

## **METODOLOGÍA DE ESTUDIO DE LAS INTERACCIONES PROFESOR-ESTUDIANTES EN CLASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EDUCACIÓN SUPERIOR**

Quiroz, C.<sup>1</sup>, Celis, S.<sup>2</sup>

CMM - CIAE, Universidad de Chile<sup>1</sup>, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Universidad de Chile<sup>2</sup>

*Resumen: Este documento presenta una metodología para analizar videos de clases de resolución de problemas. El análisis está centrado en las interacciones que ocurren entre el profesor y sus estudiantes, relevando la importancia de la matemática discutida y expuesta por estos últimos. Se detalla la estructura de las clases, el objetivo de la metodología, su desarrollo, los elementos que la componen y el procedimiento para su aplicación.*

Metodología de investigación, resolución de problemas, análisis de video, interacciones en sala

### **INTRODUCCIÓN**

Este documento trata sobre la metodología de análisis de video que los autores en conjunto con otros investigadores<sup>24</sup> han desarrollado para estudiar las interacciones entre profesores y alumnos en sesiones de resolución de problemas en clases de matemática de una institución de educación superior. Este desarrollo se realizó en base a filmaciones de profesores de matemáticas obtenidas en el marco del desarrollo profesional ARPA (Activación de Resolución de Problemas en el Aula), perteneciente al Centro de Modelamiento Matemático (CMM) y el Centro Avanzado en Educación (CIAE), ambos de la Universidad de Chile. Estas filmaciones capturan la implementación de una actividad de resolución de problemas en el aula de profesores de matemáticas que imparten clases en primer año de educación superior (profesores en ejercicio), quienes participaron en ARPA.

Antes de describir la metodología en sí, se presenta un breve marco teórico relacionado con la resolución de problemas y discusiones matemáticas, luego se explica la estructura de las clases de resolución de problemas que realizaron los profesores participantes del desarrollo profesional. Finalmente, discutiremos la definición de objetivos, el proceso de desarrollo, y las principales dimensiones y componentes de la metodología para el análisis de videos. Esta metodología pertenece a una investigación en curso, en la Conferencia SOCHIEM, se espera presentar resultados preliminares obtenidos con ella.

### **LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y LA DISCUSIÓN MATEMÁTICA**

La resolución de problemas es un elemento fundamental en el aprendizaje y enseñanza de la matemática (Kilpatrick et al., 2009; Niss, 2003), esta ofrece al estudiante la posibilidad de establecer conexiones entre distintos elementos matemáticos, y fomenta habilidades como representar, examinar y aplicar, además de la oportunidad de utilizar procesos avanzados de pensamiento matemático como analizar, abstraer, generalizar, conjeturar o sintetizar (NCTM, 2000). Los profesores e investigadores utilizan la resolución de problemas de

---

<sup>24</sup> Esta metodología fue desarrollada por Sergio Celis, Lisa Darragh, Carlos Quiroz, Camila Romero, y Valentina Toro, todos investigadores asociados a ARPA. Además, se contó con la asesoría de Vilma Mesa, University of Michigan.

formas diversas dependiendo de la concepción que se tenga acerca de qué es un problema y qué significa resolverlo. Se entenderá que el término “problema” no es una propiedad inherente a una actividad matemática sino que depende del tipo de interacción que se produzca entre la actividad y la persona que intenta resolverla. Luego, la manera en que dicha persona se enfrenta a la tarea de resolver un problema depende de su experiencia previa, esta entendida como el conjunto de conocimientos matemáticos, heurísticas, metacognición, su sistema de creencias y las prácticas educativas en las que haya participado (Schoenfeld, 1985).

Otro elemento que ha probado ser una de las prácticas centrales en educación matemática, y en la resolución de problemas en el aula en particular, son las discusiones plenarias (discusiones de curso completo). Estas demandan de los estudiantes otras habilidades que en general no son tratadas si un problema es resuelto de forma individual o en un grupo pequeño. Las principales demandas son: formalización de un lenguaje y notación para referirse a los elementos del problema y/o su solución, desarrollo de argumentación para defender o invalidar los procedimientos matemáticos implicados en el desarrollo de una solución, y entender las conexiones existentes entre diferentes estrategias que den respuesta al problema. Investigadores han estudiado la forma en que los profesores pueden guiar estas discusiones, por ejemplo cómo utilizar las respuestas de los estudiantes (Stein, Engle, Smith, & Hughes, 2008), o cuáles son las instrucciones y acciones que pueden realizar con el objeto de generar o mantener riqueza en la discusión matemática (Kwon, Hoover, 2016).

## **CONTEXTO Y ESTRUCTURA DE LAS CLASES**

En el programa ARPA los profesores participantes hacen y reflexionan sobre la implementación de la resolución de problemas en el aula. El desarrollo de esta metodología de análisis de video se realizó sobre datos obtenidos en un taller ARPA en el cual participaron 12 profesores de matemáticas de primer año de una institución de educación superior. Esta institución, interesada en la resolución de problemas dio todas las facilidades para que estas clases se desarrollen de forma normal dentro de los establecimientos y los planes de trabajo curriculares, asimismo para las filmaciones realizadas por el equipo. La estructura del taller consistió en un total de ocho sesiones presenciales mensuales. Entre las sesiones los profesores debieron implementar seis clases de resolución de problemas, de las cuales cuatro fueron filmadas. Estas filmaciones tuvieron el doble objetivo de entregar retroalimentación al profesor y usarse como datos de investigación. En total se obtuvieron 48 videos de clases de resolución de problemas, cuatro para cada profesor.

La estructura de la clase propuesta por ARPA consta de tres etapas fundamentales que son: Entrega, Activación-Consolidación y Discusión. En la fase de Entrega el profesor conforma a los alumnos en grupos de trabajo de forma aleatoria, les entrega el problema a resolver y explica cuáles son los criterios para considerarlo resuelto. En la fase de Activación-Consolidación los estudiantes trabajan en grupo e interactúan con el profesor cuando estos tienen dificultades o creen que ya resolvieron el problema, la idea de esta interacción es que el profesor no dé respuestas a los alumnos y solo los guíe a través de preguntas. Finalmente en Discusión, alumnos representantes de los grupos exponen sus soluciones al resto del curso y se discute respecto de cómo se resolvió el problema.

## OBJETIVO, DESARROLLO Y DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El objetivo de la metodología es abordar, identificar, diferenciar y relacionar distintas etapas y aspectos de la interacción profesor-estudiantes durante una sesión de resolución de problemas. En particular, se busca entender como las etapas y aspectos del inicio y transcurso de la clase impactan en la calidad y extensión de la matemática discutida por los estudiantes al finalizar la misma.

Aquí se presentan tres elementos fundamentales de la metodología: Principios de Análisis, Instrumento de Codificación, y Procedimiento de Codificación. Los Principios de Análisis sintetizan la mirada y el enfoque que los investigadores le dan a este. El primer principio es de baja *inferencia* y hace relación con que los aspectos a analizar en los videos requieran de poca interpretación por parte de los investigadores; el segundo es de *parsimonia* y consiste en consolidar y discriminar entre múltiples aspectos de interés para facilitar la codificación e interpretación de resultados. Por último el principio de *diferenciación de etapas* considera las distintas etapas de una clase de resolución de problemas como segmentos con una dinámica y análisis propios.

El segundo elemento de la metodología es el Instrumento de Codificación y contiene el trabajo que los investigadores han realizado identificando cuáles son los aspectos a analizar en cada una de las etapas de una clase de resolución de problemas<sup>25</sup>. Para diseñar el Instrumento se usó la literatura especializada (e.g., Tripp & Rich, 2012), la experiencia de los investigadores y una exhaustiva revisión previa de los videos. Se realizaron 12 reuniones de dos horas en donde se observaron videos, a la vez que se crearon versiones del Instrumento que se utilizaron para codificar nuevos videos y discutir su capacidad y dificultad de análisis. Lo anterior se volvió un proceso iterativo que dio origen a cinco versiones previas del Instrumento antes de consolidar la versión definitiva. Una de las primeras conclusiones obtenidas de la observación preliminar de los videos fue la convicción de que, a excepción de la etapa de Entrega, no se debe analizar las etapas de forma global, por el contrario, es necesario tener una unidad de análisis más pequeña en cuanto a su extensión temporal. Lo anterior llevó a que en la etapa de Activación-Consolidación se definiera a cada intervención que el profesor hace con cada grupo una unidad de análisis, y que en la etapa de Discusión se definieran dos unidades, la primera desde que el profesor cierra la fase anterior hasta que el primer estudiante comienza a presentar sus soluciones, y la segunda es cada una de las presentaciones que hacen los estudiantes frente al resto del curso. Los aspectos a analizar en cada una de las etapas son los siguientes:

- Entrega: formación de grupos, instrucción inicial y problema.
- Activación-Consolidación: general, de participación, de la solución, modificaciones al problema, de argumentación.
- Discusión: medio plenaria, inicio plenaria, control, participación plenaria, preguntas discusión, soluciones.

---

<sup>25</sup> Este puede ser solicitado a los autores y será presentado en detalle en la conferencia

En la fase de Entrega los aspectos están orientados a describir cómo el profesor realiza el inicio de la clase, cómo ordena los grupos aleatoriamente, qué tipo de instrucción inicial da y la manera en que les entrega el problema a los estudiantes. En la fase de Activación-Consolidación se describe cómo el profesor interactúa con el grupo, relevando aspectos como cuántos alumnos participan en cada intervención, el grado de interacción entre los estudiantes, las respuestas de los mismos, las nuevas tareas que el profesor otorga al grupo, y los argumentos de la solución. Además existe un aspecto “general” que engloba ciertos elementos, como por ejemplo, si la interacción fue solicitada o no. En la etapa de Discusión se describe cómo y quién presenta la matemática al finalizar la clase, cuánto cuestionamiento existe a esas exposiciones y cuántas estrategias son expuestas.

Cada uno de los aspectos antes señalados tiene una serie de variables y códigos. La escala más común es la binaria (0 ó 1) y dice si esa variable está presente o no, la segunda son escalas descriptivas que dan cuenta de la manera o cualidad en la cual dicha variable se llevó a cabo. Un ejemplo concreto de lo anterior es el siguiente, en la fase de Discusión uno de los aspectos es “Control” y dos variables pertenecientes a Control son “Los estudiantes utilizan el medio (pizarra)” y “Manejo de errores (por el profesor)”, la primera tiene una escala binaria, en cambio el segundo tiene una escala descriptiva: (a) No Aplica, (b) Corrige inmediatamente, (c) Hace preguntas sobre el error, (d) Deja a los alumnos descubrirlos. El ejercicio de completar cada aspecto para cada una de las etapas es lo que los investigadores llaman “Codificación del Video.”

Finalmente, el último elemento de la metodología es el “Proceso de Codificación” que consiste en cómo los investigadores realizarán la codificación. Se ha definido una iteración sucesiva de análisis. La primera observación solo centrará la atención en ubicar el momento en que ocurren y la duración de cada una de las unidades de análisis dentro del video, posteriormente los siguientes codificadores, de forma independiente realizarán la codificación por etapas, para luego discutir en pares y consensuar criterios.

## CONCLUSIONES

En este punto de la investigación se ha logrado diseñar un instrumento con el cual analizar clases de resolución de problemas (con la estructura antes señalada), además de fijar las variables que parecen relevantes al momento de entender lo que ocurre en ellas. La siguiente etapa consiste en analizar las relaciones existentes entre estas variables gracias a la información de la codificación, y determinar cómo influyen estas en la riqueza de la matemática expuesta por los estudiantes.

## Referencias

- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2009). The strands of mathematical proficiency. In *Adding it up: Helping children learn mathematics* (7th ed., pp. 115-155). Washington, DC: National Academy Press.
- Kwon, M., & Hoover, M. (2015). Studying the work of leading a mathematics discussion: Establishing mathematical richness. *Paper presented at the 2015 Annual Association of Mathematics Teacher Educators Conference, Orlando, Florida.*
- NCTM. (2000). *Principios y estándares para la educación matemática*. España: Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.

- Niss, M. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project. *3rd Mediterranean conference on mathematical education*, 115-124.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press Inc.
- Stein, Engle, Smith, & Hughes. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*(10), 313-340.
- Tripp, T. R., & Rich, P. J. (2012). The influence of video analysis on the process of teacher change. *Teaching and Teacher Education*, 28(5), 728–739.