienes de manera sutil y simbólica se ven relegados en la clase de matemáticas. Según Skovsmose (2012b), “los procesos de exclusión en educación se pueden disfrazar de tal manera que su dimensión política quede oculta y pase inadvertida” (p. 131), por lo que es posible que aparezcan como una consecuencia de lo que los docentes suelen denominar el rendimiento (bajo o alto) de algunos estudiantes, llevando esta situación a un terreno cognitivo e individual.

La consideración de las dinámicas de exclusión en el contexto de una clase de matemáticas obedece a la forma en que son concebidas las prácticas de aula desde esta perspectiva. Valero (2012) plantea que las prácticas de aula forman parte de una red de prácticas sociales conformada por diferentes sitios de práctica, participantes, organizaciones, reglas y discursos, que constituyen la complejidad cultural, social, económica, histórica y política de la educación. En este sentido, es necesario reconocer que las

dinámicas de exclusión dentro de la clase de matemáticas no son simplemente un fenómeno que obedece a las interacciones entre personas, sino que involucra además factores como las formas de comunicación, el uso de la información, los recursos económicos de la escuela, los antecedentes de los estudiantes, los conflictos políticos representados en el salón de clase, las posibilidades futuras en la vida de los estudiantes, entre otros, y que es importante repensar este tipo de estudios con respecto a las particularidades históricas de la región latinoamericana (García y Valero, 2013). Estos factores configuran una compleja red de prácticas que tiende a quedar oculta a los ojos de docentes y estudiantes.

En este contexto, la labor de una educación matemática crítica consiste en desvelar la naturaleza compleja y relacional de la realidad, de forma que sea posible la reflexión en el aula de clase sobre las relaciones entre los fenómenos socio políticos y la educación matemática, así como la toma de decisiones acerca de las transformaciones sobre dicha realidad.

### ■ Disposiciones, intenciones y diálogo en la modelación matemática

El enfoque socio-político sobre la educación matemática pretende rescatar los problemas disposicionales e intencionales de los estudiantes, que configuran conflictos sociales y políticos dentro de la escuela, y que constituyen a su vez obstáculos de aprendizaje. Al respecto, Skovsmose (2012a) plantea que muchos de estos obstáculos no son cognitivos, dado que obedecen más bien a procesos de exclusión de la educación matemática y responden a dinámicas sociales relacionales y al funcionamiento de diferentes mecanismos de poder.

Desde esta perspectiva, la educación matemática debe involucrar al estudiante como un agente activo dentro de su propio proceso de aprendizaje. Alrø y Skovsmose (2012) plantean que este requisito se logra si el estudiante mantiene con el docente una relación dialógica, asociada a procesos de indagación —obtención de nuevas comprensiones a través de la voluntad para cuestionar las propias concepciones y preconcepciones, y el conocimiento ya adquirido—, al sostenimiento de la igualdad —respeto por la diversidad y no uso del poder, la fuerza o la persuasión — y a la toma de riesgos —en términos de impredecibilidad, ya que el diálogo no tiene una dirección predefinida y su resultado no se puede predecir—. Dentro de este proceso, el estudiante tiene la posibilidad de desarrollar un aprendizaje dialógico, que con sus cualidades de indagación y reflexión, resulta fundamental para el aprendizaje crítico de las matemáticas (Alrø y Skovsmose, 2012).

Skovsmose (1999) caracteriza al conocimiento a que da lugar el aprendizaje dialógico desde su clasificación en tres tipos: matemático (comúnmente conocido como habilidades matemáticas), tecnológico (habilidad para aplicar las matemáticas al logro de fines tecnológicos) y reflexivo (evaluación de un fin tecnológico y de sus consecuencias éticas y sociales). De este modo, el aprendizaje esperado por parte del estudiante no consiste solamente en su conocimiento de las matemáticas, sino que persigue el desarrollo de la capacidad para tomar una posición frente a las implicaciones sociales de las matemáticas y del poder formativo que ostentan.

La necesidad de encaminarse hacia la construcción por parte del estudiante de los tipos de conocimiento propuestos por Skovsmose (1999) dirige la atención hacia la modelación matemática. García et al. (2013) habían presentado con anterioridad la necesidad de configurar escenarios dialógicos para el aprendizaje

de las matemáticas. A su vez, Camelo et al. (2013) señalan múltiples potencialidades y características que presenta la implementación de la modelación matemática desde una perspectiva socio crítica, en tanto que involucra el diálogo y la reflexión crítica como elementos centrales, de forma que permite el surgimiento de discursos reflexivos.

Con anterioridad, Blomhøj (2009) había realizado un recorrido por diferentes concepciones acerca de la modelación matemática, dentro de las cuales se encuentra la socio crítica, desde la que se rescata el hecho de que “la educación matemática, y especialmente la enseñanza de la modelación matemática y sus aplicaciones, poseen potencial para empoderar a los estudiantes como ciudadanos autónomos e independientes en la sociedad” (p. 11). Este empoderamiento solamente se puede lograr con base en el diálogo con otros, en términos de sostenimiento de la igualdad. Barbosa (2009a, b) y Araújo (2009) defienden el papel que el involucramiento de los estudiantes en una actividad de modelación matemática juega en el logro de los conocimientos matemático, tecnológico y reflexivo.

Barbosa (2009b) considera como modelo una amplia denominación referida a las representaciones simplificadas —mentales o no— que los seres humanos hacen sobre la realidad (o sobre una supuesta realidad). En consonancia, desde la perspectiva socio crítica se llama modelación “(...) a un entorno de aprendizaje donde los estudiantes son invitados a cuestionar e investigar, por medio de las matemáticas, las situaciones con referencia en la realidad” (Barbosa, 2001; citado por Araújo, 2009; p. 1). Aquí se pone de relieve que el proceso de modelación debe generar no solamente modelos matemáticos y habilidades para su aplicación, sino también una reflexión acerca de los procesos mediante los cuales se construyen y de las implicaciones sociales que pueden tener. Estos productos se relacionan directamente con los tres tipos de conocimiento propuestos por Skovsmose (1999), razón para plantear que a través de la modelación matemática (concebida en esta manera) se logra el aprendizaje dialógico y reflexivo.

Una manera de dar lugar a una actividad de modelación matemática en condiciones de igualdad consiste en plantear en la clase “una situación particular que tiene la potencialidad de promover un trabajo investigativo o de indagación” (Skovsmose, 2012a; p.111), en la que el docente *invita* a los estudiantes a indagar y concertar sus intenciones y disposiciones, con lo que se busca concertar (no imponer) la actividad de modelación matemática y el fenómeno a modelar. Así, se constituye en un escenario de posibilidad para la reflexión de una situación real perteneciente al contexto social de los estudiantes y que ha sido identificada a partir de sus intereses, experiencias e intenciones, con el fin de invitarlos a ser sujetos activos que reflexionen, interpreten, propongan, resuelvan, evalúen las posibles soluciones y tomen una posición frente a la situación modelada.

Con base en la concepción de las prácticas de aula en el marco de una red compleja de prácticas sociales, se plantea que implican necesariamente las interacciones entre los participantes en el aula de clase, las cuales llevan a la presencia de discursos. Al respecto, Barbosa (2009a) propone que en la modelación matemática se pueden desarrollar discursos matemáticos (referidos a ideas pertenecientes a la matemática pura), tecnológicos (referidos a las técnicas de construcción del modelo matemático) y reflexivos (referidos a la naturaleza de la construcción del modelo matemático y a sus consecuencias sociales). Este enlace entre la modelación y la presencia y tipo de discursos que se promueven a través

de ella posibilita el rastreo de las dinámicas de inclusión y exclusión presentes en el aula de clase a través de las interacciones presentadas.

### ■ Metodología

La presente propuesta se plantea desde el paradigma socio crítico, según el cual la realidad es una construcción colectiva que toma existencia como producto de las interacciones entre los seres humanos y que se dirige hacia su comprensión crítica y transformación-acción. El objeto de estudio son los discursos que tienen lugar en una actividad de modelación matemática y su relación con las dinámicas de inclusión y exclusión presentes en un proceso de modelación matemática desde la perspectiva socio crítica. Sin embargo, el objeto de observación son las interacciones entre estudiantes y docente, tanto de tipo verbal como gestual. Por tanto, se pretende acceder a las interacciones que tienen lugar entre estudiantes del curso 1003 de la Institución Educativa Distrital (I.E.D.) Divino Maestro -ubicado en la localidad de Usaquén, zona norte de Bogotá- y entre ellos y la docente investigadora, las cuales se enmarcan en la interrelación de las situaciones presentadas en la Figura 1, que no son estáticas sino que se transforman de acuerdo con el avance de la investigación (Skovsmose y Borba, 2004).

Figura 1. Metodología de investigación acción crítica.



Figura 1. Interrelación entre las situaciones imaginada, actual y acordada, a través de la organización práctica, la imaginación pedagógica y el razonamiento crítico. Adaptado de Skovsmose y Borba (2004).

Desde este esquema de *investigación acción crítica*, existe una interrelación entre tres tipos diferentes de situaciones, así como de tres acciones que permiten transitar entre ellas y posicionar el cambio en el salón de clase como indispensable. Se concibe la situación actual como las condiciones de la clase antes de que se realice la experiencia pedagógica propuesta (es decir, antes de iniciar el proceso de modelación matemática), a la situación imaginada como la visión sobre las posibilidades a construir (donde juegan conocimientos teóricos y cotidianos, experiencias, intereses y expectativas) y a la situación acordada como aquella alternativa práctica que emerge de una negociación entre diferentes actores, que puede contar con limitantes estructurales y prácticas, pero que es gestionada para dirigirse hacia la situación imaginada.

El proceso de investigación se realiza entre estas tres situaciones, mediante la realización de las tres acciones señaladas en la Figura 1. Skovsmose y Borba (2004) establecen que la imaginación pedagógica

es un proceso que parte de la situación actual y que permite crear la situación imaginada, que la organización práctica consiste en la planeación práctica de actividades necesarias para establecer la situación gestionada a partir de la actual, y que el razonamiento crítico es el proceso analítico realizado para reconsiderar la situación imaginada a la luz de las experiencias relacionadas con la situación acordada, por lo que representa una interacción crítica entre la imaginación pedagógica y la organización práctica. Para la realización de estas tres acciones es indispensable la cooperación entre los participantes en la investigación como co-investigadores y co-sujetos de la clase, ya que investigar de manera crítica es investigar con alguien.

El desarrollo de la investigación inició con el planteamiento, junto con los estudiantes, una actividad que permita la exploración de sus intenciones y disposiciones dentro de la clase, de tal forma que se pueda negociar el fenómeno a desarrollar a través de un proceso de modelación matemática. Para esto, se reconoce la importancia de las características de los diferentes contextos en que viven los estudiantes y sus perspectivas de futuro, en tanto que forman parte de los elementos que llevan para un trabajo de negociación con las demás personas que interactúan en la clase. De esta forma, se pretende dar cabida a una constitución dialógica del ejercicio de modelación.

Posteriormente se desarrolla el proceso de modelación matemática, que implica la presencia de interacciones y, por lo tanto, permite el surgimiento de discursos. En esta fase, resulta de gran importancia la recolección de la información acerca de tales interacciones, que se propone a través del uso de tres tipos de estrategias: observación participante y no participante, grabación de video y grabación de audio.

La observación participante será realizada por la docente-investigadora encargada de realizar la clase mientras desarrolla el ejercicio de modelación matemática, razón por la que es necesario que registre sus observaciones con posterioridad a la clase. La observación no participante será realizada por otro docente-investigador, quien deberá realizar registro acerca de sus observaciones en un diario de campo. Posteriormente, se realizará una reunión entre ellos con el fin de establecer diálogos acerca de las observaciones realizadas. Las grabaciones de video y audio se proponen como herramientas que permitan la realización de observaciones adicionales, en caso de ser necesarias, o para afinar detalles de las observaciones.

Por último, se propone la realización de un análisis de las interacciones con base en los planteamientos de Barbosa (2009a) y Bajtin (1982), de tal forma que sea posible explorar aquellos aspectos de los discursos que permitan plantear la presencia y características de las dinámicas de inclusión y exclusión presentes en la clase. Para ello, se hace necesario explorar relaciones entre las categorías teóricas planteadas, de forma que permitan elaborar una lectura sobre la incidencia de los discursos en las dinámicas de inclusión y exclusión.

## ■ Conclusiones

El avance de investigación presentado en este espacio permite evidenciar el encuadre teórico y la definición del diseño metodológico, con los cuales se ha buscado asegurar la coherencia epistemológica. La investigación en educación matemática crítica se interesa por indagar acerca de los fenómenos

sociales que forman parte de la clase de matemáticas, tal como las dinámicas de inclusión y exclusión. Este no es el único fenómeno social que resulta de interés, ya que se podrían generar investigaciones sobre aspectos como conflictos políticos en clase, condiciones económicas de la escuela, antecedentes y porvenir de los estudiantes, o formas de comunicación en la clase. Por supuesto, esta investigación no las abordará, pero quedan como posibles focos para la investigación dentro de esta perspectiva de la educación matemática. Para finalizar, la invitación desde esta labor investigativa consiste en concebir la modelación matemática como una oportunidad para generar conciencia crítica en los estudiantes y, como consecuencia, la transformación de su subjetividad y del contexto en que viven.

### ■ Referencias bibliográficas

- Alrø, H. y Skovsmose, O. (2012). Aprendizaje dialógico en la investigación colaborativa. En P. Valero y O. Skovsmose (Comp.), *Educación matemática crítica: una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 149-172), Bogotá: Universidad de los Andes.
- Araújo, J. L. (2009). Formatting real data in mathematical modelling projects. En M. Blomhøj y S. Carreira (Eds.), *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics: Proceedings from TSG21 at the ICME11*, n° 461, (pp. 229-239). Roskilde: Roskilde University.
- Bajtin, M. (1982). *Estética de la creación verbal*. México: Siglo XXI.
- Barbosa, J. C. (2009a). Mathematical modelling, the socio-critical perspective and the reflexive discussions. En M. Blomhøj y S. Carreira (Eds.), *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics: Proceedings from TSG21 at the ICME11*, n° 461, (pp. 133-143). Roskilde: Roskilde University.
- Barbosa, J. C. (2009b): Modelagem e modelos matemáticos na educação científica. *ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia* 2 (2), pp. 69-85.
- Blømjoh, M. (2009). Different perspectives in research on the teaching and learning mathematical modelling, categorising the TSG21 papers. En M. Blomhøj y S. Carreira (Eds.), *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics: Proceedings from TSG21 at the ICME11*, n° 461, (pp. 1-17). Roskilde: Roskilde University.
- Camelo, F., Mancera, G., Zambrano, J. y Romero, J. (2013). Reflexiones sobre las potencialidades y dificultades en la iniciación de prácticas sociocríticas de modelación matemática. En García, G., Valero, P., Salazar, C., Mancera, G., Camelo, F. y Romero, J. (Eds.), *Procesos de inclusión / exclusión, subjetividades en educación matemática* (pp. 119-145), Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Fondo Editorial.
- García, G., Valero, P., Camelo, F., Mancera, G., Romero, J., Peñaloza, G. y Samacá, S. (2009). *Escenarios de aprendizaje de las matemáticas: un estudio desde la perspectiva de la educación matemática crítica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Fondo Editorial.
- García, G. y Valero, P. (2013). De la igualdad, la equidad y la (in)exclusión en el currículo de matemáticas: una revisión en el contexto colombiano. En G. García, P. Valero, C. Salazar, G. Mancera, F. Camelo y J. Romero (Eds.), *Procesos de inclusión / exclusión, subjetividades en educación matemática* (pp. 21-42), Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Fondo Editorial.
- Skovsmose, O. (1999): *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Bogotá: Una empresa docente.

- Skovsmose, O. y Borba, M. (2004). Research methodology and critical mathematics education. En P. Valero y R. Zevenbergen (Eds.), *Researching the Socio-political Dimensions of Mathematics Education: Issues of Power in Theory and Methodology* (pp. 207-226), Dordrecht: Kluwer.
- Skovsmose, O. y Valero, P. (2012): Rompimiento de la neutralidad política: el compromiso crítico de la educación matemática con la democracia. En: P. Valero y O. Skovsmose (Comp.), *Educación matemática crítica: una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 1-23), Bogotá: Universidad de los Andes.
- Skovsmose, O. (2012a). Escenarios de investigación. En P. Valero y O. Skovsmose (Comp.), *Educación matemática crítica: una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 109–130), Bogotá: Universidad de los Andes.
- Skovsmose, O. (2012b). Porvenir y política de los obstáculos de aprendizaje. En: P. Valero y O. Skovsmose (Comp.), *Educación matemática crítica: una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 131-148), Bogotá: Universidad de los Andes.
- Valero, P. (2012): La educación matemática como una red de prácticas sociales. En: P. Valero y O. Skovsmose (Comp.), *Educación matemática crítica: una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas* (pp. 299-326), Bogotá: Universidad de los Andes.