

ANÁLISIS SOCIOCULTURAL CONSTRUCTIVISTA DE LAS DIFICULTADES ASOCIADAS AL ESTUDIO DE TEMAS GEOMÉTRICOS EN EL NIVEL ESCOLAR: UNA ALTERNATIVA METODOLÓGICA USANDO RECURSOS EDUCATIVOS ABIERTOS

Myrian Luz Ricaldi Echevarría
Colegio de la Inmaculada, Jesuitas-Lima.
myrianluz@hotmail.com

Perú

Resumen. La presente investigación se basa en el uso de la tecnología con bases teóricas socio-constructivistas y el enfoque teórico de Van Hiele para el análisis de tópicos de geometría. La pregunta de investigación planteada fue: ¿Cómo la aplicación de recursos educativos abiertos impacta en la comprensión de la geometría en estudiantes del nivel de educación secundaria? El diseño es cualitativo y se aplicó en un salón de clase de una institución privada de la ciudad de Lima. El estudio pretende contribuir con un modelo alternativo que identifica las dificultades asociadas al estudio de la geometría en el nivel secundaria; selecciona y justifica la elección de los recursos educativos abiertos (REA) para el aprendizaje comprensivo de temas vinculados al estudio del triángulo y evalúa la pertinencia metodológica usando REA al campo de la geometría escolar

Palabras clave: investigación cualitativa, triángulo, podcast

Abstract. This research is based on the use of technology along with the basis of socio-constructivist theories and Van Hiele's theoretical focus to analyze geometry topics. The proposed research question was: How can the application of open educational resources impact student's comprehension of geometry at the secondary level? The design is qualitative and was applied in a classroom of a private institution in the city of Lima. The study aims to contribute to an alternative model that identifies the difficulties associated with the study of geometry at the secondary level; It selects and justifies the choice of open educational resources (OER) for comprehensive learning of topics linked to the study of the triangle and evaluates the methodological relevance using OER in the field of geometry at a school level

Key words: qualitative research, triangle, podcast

Introducción

El presente estudio se focaliza en explicar y mejorar la comprensión conceptual de temas geométricos vinculados al estudio del triángulo, mediante la implementación de estrategias didácticas alternativas. Surge la necesidad de investigar la temática propuesta debido a los resultados de dominio mostrados en diferentes pruebas nacionales (evaluación censal) o resultados internacionales, como las pruebas PISA.

Los estudiantes en edad escolar, por lo general, son conducidos a situaciones donde sólo aprenden procedimientos en forma algorítmica, sin comprender el significado de los conceptos. Frente a este problema, es importante, como factor de apoyo al aprendizaje de la matemática y específicamente de la geometría, el que los alumnos reconozcan cuándo y cómo aplicar los procedimientos aprendidos. Wertheimer (1991), señala que aunque hay alumnos que “dominan” los hechos y procedimientos relevantes para resolver determinados problemas, no comprenden de manera significativa y críticamente importante las ideas subyacentes en los procedimientos.

Objetivos de la investigación

Objetivo general: Analizar los procesos involucrados en la aplicación de recursos educativos abiertos (REA) diseñados para mejorar la comprensión de la geometría en estudiantes del nivel de educación secundaria.

Objetivos específicos:

- ❖ Identificar las dificultades asociadas al estudio de la geometría en estudiantes del nivel de educación secundaria.
- ❖ Seleccionar y justificar la elección de los REA para el aprendizaje comprensivo de temas vinculados al estudio del triángulo.
- ❖ Evaluar la pertinencia de la aplicación de los REA para el aprendizaje de temas vinculados al estudio del triángulo desde la perspectiva del estudiante.
- ❖ Evaluar la pertinencia de la aplicación de los REA para el aprendizaje de temas vinculados al estudio del triángulo desde la perspectiva del profesor.
- ❖ Promover la aplicación de los REA para el aprendizaje de la geometría en estudiantes del nivel de educación secundaria.

Marco Teórico

Recursos educativos abiertos en contextos escolares.

La práctica docente en los últimos años ha experimentado una rápida evolución en el uso de los recursos de apoyo, especialmente en la inclusión de herramientas sustentadas en tecnología. En este sentido, el NCTM (2000) establece que la tecnología es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, además influye en las matemáticas que se enseñan en la escuela. Es decir, es un recurso que puede aumentar las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes. También, otros autores sugiere que en lugar de dedicar tanto tiempo a los algoritmos debería invertirse más tiempo y esfuerzo para que los estudiantes comprendan los problemas geométricos de variación mediante el uso de software dinámicos. (Santos y Barrera, 2011). Una gran cantidad de recursos educativos abiertos (REA) están ahora al alcance de profesores y alumnos. Además, son parte del movimiento global de acceso abierto a la información existente en el Internet, llamado: Open Access. Los REA son recursos y materiales educativos gratuitos y disponibles libremente en Internet y la World Wide Web (tales como texto, audio, video, herramientas de software, y multimedia, entre otros), que tienen licencias libres para la producción, distribución y uso de la comunidad educativa mundial. Estos recursos son de tres

tipos:

- ❖ **Contenidos educativos:** programas educativos, materiales para cursos, objetos de aprendizaje, libros de texto, materiales multimedia, exámenes, compilaciones, publicaciones periódicas, etc.
- ❖ **Herramientas:** software para apoyar la creación, entrega, uso y mejoramiento de contenidos educativos abiertos. Incluye además herramientas y sistemas para crear contenido, registrar y organizar contenido; gestionar el aprendizaje y desarrollar comunidades de aprendizaje en línea.
- ❖ **Recursos de implementación:** licencias de propiedad intelectual de acceso libre, principios de diseño, adaptación y localización de contenido; y materiales o técnicas para apoyar el acceso al conocimiento. (López, 2007).

Estos recursos forman parte de lo que se ha llamado sociedad de la información y sociedad del conocimiento, en la que se utilizan nuevas formas de procesamiento, distribución, uso de la información y del conocimiento a través de nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC). En relación a lo anterior existen autores como Jasso (2009), quienes afirman que la incorporación de innovación es importante para reducir la brecha digital y brindar diversas herramientas para afrontar un futuro que exige habilidades informáticas.

Teoría de Van Hiele.

La investigación considera como marco teórico de referencia, desde la perspectiva matemática, la teoría de niveles de pensamiento geométrico de Van Hiele (1984) quien describe la influencia de la teoría de los niveles de la geometría en el pensamiento. De acuerdo a esta teoría, el aprendizaje de la geometría se hace pasando por unos determinados niveles de pensamiento y conocimiento, que no se asocian a la edad y que sólo permiten el tránsito de un nivel a otro superior cuando se ha logrado el dominio de habilidades secuenciales. La teoría está basada en los siguientes supuestos:

- ❖ El primero, es que el aprendizaje de la geometría es un proceso discontinuo caracterizado por diferencias cualitativas de los niveles de pensamiento: descripción, análisis, abstracción y comprobación.
- ❖ Segundo, estos niveles son secuenciales, invariantes y jerarquizados.
- ❖ El tercer concepto es que el paso de un nivel implica la comprensión del anterior.
- ❖ Cuarto, cada nivel tiene su propio lenguaje y que es necesario conocer cómo el estudiante

aprende (Van Hiele, 1984).

El modelo de Van Hiele está formado por dos componentes: el primero es la descripción de los distintos tipos de razonamiento geométrico, que va desde el razonamiento intuitivo hasta el formal y abstracto; el segundo es una descripción de cómo un profesor puede organizar la actividad en sus clases para que los estudiantes puedan alcanzar el nivel superior de aprendizaje. Según Van Hiele en la base del aprendizaje de la geometría hay dos elementos importantes: el lenguaje utilizado y la significatividad de los contenidos. El primero implica que los niveles, y su adquisición, van muy unidos al dominio del lenguaje adecuado y, lo segundo, que sólo van a asimilar aquello que les es presentado a nivel de su razonamiento. Si no es así se debe esperar a que lo alcancen para enseñarles un contenido matemático nuevo (Guillen, 2004). Los niveles que la teoría de Van Hiele plantea son los siguientes: Visualización y reconocimiento (nivel 1), análisis (nivel 2), ordenación o clasificación (nivel 3), deducción formal (nivel 4) y rigor (nivel 5).

A continuación se describen las características de cada uno de los niveles.

Para el nivel 1 (Reconocimiento):

- ❖ Percepción de los objetos en su totalidad y como unidades.
- ❖ Descripción de los objetos por su aspecto físico, se diferencian o clasifican considerando semejanzas o diferencias físicas entre ellos.
- ❖ No se suelen reconocer explícitamente los elementos característicos ni las propiedades de los objetos.

Para el nivel 2 (Análisis):

- ❖ Percepción de los objetos como formados por partes y dotados de propiedades, aunque no se identifican las relaciones entre ellas.
- ❖ Descripción de los objetos con listas de propiedades, que puede que no sean suficientes para caracterizar el objeto o que se incluyan más de las necesarias.
- ❖ Deducción de nuevas propiedades a partir de la experimentación y posible generalización a todos los objetos de la misma familia.
- ❖ La demostración de una propiedad se realiza mediante la comprobación en uno o en pocos casos.

Nivel 3 (Ordenación o clasificación):

- ❖ Se pueden realizar clasificaciones lógicas de los objetos considerando propiedades o

relaciones ya conocidas.

- ❖ Comprensión de lo que es una definición matemática y sus requisitos.
- ❖ Utilización de razonamientos deductivos informales para demostrar una propiedad. Se detecta la necesidad de justificar de manera general la veracidad de una propiedad.
- ❖ Comprensión de los pasos individuales de un razonamiento lógico de forma aislada, pero no del encadenamiento de estos pasos ni de la estructura de una demostración.
- ❖ Incapacidad para realizar una demostración completa en la que haya que encadenar varias implicaciones, y tampoco se siente su necesidad. Esto explicaría porque no se comprende la estructura axiomática de las matemáticas.

Nivel 4 (Deducción formal):

- ❖ Se realiza, según su necesidad, deducciones y demostraciones lógicas y formales para justificar las proposiciones planteadas.
- ❖ Comprenden y manejan las relaciones entre propiedades y se formalizan en sistemas axiomáticos.
- ❖ Se comprende cómo se puede llegar a los mismos resultados partiendo de proposiciones o premisas distintas lo que permite entender que se puedan realizar distintas formas de demostraciones para obtener un mismo resultado.

Nivel 5 (Rigor):

- ❖ Se conoce la existencia de varios sistemas axiomáticos, se pueden analizar y comparar permitiendo comparar diferentes geometrías.

Diseño de investigación y metodología

El presente estudio se enmarca dentro del enfoque de investigación cualitativa, ya que trata de identificar la naturaleza profunda de la realidad del aprendizaje de la geometría en un aula de clase del segundo grado de secundaria, la estructura de la misma y las relaciones que se establecen cuando se usan recursos educativos abiertos. De acuerdo con Taylor y Bogdan (1990) el término metodología cualitativa se refiere en su sentido más amplio a la investigación que produce datos descriptivos.

Algunas ventajas de la metodología cualitativa aplicada a la investigación del presente estudio es que el investigador puede expandir su comprensión a través de la comunicación verbal y no verbal, procesar la información (datos) inmediatamente, clarificar y resumir el material, checar con los

participantes para lograr veracidad en la interpretación explorar respuestas no usuales no anticipadas. El diseño de investigación propuso una triangulación entre los datos de los profesores, los estudiantes y las investigaciones relacionadas. En el caso de los estudiantes se procuró un marco de indagación cualitativo, donde el interés radicó en comprender el entendimiento de los estudiantes a partir de la propia reflexión.

Para el caso de la presente investigación se utilizaron 4 instrumentos para la recolección de datos e información: la prueba diagnóstica, la entrevista semi-estructurada, la propuesta didáctica de los podcast y la entrevista a profundidad, los cuáles se detallan a continuación.

Tabla I. Instrumentos de recolección de datos.

Instrumentos	Descripción
Prueba diagnóstica	Instrumento escrito, diseñado considerando los aspectos teóricos de Van Hiele. Aplicada a 5 estudiantes del 2do grado de educación secundaria. Permitió obtener información objetiva sobre el dominio y comprensión de temas geométricos vinculados al estudio del triángulo.
Entrevista semi-estructurada	Instrumento escrito, diseñado considerando la experiencia de uso de REA. Aplicada a 5 docentes. Permitió obtener información sobre los modos de uso e impacto de los REA en contextos escolares.
Propuesta didáctica: podcast en la clase de geometría.	Aplicación de una secuencia didáctica sobre la aplicación de podcast tomando en cuenta elementos de la teoría APOE. Aplicada a dos secciones de 26 estudiantes cada una. Permitió aplicar podcast en el aprendizaje de la geometría.
Entrevista a profundidad.	Instrumento oral que consistió de 2 preguntas abiertas. Aplicada a 2 estudiantes luego de la aplicación de la propuesta didáctica. Permitió recabar información sobre las impresiones y valoraciones sobre el impacto de los podcast para el aprendizaje de la geometría.

Resultados

Sobre la prueba diagnóstica. Para recoger información que identifique las dificultades asociadas a la comprensión de la geometría se aplicó una prueba diagnóstica. Esta prueba muestra fue elegida al azar y contenía 14 ítems de tipo textual y gráfico, algunas de ellas del nivel de identificación y otras más complejas donde los estudiantes debían analizar y sintetizar los datos.

Tabla 2. Descripción de las categorías utilizadas para identificar dificultades geométricas.

Categorías	Descripción	Respuestas esperadas
Estrategias utilizadas	Procesos o actividades, técnicas y recursos que realiza el estudiante para solucionar un problema. Al mismo tiempo, se identificarán los errores frecuentemente presentados.	Los estudiantes reconocen datos y nombres, discriminan la información dada de la cuestión por hallar. Hacen uso de diversos procedimientos aritméticos y/o geométricos. Sin embargo, es posible que presenten dificultades para relacionar la información presentada.
Lenguaje matemático	Uso adecuado de los signos y símbolos matemáticos. Reconocimiento y asociación de representaciones gráficas con sus correspondientes nominaciones geométricas. Además, se analizará el empleo de justificaciones de los procedimientos y soluciones encontradas.	Los estudiantes resuelven adecuadamente las operaciones aritméticas y geométricas. Se ubican en el espacio con naturalidad en situaciones simples. Sin embargo, no encuentran justificaciones pertinentes a los procedimientos aplicados, porque en su práctica esta no ha sido priorizada.
Operaciones realizadas	Aplicación de algoritmos para las operaciones aritméticas y algebraicas básicas. O de cálculo mental cuando el estudiante presenta las respuestas inmediatamente.	Operan sin mayor dificultad dentro del campo de la aritmética y la solución de ecuaciones. Pueden cometer algunos errores cuando no evidencian por escrito las operaciones y recurren al cálculo mental.

Sobre la entrevista aplicada a los docentes. El enfoque se orienta hacia la comprensión de las motivaciones, intereses, percepciones e inhibiciones que están presentes en las prácticas educativas en contextos escolares de los docentes de matemática. En esta misma línea, Kvale (1996) señala que el propósito de la entrevista de investigación cualitativa es obtener descripciones del mundo vivido por las personas entrevistadas, con el fin de lograr interpretaciones fidedignas del significado que tienen los fenómenos estudiados.

El proceso de presentación de los resultados se inicia con la formulación de categorías, las cuales están fundamentadas en las respuestas dadas por los docentes entrevistados. Se trata de un método comparativo que va contrastando los datos emergentes, tratando en el proceso de formular interpretaciones que incluyan conceptos teóricos con el propósito de describir la realidad. Haciendo referencia al procedimiento de análisis cualitativo Gallart (1993), señala que durante el proceso de ida y vuelta sobre los datos, el investigador debe buscar la saturación de los

discursos con respecto a los temas de interés, a fin de elaborar descripciones a partir de las interpretaciones sobre las respuestas planteadas

Tabla 3. Unidades de análisis, categorías y temas derivados de las entrevistas a docentes.

Unidades de análisis	Categorías	Temas	Teoría
Estrategias metodológicas para la enseñanza de temas geométricos.	Metodología y evaluación en la geometría a nivel escolar.	Estatus de la geometría a nivel escolar.	La enseñanza y el aprendizaje de la geometría escolar se presentan como excesivamente algorítmicas con ausencia de innovaciones tecnológicas.
Evaluación.			
Principales dificultades en el aprendizaje de la geometría.	Logros y dificultades en el aprendizaje de la geometría.		
Logros de aprendizaje.			
Aplicación de recursos educativos abiertos.	Impacto de la aplicación de recursos educativos abiertos.	Recursos educativos abiertos en ambientes escolares.	La aplicación de REA en contextos escolares genera ambientes de aprendizaje innovadores que favorecen el aprendizaje de la geometría.
Impacto de la aplicación de recursos educativos abiertos.			
Recomendaciones de uso.	Innovaciones en los ambientes de aprendizaje.	Innovación educativa con REA	
Cambios o innovaciones sugeridas			

Sobre la aplicación de la propuesta didáctica. La selección de los recursos educativos abiertos se hizo considerando los objetivos de aprendizaje de cada una de las sesiones programadas. A continuación se detallan los recursos seleccionados y los repositorios o fuentes para encontrarlos, considerando la clasificación de REA de Sánchez (2000):

- ❖ Como herramientas de apoyo al aprender, con las cuales se pueden realizar actividades que fomenten el desarrollo de destrezas cognitivas superiores en los alumnos. Podcast http://www.ivoox.com/dialogos-ciencia-06-triangulo-rectangulo-audios-mp3_rf_1585010_1.html?autoplay=1
- ❖ Como herramientas que potencia las metodologías activas como proyectos, trabajo colaborativo, mapas conceptuales e inteligencias múltiples, donde estudiantes y docentes interactúen. Proyecto: plantación de árboles ¿Cuál es la manera más efectiva de construir un triángulo rectángulo? <http://gaussianos.com/cual-es-la-manera-mas-efectiva-de-construir-un-triangulo-equilatero-en-la-practica/>

- ❖ Como extensoras y amplificadoras de la mente, a fin de que expandan las potencialidades del procesamiento cognitivo y la memoria, lo cual facilita la construcción de aprendizajes significativos. Podcast http://www.ivoox.com/dialogos-ciencia-05-el-triangulo-audios-mp3_rf_1568048_1.html?autoplay=1 (2:18_)
- ❖ Como medios transparentes o invisibles al usuario, que hagan visible el aprender e invisible la tecnología. Proyecto Gauss (Líneas notables): http://recursostic.educacion.es/gauss/web/materiales_didacticos/eso/actividades/geometria/poligonos/triangulo01_baricentro/actividad.html

Proyecto Gauss (Teorema de Pitágoras)
http://recursostic.educacion.es/gauss/web/materiales_didacticos/eso/actividades/geometria/tales_y_pitagoras/pitagoras/actividad.html

Conclusiones

El principal aporte de la aplicación de los REA fue a nivel de motivación e involucramiento de los estudiantes en las actividades propuestas. La implementación de recursos educativos abiertos facilita la comprensión de temas vinculados al triángulo en estudiantes del segundo grado de secundaria. En el caso del estudio desarrollado, los podcast fueron utilizados como recursos de cierre, ya que la mayoría de ellos involucraban el conocimiento previo de nociones geométricas. Por otro lado, los ODA (objetos digitales de aprendizaje) del proyecto Gauss se emplearon según el caso como motivadores al inicio de las clases o como desarrolladores de proyectos. Además, los REA estimulan la interactividad y la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes. El ambiente de aprendizaje del aula de clase se ve enriquecido con el uso de recursos que le dan significado a los contenidos geométricos y a sus aplicaciones.

Referencias bibliográficas

- Gallart, M., Forni, F., Vasilachis de Gialdino, I. (1993). *Métodos cualitativos II: La práctica de la investigación*. Buenos Aires, Argentina: Centro Editor de América Latina.
- Guillen, G. (2004). El modelo de Van Hiele aplicado a la geometría de los sólidos: describir, clasificar, definir y demostrar como componentes de la actividad matemática. *Educación matemática. Santillana*, 16(3). 103-125.
- Jasso, F. J. (2009). *Manual de los tres pasos* [tutorial]. Disponible en la Escuela de Graduados en Educación de la Universidad Virtual del Tecnológico de Monterrey. Recuperado de <http://www.ruv.itesm.mx/portal/promocion/qs/biblioteca/manual/homedoc.htm>
- Kvale, S. (1996). *Interviews: An introduction to qualitative research interviewing*. USA: Thousand Oaks.

CA, Sage.

López, J. (2007). Recursos Educativos abiertos (REA). *Eduteka*. Recuperado de <http://www.eduteka.org/OER.php>.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards in School Mathematics*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.

Sánchez, J. (2000). *Nuevas tecnologías de la información y comunicación para la construcción del aprender*. Santiago de Chile, Chile: LMA Servicios Gráficos.

Santos, M. y Barrera, F. (2011). High School Teachers' Problem Solving Activities to Review and Extend Their Mathematical and Didactical Knowledge. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies (PRIMUS)*, 21 (8), 699-718.

Taylor, S. y Bogdan, R. (1990). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Van Hiele, P.(1984). A child's thought and geometry. In D. Fuys, D. Geddes, & R. Tischler (Eds.), *English translation of selected writings of Dina Van Hiele-Geldof and P.M. Van Hiele*(pp. 242-252). Brooklyn: Brooklyn College.

Wertheimer, M. (1991). *El pensamiento Productivo*. Barcelona: Paidós.