

## **FROMACIÓN CONTINUA EN DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA: EL CASO DE LOS NÚMEROS COMPLEJOS EN TERCERO MEDIO**

**Cinthia Iglesias Mancini  
Universidad Arturo Prat**

*Resumen: El propósito de este estudio fue evaluar las competencias que desarrollan los estudiantes de Tercer Año Medio, en el aprendizaje de los Números Complejos, impartidos por un profesor luego de haber sido capacitado en la integración geométrico-algebraica del contenido. Las etapas consideradas para el desarrollo de esta investigación fueron: capacitar a un profesor de matemáticas de tercero medio para poner en práctica la unidad Números Complejos; mientras se realizó la intervención del docente en el curso, aplicar pautas de observación y entrevistas al profesor a modo de retroalimentación; en relación con los estudiantes, aplicarles pruebas tanto al inicio como al final de la intervención del profesor. Los resultados obtenidos dan cuenta que el profesor mejoró significativamente su práctica docente en las categorías que se consideraron, los estudiantes desarrollaron las capacidades requeridas para la unidad y tanto el docente como los estudiantes finalizaron el proceso con una valoración positiva respecto de la nueva forma de enfrentarse a los contenidos matemáticos que plantea el Curriculum Nacional.*

Números complejos, competencias matemáticas, capacitación disciplinar, didáctica específica

### **DESARROLLO**

La investigación que se reporta, se enmarca en el contexto de una Capacitación Disciplinar y Didáctica Específica en Matemáticas, con posterior seguimiento al aula, considerando para ella, el contenido matemático Números Complejos. La relevancia de ella radica en la reciente incorporación de su enseñanza, según la modificación al currículum nacional según Decreto Supremo de Educación N° 254/2009.

El marco teórico en el que se basó esta investigación son las Competencias Matemáticas, entendidas por Niss (2003), que hacen referencia a: pensar matemáticamente, plantear y resolver problemas matemáticos, saber construir modelos matemáticamente y razonar matemáticamente. Se consideró pertinente además, la realización de un Estudio Histórico Epistemológico de los Números Complejos. Se indagó en relación al estado del arte, respecto de investigaciones recientes basadas en los Números Complejos como objeto matemático de enseñanza. Además, se realizó una revisión respecto de los programas de estudio chilenos en relación a las orientaciones para la enseñanza de los Números Complejos.

En relación a los métodos de investigación, son de tipo mixto (Hernández Sampieri y Mendoza, 2010), específicamente cuantitativa-descriptiva y cualitativa-interpretativa, ya que el foco se centra tanto en el proceso como en el producto (Godino, 2003). Particularmente, el enfoque cuantitativo fue dado en la primera etapa, en la que se aplicó un pretest y postest, que fueron realizados a través de una prueba. Por otra parte, el elemento cualitativo estuvo enmarcado en la realización e implementación de un programa de capacitación a través de una unidad didáctica, para una posterior intervención en el aula. Durante este proceso, se

aplicaron cuestionarios a los participantes. Además de ello, se aplicaron pautas de observación respecto de su práctica docente al profesor involucrado en distintos momentos de la implementación de la unidad. De corte cuasi experimental (Santa Palella y Martins, 2010), con grupo único de pre y postest. Participaron estudiantes de tercer año medio de un colegio particular subvencionado con su respectiva profesora.

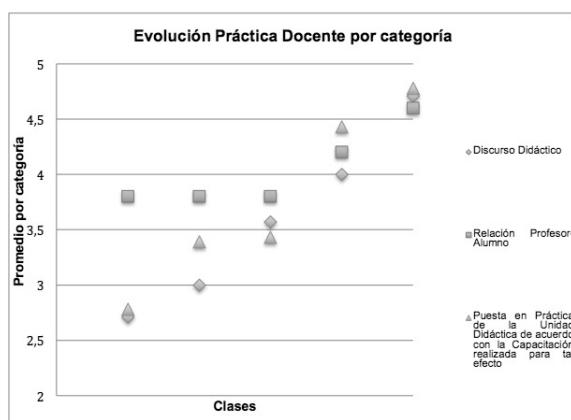
El programa de intervención consistió en inicialmente diseñar una capacitación para un docente de matemáticas de tercer año medio, de manera que pueda poner en práctica la unidad didáctica Números Complejos. Dicha capacitación consistió en un perfeccionamiento que tuvo una duración de nueve horas cronológicas, las que se distribuyeron de manera equitativa a lo largo de tres sesiones. La metodología utilizada fue de tipo activo participativa en donde se realizaron exposiciones teóricas, directamente relacionadas con los números complejos, análisis y reflexión sobre los temas tratados. En concreto, en la primera sesión se trabajó las competencias matemáticas y análisis de los números complejos en los programas de estudio y orientaciones. En la segunda sesión, el contenido disciplinario a trabajar con los estudiantes y de manera transversal las habilidades y actitudes asociadas a ellos, posibles errores de los estudiantes. En la última sesión se trabajó los números complejos en la historia de la matemática y la secuencia didáctica considerada para la enseñanza de ellos.

Respecto del estado inicial de la docente capacitada, no se tiene evidencia concreta (a través de una evaluación inicial, por ejemplo), sin embargo se considera relevante mencionar que es la primera vez que debe enfrentarse a la enseñanza de este tópico y que durante la capacitación manifestó no recordar algunos temas asociados a este sistema numérico. Respecto del estado final de la docente, es decir, del grado de significancia de la capacitación, se interpreta a través de los resultados que obtuvo en el transcurso y durante la implementación de la intervención; mediante una retroalimentación constante en cuanto las respuestas entregadas durante la capacitación y por medio de una entrevista una vez finalizada la intervención. Respecto de las competencias matemáticas, fueron medidas a través de pruebas que presentaron situaciones problemáticas, similares a las que se trabajaron en la implementación de la unidad, estas fueron básicamente relacionadas con modelización, por ejemplo al introducir el concepto de número imaginario, intentando resolver la ecuación  $x^2+1=0$ , a realizarse antes y después de la implementación de la unidad didáctica. Para la realización del análisis de las competencias matemáticas, en cada ítem de los instrumentos, se elaboró una pauta de evaluación, en la cual fueron consideradas distintas categorías (aspectos conceptuales, aspectos procedimentales y comunicación matemática) con sus respectivas subcategorías, relacionadas con capacidades matemáticas, entendiéndolas según Solar et. al (2011), esto es que el desarrollo de las capacidades en el estudiante contribuye a la adquisición de competencias, pues son las primeras desarrollables a corto plazo, en una unidad, en una clase; mientras que las competencias son desarrollables a largo plazo. Se utilizó la prueba T para muestras relacionadas, aplicándose éstas a los resultados obtenidos por los estudiantes tanto en el pre como en el pos test. Para el análisis de las capacidades desarrolladas, se evaluaron los 10 ítems que se consideraron y las categorías antes descritas, para ambas pruebas. Los resultados obtenidos dieron cuenta que, para los diez problemas considerados en ambas pruebas, en cuatro de ellos se obtuvo

diferencias altamente significativas a favor del postest, para todos los indicadores contemplados en ella, lo que significa que desarrollaron todas las capacidades consideradas para el ítem. En tres de las seis preguntas restantes (50%) se obtuvo diferencias altamente significativas en más del 70% de sus respectivos indicadores. Finalmente, en un único problema se obtuvo un 40% de los indicadores con diferencias significativas, mientras que en el 60% restante no se obtuvo diferencias significativas.

En relación a la percepción tanto de los estudiantes como de la profesora, sobre la implementación de la unidad, se definieron seis categorías: percepción de la unidad tras ser finalizada, percepción de las actividades desarrolladas a lo largo de la unidad, percepción del nuevo método de trabajo, descripción de las dificultades experimentadas en el transcurso de la unidad, percepción de la comprensión del nuevo contenido y percepción global de la experiencia. Para el análisis de estos datos se utilizó el procedimiento de análisis de contenido a través de la triangulación de personas, considerando cinco de los treinta cuestionarios más representativos, además de la tercera entrevista de la profesora, ya que dichos instrumentos se consideran equivalentes. Los resultados obtenidos llevan a concluir que, tanto la profesora como los estudiantes, finalizaron la experiencia con una valoración positiva respecto a la globalidad de la unidad, esto es, forma de trabajo, explicaciones de la profesora, manejo de recursos, entre otros.

Para analizar los datos, en relación a la puesta en práctica de la capacitación y dada la naturaleza de los datos obtenidos para este análisis, se utilizó como referencia el promedio de los indicadores por categoría cada una de las tres categorías consideradas:



En el gráfico antes descrito se evidencia una tendencia al alza para cada una de las tres categorías, a favor de la clase más pronta a finalizar el proceso de intervención.

Posteriormente se utilizó la prueba de Friedman. Los resultados obtenidos arrojaron que para las categorías Discurso didáctico y Puesta en Práctica de la Unidad Didáctica, de acuerdo con la Capacitación realizada, hubo diferencia significativa en al menos una de las observaciones realizadas ( $p = 0,006$  y  $p = 0,000$  respectivamente). Posteriormente, se determinó específicamente en cuáles de ellas se produjo esa diferencia, logrando establecer que en la categoría Discurso Didáctico empleado por el profesor, la docente efectivamente evolucionó de manera positiva, lo que se evidencia –en ocasiones- en el proceso de la observación (en la mitad de las diez comparaciones), pero que sí se concluye en la

comparación clase inicial vs clase terminal. Respecto de la categoría Puesta en Práctica de la Unidad Didáctica, de acuerdo con la Capacitación realizada en siete de las diez comparaciones realizadas, se obtuvo diferencia significativa a favor de la clase más pronta al fin de la implementación de la Unidad Didáctica. Dentro de esas comparaciones, se incluye la valoración de la docente frente a la categoría antes mencionada, al comparar la clase inicial con la terminal. La evolución no significativa para la categoría Relación profesor - alumno se atribuye a que los indicadores para esta categoría no fueron trabajados durante la capacitación.

Para evaluar la capacitación de la docente se utilizaron las entrevistas que otorgaba una vez finalizada cada sesión de la capacitación y una entrevista estructurada final, la que fue grabada en audio y luego transcrita a un texto. La información contenida en ella se introdujo en el programa Atlas-ti, donde se codificaron los párrafos más relevantes bajo las categorías de análisis “Nuevo aprendizaje” que se relaciona con toda la información que la docente plantea respecto de la capacitación, incluye valoración, evaluación y percepción, y “Manera de abordar la unidad números complejos sin la capacitación” que desprende toda la información que la docente brinda respecto de las acciones que hubiera implementado si no hubiera tenido la posibilidad de la capacitación. Los resultados obtenidos en este proceso dan cuenta que la docente finalizó el ciclo quedando muy satisfecha con respecto a la capacitación que recibió a través de esta investigación, debido a que fue específicamente sobre la unidad que debía trabajar con su curso y complementada con otros temas que subyacen a la disciplina, por ejemplo, el desarrollo de competencias, historia de los números complejos, errores frecuentes de aprendizaje, etc. Además de ello, el proceso de capacitación le permitió realizar un análisis profundo de elementos en la enseñanza de un contenido matemático que debía enseñar por primera vez y revisar elementos que no siempre habían sido considerados por ella, al momento de enseñar; por ejemplo, la orientación que se le debe entregar a un contenido matemático de manera que permita el desarrollo de una competencia, la comprensión de los errores frecuentes y el análisis de los programas de estudio, entre otros.

A partir de estos resultados, es posible concluir que, a través de una capacitación con asistencia en aula, un profesor de enseñanza media de educación particular subvencionada, es capaz de obtener logros significativos en el desarrollo de competencias de sus estudiantes, cuando estos se ven enfrentados a un nuevo contenido, en este caso, una integración geométrico-algebraica en la enseñanza de los números complejos; motivo que se condice con los planteamientos de Caamaño (2003), quien plantea que un profesor que se somete a un proceso de capacitación o perfeccionamiento realizado por especialistas va a conseguir mejorar sus competencias de desempeño docente en una determinada unidad didáctica (Caamaño, 2003).

Se sugiere que cada vez que se produzcan modificaciones al Currículum Nacional, se generen políticas gubernamentales relacionadas con Formación continua de docentes, de manera que se asegure que estos cuentan con herramientas disciplinares, didácticas y metodológicas para enfrentarse a la enseñanza de estos nuevos contenidos.

## Referencias

- Caamaño C. (2003). “*Informe final Proyecto de Capacitación y seguimiento a docentes de Matemática de primer año de enseñanza media de liceos municipalizados de las provincias de Curicó y Talca*”. MINEDUC. División general de educación. Componente de fortalecimiento profesional docente enseñanza media, Chile.
- Godino, J. (2003). *Teoría de las Funciones Semióticas: Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática*. (Trabajo de investigación presentado para optar a la Cátedra de Universidad de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada).
- Niss, M. (2003). *Quantitative Literacy and Mathematics Competencies*. En Quantitative Literacy: Why Numeracy Matters for Schools and Colleges, 215-220.