

Evaluación de la enseñanza de la Geometría utilizando un software asistente de Geometría

Ana Cecilia Rojas Torres y Martín Andonegui Zabala

Universidad Pedagógica Experimental Libertador,
Instituto Pedagógico de Barquisimeto Venezuela
anacrojas@hotmail.com ioritz@hotmail.com

Resumen

El trabajo evalúa desde una perspectiva constructivista el proceso de enseñanza de la asignatura Geometría I -utilizando el software Cabri Géomètre II- desarrollado con docentes en formación de la especialidad de matemática de la Universidad Pedagógica, Instituto Pedagógico de Barquisimeto (Venezuela). Se diseñaron instrumentos para recabar información sobre los siguientes aspectos: estrategias instruccionales utilizadas en el aula de clase y en el laboratorio de computación, diseño de la planificación del curso, y uso de procedimientos e instrumentos de evaluación. Analizada la información correspondiente, se llegó a concluir que, respecto a las estrategias utilizadas en el proceso de instrucción, se manifiesta el uso apropiado de algunas de ellas, como la formulación de preguntas insertadas y el procesamiento de respuestas. También se infieren deficiencias en la formulación de objetivos e insuficiencias en propuestas de descubrimientos. En la planificación se detectaron imperfecciones, al no ser dirigida a la construcción de conocimientos conceptuales y procedimentales que promuevan el aprendizaje significativo de los contenidos tratados. Con relación a las estrategias evaluadoras, se constata el buen uso de las técnicas y tipos de evaluación.

Antecedentes

En los últimos años, distintos autores han reconocido que el proceso de enseñar matemática no consiste solamente en el trabajo que realiza el docente en el aula, sino que se refiere también “a aquellos otros factores que intervienen y hacen posible que la matemática se enseñe y aprenda; estos factores son por ejemplo, el diseño y el desarrollo de planes y programas de estudio, los libros de texto, las metodologías de la enseñanza, las teorías del aprendizaje, la construcción de marcos teóricos para la investigación educativa” (Moreno y Waldegg, 1992, p.7).

De acuerdo con estas opiniones, la enseñanza de la matemática rompe los habituales esquemas de trabajo abriendo puertas que permiten hacer de esta disciplina una combinación de la matemática, la pedagogía y la didáctica general (Mora, 2000), dejando atrás las prácticas legendarias de la enseñanza de la matemática fundamentadas en la repetición de los contenidos por parte de los estudiantes, las cuales generan varios problemas, como lo afirma Morcote (1994, p.16): “Diversos estudios en algunos países permiten afirmar que, en un alto porcentaje, algunos de los más notables problemas de la Educación Matemática en todos los niveles son:

- Desmotivación del alumno hacia el aprendizaje de las matemáticas.
- Altas tasas de mortalidad académica.

- El fracaso en matemáticas produce un deterioro de la autoimagen de los alumnos perdedores.
- El temor a las matemáticas crea un obstáculo para el adecuado y oportuno desarrollo del pensamiento y, en consecuencia, de la personalidad.
- Se evalúan resultados, ante la falta de estrategias para evaluar procesos.
- El estudio de las matemáticas como acto mecánico y memorístico.
- La metodología más usual presenta al profesor “dictando clase” o exponiendo, y a los alumnos copiando o aprendiendo para un examen”.

Atendiendo a la preocupación que genera en la comunidad de educadores de matemática esta lista de dificultades en el quehacer educativo, ha surgido la tendencia a enfocar la enseñanza desde un punto de vista constructivo. Desde esta perspectiva, “el aprendizaje no consiste en una mera copia, reflejo exacto o simple reproducción del contenido que debe aprenderse, sino que implica un proceso de construcción o reconstrucción en el que las aportaciones de los alumnos desempeñan un papel decisivo” (Coll, 2000, p. 19).

El enfoque constructivista considera que todo acto intelectual se construye progresivamente a partir de estructuras cognoscitivas anteriores. La tarea del educador consistirá en diseñar y presentar situaciones que, apelando a las estructuras anteriores que sus discípulos poseen, les permitan asimilar y acomodar nuevos significados del objeto de aprendizaje y nuevas relaciones asociadas a él (Moreno y Waldegg, 1992). En el constructivismo, el individuo no se limita a registrar la información que le llega del mundo exterior, sino que la transforma, ya que la recibe y la organiza de determinada manera según los esquemas mentales que posee; por ello se sostiene que la información que recibe la persona no tiene significado en sí misma, es él quien le otorga un determinado significado; por eso el aprendizaje escolar debe ser un proceso de construcción del conocimiento y la enseñanza se debe concebir como una ayuda a ese proceso de construcción (Coll, 2000).

Para realizar este tipo de enseñanza se necesitan diversas estrategias y herramientas que faciliten y estimulen la construcción del aprendizaje por parte de los estudiantes. Una de estas herramientas es el computador con un Software Educativo adecuado que, mediante la visualización de las estructuras matemáticas relacionadas con un concepto, permita la mejor interpretación del mismo. Sobre este particular Yábar y Estebe (1996, p.113) opinan que “la aparición de los ordenadores en las clases ha motivado el creciente interés por el desarrollo de la capacidad de representación visual. Se ha comprobado que existe una influencia de las representaciones visuales tanto sobre las representaciones simbólicas como sobre los procesos de abstracción”. A este respecto, el software Cabri Géomètre II es considerado como una herramienta pertinente para enseñar Geometría, y es utilizado en diversas instituciones formadoras de docentes en Matemática.

Respecto a la matemática en general –y a la geometría en particular-, el papel de la pedagogía debe ser el de propiciar las condiciones que impulsen a los alumnos a construir las nociones necesarias para llegar a establecer relaciones lógicas inmersas en los conceptos matemáticos (Morcote, 1994). De hecho, a través de la historia se han originado diversos estudios matemáticos por la vía de construcciones de significados según la experiencia de los científicos en una determinada sociedad, como es el caso de la geometría egipcia, que se inició con problemas de medidas y añadió luego la necesidad de usar ciertas figuras mediante procesos constructivos -haciendo representaciones gráficas y esculturales-, y consiguió así

resultados geométricos y aritméticos encontrados a partir de mediciones y sistematizaciones de ensayos y errores.

Sobre la base de las consideraciones anteriores, resulta pertinente evaluar la enseñanza de la geometría impartida a los estudiantes de Docencia en Matemática, considerando que a esta asignatura, en los niveles de Educación Básica y Diversificada, se le da un escaso tratamiento que incide en la falta de madurez matemática de los alumnos (Planchart, 1990; Orellana y Moya, 1993). Estos futuros profesores serán agentes multiplicadores, y por ello deben adquirir los conocimientos, mediante el desarrollo de procesos y capacidades cognitivas que garanticen el aprendizaje efectivo de los contenidos geométricos.

La investigación: Objetivos y metodología

A este respecto, la investigación que se presenta es de carácter descriptivo evaluativo, ya que determinó y evaluó las estrategias utilizadas por una profesora en la enseñanza de la Geometría I utilizando el software Cabri Géomètre II. Se trata de un estudio de caso, referido a un curso de estudiantes de la especialidad de Matemática de la Universidad Pedagógica, Instituto Pedagógico de Barquisimeto (Venezuela), cursantes de la asignatura Geometría I -geometría euclídea referida a los tópicos de segmentos, ángulos, paralelismo y perpendicularidad, polígonos en general, triángulos y cuadriláteros.

Ahora bien, para la evaluación de la enseñanza de una asignatura desde una perspectiva constructivista, se deben considerar las estrategias docentes relativas a la planificación, a la instrucción y a la evaluación, realizadas a lo largo del curso. De aquí que los objetivos del estudio fueron:

- Analizar el proceso de planificación de los contenidos del programa de Geometría I.
- Analizar las estrategias instruccionales utilizadas en la enseñanza de la Geometría I utilizando el software Cabri Géomètre II.
- Analizar el proceso de evaluación del aprendizaje de la Geometría I utilizando el software Cabri Géomètre II.

En el estudio se utilizaron diversos instrumentos para alcanzar los objetivos propuestos. Para cumplir con los requerimientos del análisis del proceso de planificación de los contenidos del programa, se efectuó una revisión exhaustiva de toda la planificación de la asignatura, dirigida a la selección de los contenidos y la concordancia de cada tema con las actividades realizadas en clase, en la que se consideraron los lineamientos constructivistas descritos por Sánchez (1999):

- La situación presentada por la profesora.
- La representación que el alumno hace de esa situación
- La negociación que se llevará a cabo entre la profesora y el alumno
- Las transformaciones que sufrirá la situación presentada.
- El ajuste de ideas que se experimentará
- El refinamiento que sufrirán los conceptos
- La construcción de significados que se llevará a cabo.

Para analizar las estrategias instruccionales se utilizó como instrumento la siguiente tabla de clasificación de las estrategias de enseñanza según el proceso cognitivo elicitado (Díaz y Hernández, 1999):

Proceso cognitivo en el que incide la estrategia	Tipos de estrategia de enseñanza
Activación de los conocimientos previos	Objetivos o propósitos Preinterrogantes
Generación de expectativas apropiadas	Actividad generadora de información previa
Orientar y mantener la atención	Preguntas insertadas Ilustraciones Pistas o claves tipográficas o discursivas
Promover una organización más adecuada de la información que se ha de aprender (mejorar las conexiones internas)	Mapas conceptuales Redes semánticas Resúmenes
Potenciar el enlace entre conocimientos previos y la información que se ha de aprender (mejorar las conexiones externas)	Organizadores previos Analogías

Además se aplicaron sendos instrumentos de opinión a los estudiantes y a la docente, en cuyas respuestas se manifestaba su apreciación acerca del desempeño de la profesora y su juicio acerca de la asignatura.

Con relación al análisis de la evaluación se elaboraron tres instrumentos. Con el primero se indagó acerca de las técnicas de evaluación utilizadas (informales, semiformales, y formales). Con el segundo, los tipos de evaluación (inicial o diagnóstica, formativa, y sumativa). El tercero sirvió para comprobar los modos de evaluar los diferentes tipos de contenidos desarrollados en el curso, de acuerdo con la siguiente guía (Barberà, 2000):

Tipos de contenidos	Posibles Instrumentos
Conceptuales	Mapas conceptuales, Cuestionarios cerrados con redes sistémicas, Analogías, Pruebas escritas variadas
Procedimentales	Observación, Evaluación por ayudas, Portafolios, Generación de preguntas, Investigaciones y proyectos
Actitudinales	Diario de clase, Libreta de matemáticas, Entrevistas

Después del análisis e interpretación de los datos se llegó a las siguientes conclusiones en cuanto al proceso de enseñanza desarrollado en el curso de Geometría:

En cuanto a las estrategias instruccionales, la profesora utilizó estrategias instruccionales constructivistas en los siguientes aspectos:

- En la activación de conocimientos previos y la generación de expectativas apropiadas, al referirse a contenidos estudiados en actividades anteriores, relacionándolos constantemente con los que se veían posteriormente.
- El uso constante de preguntas insertadas tanto en el aula de clase como en el laboratorio de computación orientó y mantuvo la atención de los alumnos en la mayoría de las actividades, al igual que el uso de ilustraciones y pistas tipográficas.
- En la construcción del conocimiento conceptual por parte de los alumnos fue acertada

su actuación en la formulación de preguntas y en el procesamiento de respuestas.

- La utilización de los errores se llevó a cabo de una manera productiva.
- Permitió el desarrollo de los conocimientos por parte de los alumnos en el aula de clase y en el laboratorio de computación, dejándoles espacios de tiempo en los ejercicios que se elaboraban.
- En la construcción del conocimiento procedimental, presentó suficientes ejercicios hipotéticos tanto en el aula como en el laboratorio de computación.
- En la construcción del conocimiento actitudinal, la profesora desarrolló constantemente paneles de discusión y elementos motivadores que inducían a los estudiantes a mantener una actitud positiva frente al desarrollo de la clase.

La profesora presentó deficiencias en el uso de estrategias instruccionales constructivistas en los siguientes aspectos:

- Respecto a la activación de conocimientos previos y a la generación de expectativas apropiadas, no formuló los objetivos o propósitos de los contenidos a tratar, al igual que no utilizó preinterrogantes tanto en el aula de clase como en el laboratorio de computación.
 - En el aula, en ocasiones, las actividades se desarrollaban lentamente y, por ello, algunos estudiantes se distraían con facilidad perdiendo la atención de la clase.
- En el aspecto relativo a la promoción de una organización más adecuada de la información que se ha de aprender, la ausencia del uso de resúmenes, mapas conceptuales y redes
- semánticas, así como las deficiencias en el uso de contraejemplos y situaciones imposibles, y en la variedad de representaciones conceptuales tanto en el aula como en el laboratorio de computación, no permitió mejorar el establecimiento de conexiones internas de la información a aprender.
 - Fueron insuficientes las propuestas de descubrimiento presentadas a los alumnos, además del manejo inapropiado de las pocas oportunidades en que planteó situaciones para que los estudiantes construyeran el conocimiento conceptual utilizando estrategias de descubrimiento.
 - En cuanto a la manifestación del conocimiento adquirido en el uso del Cabri Géomètre II, no aprovechó las herramientas que ofrece el software en la verificación de propiedades de los objetos en estudio, con el fin de orientar las demostraciones analíticas de los teoremas. También hubo deficiencias en la asignación de ejercicios propuestos, hecho que se presentó tanto en el aula como en el laboratorio de computación, lo que no permitió a los alumnos indagar en más conocimientos y madurar los contenidos ya estudiados.
 - No presentó a los alumnos suficientes ejercicios de aplicación en la vida diaria; también hubo deficiencias en la relación concepto-producto y práctica en los realizados en el aula de clase. Tampoco fue suficiente la variedad de procesos de resolución de cada uno de los ejemplos y/o ejercicios desarrollados en clase, lo cual se reflejaba directamente en la actuación de los alumnos, quienes desarrollaban de la misma manera las asignaciones propuestas por la profesora.
 - No utilizó estrategias como las analogías y los organizadores previos para potenciar

el enlace entre conocimientos previos y la información que se ha de aprender, lo cual no permitía a los alumnos tener una visión global del contexto en el cual se han de insertar los contenidos a aprender, así como disminuía la capacidad para trasladar la información nueva a otros ámbitos fuera del aula de clase.

En cuanto a la planificación de los contenidos, la actuación de la profesora no presentó características constructivistas. En escasas oportunidades las situaciones presentadas estaban dirigidas a orientar a los alumnos en procesos autónomos de aprendizaje, en los que pudieran presentarse transformaciones en las actividades propuestas que permitieran el ajuste de ideas y, con ellas, la construcción de aprendizajes significativos. Las propuestas de descubrimientos se observaron en pocas oportunidades en la planificación analizada.

En el uso del software Cabri Géomètre II en el laboratorio de computación se percibieron deficiencias muy marcadas en la planificación de las actividades, al no corresponder los contenidos dados en el aula con los trabajos en el laboratorio. Además se desaprovecharon en gran medida las herramientas que ofrece el software para realizar diversas representaciones conceptuales y procedimentales de los objetos geométricos con que se trabajó, siendo deficiente el establecimiento de conjeturas que permitieran al usuario convencerse de las propiedades y relaciones de los elementos en estudio, actividad que pudo haber orientado hacia las demostraciones y conclusiones analíticas, fortaleciendo así las construcciones del conocimiento matemático.

En relación con los procedimientos e instrumentos de evaluación, la profesora utilizó de manera constructivista las técnicas informales y semiformales, con excepción de la asignación de tareas a realizar fuera del aula de clase o del laboratorio de computación. En el uso de técnicas formales eligió las más apropiadas (pruebas tipos test, pruebas de ejecución y lista de cotejo), considerando la naturaleza de los contenidos y el hecho de trabajar con estudiantes universitarios.

En cuanto a los tipos de evaluación, el uso hecho por la profesora de la evaluación formativa y sumativa presenta las características de la evaluación constructivista, al evaluar constantemente los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales; sin embargo, presentó fallas al no utilizar la evaluación diagnóstica, desconociendo así cuáles eran los conocimientos que los alumnos tenían de los contenidos en estudio, lo que no ayudaba a utilizarlos como base para el proceso de aprendizaje.

A pesar del buen uso general de las técnicas y tipos de evaluación, no se observó en los estudiantes una actitud de reconocimiento y de valoración con relación a aprender cómo aprenden, aspecto esencial en los objetivos de la evaluación constructivista. Este hecho puede atribuirse a la falta de una planificación orientada hacia las construcciones y los descubrimientos que promuevan conocimientos conceptuales y procedimentales generadores de aprendizajes significativos.

Referencias bibliográficas

- Barberà, E. (2000). Los instrumentos de evaluación en matemáticas. *Aula de Innovación Educativa*, 93-94, Julio-Agosto, 14-17.
- Coll, C. (2000). Constructivismo e Intervención Educativa. En: *El Constructivismo en la práctica*, p. 11-32. Caracas, Laboratorio Educativo.
- Díaz, F., Hernández, G. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista*. México, M^o Graw-Hill.
- Mora, D. (2000). *La Didáctica de la Matemática*. Caracas, La Cosecha de Tebas. Centro de Investigaciones Educativas, Universidad Central de Venezuela.
- Morcote, O. (1994). El constructivismo en la enseñanza de las Matemáticas. *Enseñanza de la Matemática*. Vol. 3, N^o 3, 16-19.
- Moreno A. L. Y Waldegg, G. (1992). Constructivismo y Educación Matemática. *Educación Matemática*, Vol. 4, N^o 2, 3-8.
- Orellana, I. De, Moya, A. (1993). *La enseñanza de la Matemática en la Educación Básica y Media Diversificada y Profesional en Venezuela*. Barquisimeto, UPEL-IPB.
- Planchart, E. (1990). Realidad de la enseñanza de la matemática en la EB y MD y P en Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 41, 279-282.
- Sánchez, J. (1999). *Construyendo y aprendiendo con el computador*. Santiago de Chile, Centro Zonal Universidad de Chile.
- Yabar M. J. Y Estebe, P. (1996). *Integración curricular de los recursos tecnológicos en el área de Matemáticas*. Barcelona, Oikos-Tau.