



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRO 2014

**Impacto de la aplicación de los recursos educativos
abiertos en el aprendizaje de temas vinculados al
triángulo en estudiantes del nivel de educación
secundaria**

RICALDI ECHEVARRIA, M.L.

Impacto de la aplicación de los recursos educativos abiertos en el aprendizaje de temas vinculados al triángulo en estudiantes del nivel de educación secundaria

Myrian Luz Ricaldi Echevarria. APINEMA: Asociación Peruana de Investigación en Educación Matemática.
myrianluz@hotmail.com

Resumen:

El presente estudio expone el proceso y resultados de una investigación que generó ambientes de aprendizaje con el uso de recursos educativos abiertos (REA) en el contexto de dos aulas de clase del nivel secundario en una institución educativa de la ciudad de Lima. Específicamente se muestran los resultados del uso de dos podcast para el aprendizaje de temas geométricos. La investigación es de naturaleza cualitativa y se basa en la aplicación de los REA con bases teóricas socioconstructivistas y los enfoques teóricos de la educación matemática: modelo de Van Hiele y la teoría APOE (acción, proceso, objeto y esquema). La pregunta de investigación formulada fue ¿Cómo la aplicación de recursos educativos abiertos impacta en la comprensión de temas vinculados al triángulo en estudiantes del nivel de educación secundaria? Por ello, el objetivo general del estudio fue analizar los procesos involucrados en la aplicación de recursos educativos abiertos (REA) diseñados para mejorar la comprensión de temas vinculados al triángulo en estudiantes del nivel de educación secundaria. A lo largo de la investigación se analizaron las dificultades asociadas al estudio de la geometría en el nivel secundaria, se muestra una alternativa metodológica que usa REA y se generaron interesantes reflexiones de los docentes involucrados sobre su práctica con el uso de estos recursos. Uno de los hallazgos más importantes es que los estudiantes, los profesores y la autora del estudio valoran positivamente el uso de los REA como estrategia de aprendizaje que mejora la comprensión geométrica y como un elemento altamente motivador en las aulas de clase.

Planteamiento del problema

En la investigación en matemática educativa, uno de los aspectos importantes es el estudio de los procesos en que sucede el aprendizaje de una idea, noción, concepto o definición matemática. El estudio de estos procesos puede ir desde el análisis de concepciones previas de los estudiantes, hasta los procesos cognitivos que ocurren para que se pueda realizar un acto mental de aprendizaje. Considerando esto, se cree relevante el desarrollo de investigaciones encaminadas a entender, explicar y mejorar la comprensión conceptual, mediante la implementación de estrategias didácticas alternativas. Estas estrategias pueden diseñarse con el uso de recursos tecnológicos (software especializado, recursos educativos abiertos, pizarrones electrónicos, etc.) como apoyos didácticos.

Por ello, en el marco de los subtemas de interés relacionados con ambientes de aprendizaje, el presente estudio pretende evidenciar las ventajas de la visualización de conceptos y la interacción entre diferentes representaciones conceptuales en el acto mental de aprendizaje, empleando para ello algunas herramientas teóricas socio-culturales. El propósito es generar espacios de interacción educativa con todo aquello que convenga para la motivación y el aprendizaje de la geometría con énfasis en el estudio del triángulo a nivel escolar.

Antecedentes del problema

Surge la necesidad de investigar la temática propuesta debido a los resultados de dominio mostrados en diferentes pruebas nacionales de Perú (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 saber necesariamente en qué contexto utilizarlo. En el aprendizaje de la geometría elemental existen serias dificultades en la comprensión de algunos 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 crítica las ideas subyacentes en los procedimientos, siendo su dominio importante, pero no es lo único. También para Schoenfeld (1989), la enseñanza de la matemática debe centrarse en el desarrollo de aptitudes para: entender conceptos y métodos matemáticos; discernir relaciones matemáticas; razonar lógicamente; y aplicar conceptos, métodos y relaciones matemáticos para resolver una variedad de problemas no rutinarios.

Por ello, este estudio pretende promover el uso de los recursos educativos abiertos que constituyan herramientas cognitivas que faciliten la comprensión de conceptos geométricos abordados en los primeros grados de la enseñanza secundaria. En este contexto, la tecnología pueda tener efectos importantes en la comprensión de la geometría a nivel escolar. A este respecto, Rubin (2000) propone cinco tipos de oportunidades generadas por las TIC las cuales son: conexiones dinámicas; herramientas sofisticadas; comunidades ricas en recursos matemáticos; herramientas de diseño y construcción; y herramientas para explorar complejidad. En particular, las conexiones dinámicas facilitan la visualización y comprensión de temas geométricos. Así tenemos programas de geometría dinámica o los simuladores, estos últimos son representaciones modeladas de la vida diaria, que permiten a los estudiantes observar, manipular y entender el funcionamiento de situaciones reales.

Para Martín, Beltrán y Pérez (2003), trabajar con tecnología entrega muchos elementos que son esenciales en los nuevos escenarios, referidos a: ambientes realistas y enriquecidos; desarrollo del pensamiento estratégico; descubrir el problema; representación del problema; desarrollo metacognitivo; y facilitar interacciones de grupo. **Problema de investigación**

Considerando el análisis de las nuevas tecnologías y su impacto en contextos educativos, se puede afirmar que están cobrando un importante papel en la enseñanza y el aprendizaje, ya que ofrecen un medio para que los estudiantes exploren, conjeturen redescubran, construyan nuevos conocimientos y desarrollen habilidades tanto matemáticas como digitales. Los nuevos escenarios que surgen por la aplicación de las TICs en contextos educativos se centran en el alumno, el cual participa activamente en la construcción de su aprendizaje por medio de interacciones con sus pares.

En este sentido, la presente investigación pretende realizar un estudio de carácter descriptivo, desde el punto de vista socioconstructivista, sobre las dificultades asociadas al estudio de la geometría en el segundo grado de secundaria y el impacto del uso de los REA a este campo educativo. El estudio busca impulsar la implementación de medidas que promuevan el empleo de las prácticas y recursos educativos abiertos.

Por lo anterior, este estudio plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo la aplicación de recursos educativos abiertos impacta en la comprensión de temas vinculados al triángulo en estudiantes del nivel de educación secundaria?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar los procesos involucrados en la aplicación de recursos educativos abiertos (REA) diseñados para mejorar la comprensión de temas vinculados al triángulo 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.

Marco Teórico

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. En *The Childs Thought and Geometry*, Pierre Van Hiele (1984), 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:

- Descriptivo: mediante el cual se identifican formas de pensamiento de los estudiantes al enfrentar problemas geométricos y a partir de lo cual es viable valorar su progreso. Son las respuestas de los estudiantes las que evidencian el paso de un pensamiento incipiente hacia un pensamiento matemático de tipo inductivo, argumentativo, conjetural o demostrativo.
- Instructivo: el cual comprende las fases de aprendizaje y describe los pasos a seguir por los profesores para favorecer el avance de los estudiantes en su nivel de pensamiento.

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).

A continuación se describirán 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 diferentes sistemas axiomáticos y se pueden analizar y comparar permitiendo comparar diferentes geometrías.
- Se puede trabajar la geometría de manera abstracta sin necesidad de ejemplos concretos, alcanzándose el más alto nivel de rigor matemático.

La geometría en el contexto escolar peruano

A nivel escolar la geometría es propuesta para ser enseñada con actividades de diseño, exploración, modelización, conjeturas, definición, argumentación y demostración, acciones importantísimas para la inducción de descubrimientos. Sin embargo, de la revisión de textos y del Diseño Curricular Nacional (DCN) se evidencia su enfoque axiomático y en forma excesivamente algorítmica.

En el Perú el DCN en el área de Matemática se organiza en función a las siguientes componentes:

- Números, relaciones y funciones.
- Geometría y medición.
- Estadística y probabilidad.

En el caso de la geometría y medición, se relaciona con el análisis de las propiedades, los atributos y las relaciones entre objetos de dos y tres dimensiones. Establece la validez de conjeturas geométricas por medio de la deducción y la demostración de teoremas y la crítica a los argumentos de los otros; comprender y representar traslaciones, reflexiones, rotaciones y dilataciones con objetos en el plano de coordenadas cartesianas; visualizar objetos tridimensionales desde diferentes

perspectivas y analizar sus secciones transversales. Por otro lado, la medida le permite comprender los atributos o cualidades mensurables de los objetos, así como las unidades y sistemas de medida mediante la aplicación de técnicas, instrumentos y fórmulas apropiados para obtener medidas.

Se debe acotar que en el DCN se señalan tópicos a desarrollar a lo largo de los cinco años de la escolaridad secundaria. A continuación se precisan las competencias planteadas en cada uno de los ciclos correspondientes a este nivel escolar:

Tabla 1

Competencias por ciclo del nivel secundario

<i>1° y 2° secundaria</i>	<i>3°, 4° y 5° de secundaria</i>
Resuelve problemas que relacionan figuras planas y sólidos geométricos; argumenta y comunica los procesos de solución y resultados utilizando lenguaje matemático.	Resuelve problemas que requieren de razones trigonométricas, superficies de revolución y elementos de Geometría Analítica; argumenta y comunica los procesos de solución y resultados utilizando lenguaje matemático.

Por otro lado, según el Ministerio de Educación de la República del Perú en el informe pedagógico de la Evaluación Nacional del Rendimiento Estudiantil (2005), los estudiantes del tercer grado de secundaria presentan dificultades para resolver situaciones problemáticas rutinarias que demandan aplicar directamente un algoritmo o noción geométrica básica (como área o perímetro de figuras elementales), identificar partes en figuras compuestas y aplicar la noción de proporcionalidad geométrica. Esto evidencia que los estudiantes aún perciben las figuras geométricas a partir de su apariencia como un todo. En otras palabras, solo son capaces de apreciar de manera global las características visibles de las figuras y los objetos geométricos. Se ha detectado también que los estudiantes tienen dificultades para identificar, a partir de los gráficos, las figuras geométricas básicas y sus elementos. Asimismo, presentan limitaciones para identificar o graficar figuras geométricas elementales a partir de sus características y propiedades configurativas.

Del análisis de las posibles causas del bajo rendimiento se puede señalar que la didáctica empleada es determinante; además, el tiempo real dedicado al aprendizaje de tópicos geométricos es cada vez menor y con menos profundidad. El desarrollo de las clases no está apuntando al desarrollo de las capacidades de los estudiantes, sino a la transmisión de información. Se puede afirmar que, en su mayoría, dichos conceptos se encuentran en un nivel inicial de conceptualización de objetos geométricos, también llamado nivel de visualización o reconocimiento, por lo que los estudiantes no son aún capaces de identificar las partes y las características de los objetos geométricos.

El uso de los 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 sugieren 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).

Los REA son parte del movimiento global de acceso abierto a la información existente en el Internet, llamado: Open Access. Este movimiento está impactando la educación particularmente a la educación a distancia en su modalidad en-línea (on line learning). Las publicaciones académicas sobre el Open Access presentan resultados vinculados con el diseño instruccional, el aprendizaje en-línea y la tecnología educativa. Diversos autores señalan la importancia y el impacto positivo de los recursos educativos abiertos en los diferentes ámbitos y niveles educativos existentes, particularmente en la educación superior, tanto en sus modalidades de educación a distancia, como de educación presencial (Fountain y Mortera, 2007).

Los REA son recursos y materiales educativos gratuitos y disponibles libremente en el 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).

En los tiempos actuales, como resultado de la experiencia y las necesidades de las nuevas generaciones se considera relevante atender la demanda de materiales y recursos efectivos para el aprendizaje dinámico y cambiante. Es decir, como profesores necesitamos diseñar y aplicar estrategias y recursos de aprendizaje que enriquezcan los contenidos y además permitan el desarrollo de habilidades y actitudes, que en su conjunto desarrollen competencias. En este contexto consideramos como posibilidad el uso de los REA al campo del aprendizaje de la geometría a nivel de los primeros grados de educación secundaria.

Por otro lado, se debe precisar que el uso de los REA en contextos escolares obedece a recomendaciones planteadas desde diferentes reuniones y congresos académicos. Algunas de estas reuniones académicas son la Declaración de Ciudad del Cabo de 2007 para la Educación Abierta, la Declaración de Dakar de 2009 sobre recursos educativos abiertos y las Directrices de 2011 de la UNESCO y la Commonwealth of Learning sobre recursos educativos abiertos en la enseñanza superior.

TIC, matemática y podcast

Las TIC, en general, son herramientas que facilitan el proceso de enseñanza y aprendizaje pero requieren que el docente tenga adquiridas una serie de competencias profesionales, no solamente en el uso de la herramienta que corresponda a cada momento, sino más importante aún, en la metodología que va a utilizar y que será la que haga que el proceso alcance los objetivos que se haya planteado inicialmente. Las herramientas tecnológicas ofrecen al docente de Matemáticas la oportunidad de crear ambientes de aprendizaje enriquecidos para que los estudiantes perciban las matemáticas como una ciencia experimental y un proceso significativo dentro de su formación.

Una de estas herramientas es el podcast el cual es un archivo de audio o de vídeo al que se puede acceder mediante suscripción RSS y puede ser escuchado o visualizado on-line, o bien se descarga para escucharlo en el ordenador, en el móvil o en un reproductor. Se pueden utilizar podcast existentes en Internet (en la red existen

multitud de páginas, blogs o emisoras con archivos interesantes para un uso educativo) o éstos pueden ser creados por profesores o estudiantes. El gran potencial del podcast para el aprendizaje y la enseñanza está en el uso que se haga de él, como por ejemplo realizar acciones docentes motivadoras y significativas para los estudiantes. Se puede sugerir a los estudiantes que realicen podcast en grupo o de forma individual de manera que se ofrezca al estudiante la oportunidad de que se implique y participe en la elaboración y creación de contenidos, reforzando así su aprendizaje.

Metodología

Selección de la muestra y participantes

Cuando se refiere a la investigación cualitativa la muestra debe estar constituida por un todo sistémico; es decir, se impone la profundidad sobre la extensión y la muestra se reduce a un grupo que por su relevancia pueda responder a los objetivos de investigación. En el caso del presente estudio se recogió información de dos grupos de 26 estudiantes varones cada uno, y de 5 profesores que habían tenido experiencia en el uso de los REA. En cuanto al tipo de muestra que se usó en el estudio esta fue intencional, lo cual permitió manejar de manera adecuada las características excepcionales. Es decir, se buscó una muestra que era comprehensiva y que ponía el énfasis en los casos más representativos.

La selección de los participantes del estudio fue por conveniencia para el caso de los estudiantes y para los profesores fue por bola de nieve y conveniencia. A este respecto, Babbie (2000) comenta que la selección por conveniencia es elegida cuando el estudio no se realiza a gran escala, siendo este el caso de la presente investigación. Debido a las limitaciones de tiempo se tomó como espacio para la recogida de información el propio centro de trabajo. Asimismo, en atención al interés de la investigación se ubicaron docentes que habían usado recursos educativos abiertos, el fin fue obtener información sobre los modos de uso lo cual brindó aportes para una mejor interpretación sobre su efectividad.

En el caso particular del presente estudio, la muestra con la que se trabajó estaba formada por los estudiantes del 2° C y 2° D del nivel secundaria de una institución educativa privada de la ciudad de Lima, cuyas edades están entre 11 y 13 años. Se debe precisar que la institución educativa contaba con 4 secciones, de las cuáles como se mencionó anteriormente, se tomaron 2 para la aplicación de la presente investigación.

El proceso de recojo y análisis de los datos del presente estudio se desarrolló a lo largo del tercer bimestre del año escolar 2013, en momentos en que se abordaban temas geométricos en las aulas de clase mencionadas. Los salones de clase contaban con recursos multimedia; además los estudiantes tenían acceso a laboratorios y la mayoría de ellos contaban con dispositivos móviles con acceso a internet.

Para el caso de los docentes se recabó información en la misma institución educativa y por recomendación de éstos se contactó con otros docentes que habían tenido experiencia de uso de los recursos educativos abiertos en sus aulas de clase.

Instrumentos

Los instrumentos permiten la colección de datos para el análisis e interpretación de la información que ayude a responder la pregunta de investigación. En el contexto de una investigación cualitativa los instrumentos son flexibles, ya que se utilizan mientras resulten efectivos, pudiendo cambiar según las circunstancias de la investigación (Martínez, 2006).

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

El primer instrumento al que se llamó instrumento 1 fue la prueba diagnóstica para cuya elaboración se consideraron elementos de la teoría de Van Hiele. Cada uno de los ítems de la prueba se elaboró tomando en cuenta diferentes niveles de razonamiento, dado que la intención era explorar el alcance de la comprensión geométrica de los estudiantes del 2do año de educación secundaria. Este instrumento buscó identificar las principales dificultades asociadas al estudio de la geometría en general. La muestra de alumnos evaluados fue de sólo 5 estudiantes, debido a que la fecha de esta evaluación coincidió con la salida de estudios del grupo completo. Los estudiantes que quedaron en el colegio y que debían asistir eran sólo 5, así que fue totalmente al azar la selección de esta muestra. Luego del reconocimiento objetivo de dificultades en la comprensión de temas geométricos previamente desarrollados, el siguiente paso fue indagar sobre las apreciaciones de los docentes que habían tenido experiencia de uso de los REA en las clases de matemática.

El segundo instrumento aplicado llamado instrumento 2 fue la entrevista semiestructurada. A continuación se define de manera general la entrevista y luego se detalla algunas características relevantes de la entrevista semiestructurada.

La entrevista, es la interacción verbal entre el investigador y personas o grupos, con el fin de solicitar información para obtener datos relevantes para el estudio (Taylor y Bogdan, 1990). Para el caso de la investigación cualitativa tenemos dos tipos de entrevistas: entrevistas semiestructuradas o no estructuradas. En la entrevista semiestructurada, los investigadores tienen una lista preestablecida de los temas a ser abordados y las preguntas a ser respondidas. Sin embargo, el entrevistador debe estar preparado para ser flexible en términos del orden de las preguntas y de los temas a considerar. Otra característica es que las respuestas son abiertas y hay más énfasis sobre los puntos de interés que elabora el entrevistado.

En el contexto de la presente investigación, la elaboración de la guía de pautas de la entrevista semiestructurada para los docentes se basó en los objetivos del estudio, además del análisis de las investigaciones relacionadas. Todos estos elementos permitieron delimitar las dimensiones temáticas de interés. De igual modo, se entendió que dado que existían factores asociados a los diferentes escenarios educativos de los docentes entrevistados era probable obtener información diversa. También se debe precisar que en todas las entrevistas se utilizó la misma guía de pautas. Otro aspecto relevante a este instrumento fue que antes de su aplicación se aplicó una entrevista semiestructurada piloto, con el fin de validar la comprensión de las preguntas e identificar nuevas áreas de interés.

El instrumento 3 fue la aplicación de la propuesta didáctica del podcast. Esta propuesta se enmarca dentro de la programación del tercer bimestre del año escolar 2013, la selección del REA implicó la búsqueda de un recurso que se ajustará a las necesidades del momento y al avance curricular. La aplicación de podcast en la clase de matemática buscó mejorar los aprendizajes de geometría en estudiantes del nivel de educación secundaria.

Finalmente, el instrumento 4 fue la entrevista a profundidad, la cual fue aplicada a 2 estudiantes luego de desarrollada la propuesta didáctica. Este instrumento permitió obtener información sobre las apreciaciones de los estudiantes en relación a la aplicación de podcast en la clase de geometría.

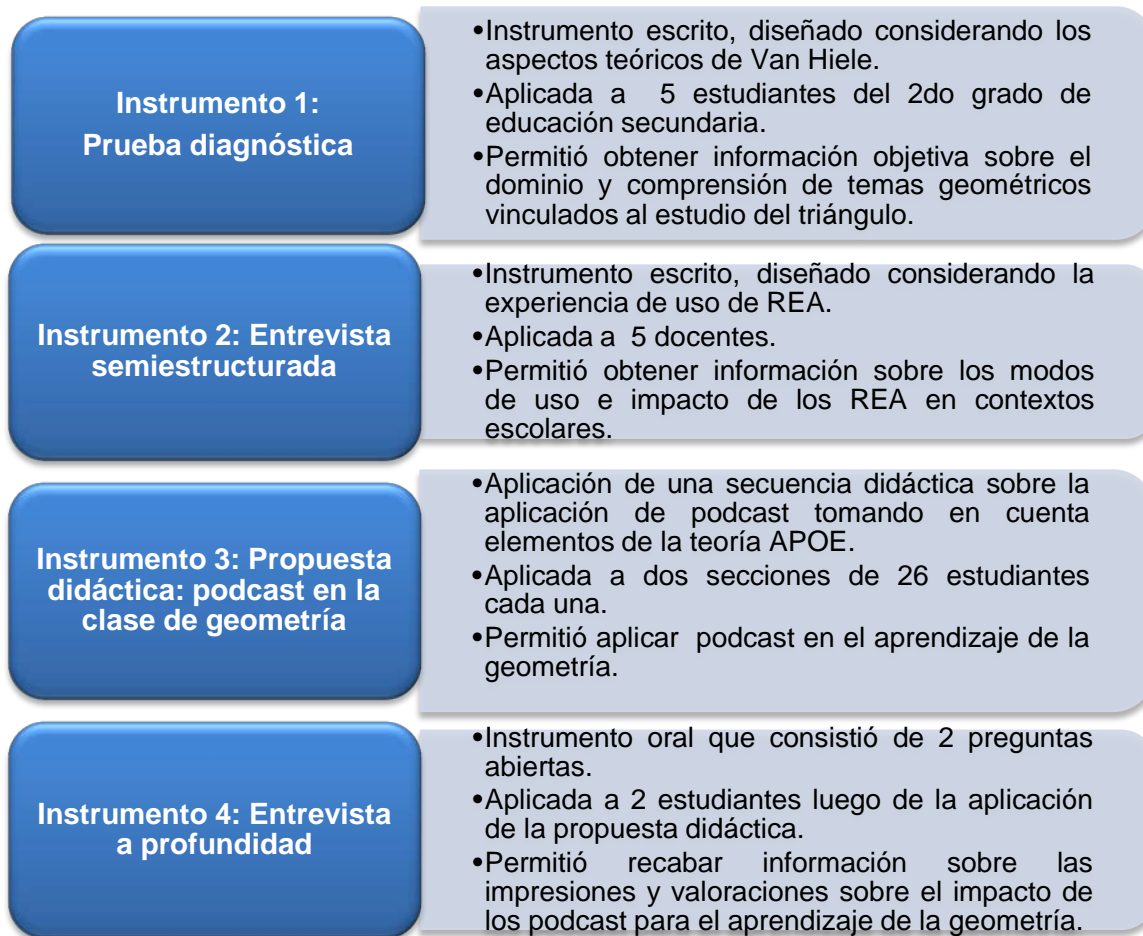


Figura 1. Instrumentos de recolección de datos

Propuesta didáctica

La aplicación de la propuesta didáctica se desarrolló en el tercer bimestre del año escolar 2013, con el grupo de 2do B y C de una institución educativa de la ciudad de Lima. La selección de los recursos educativos abiertos se hizo considerando los objetivos de aprendizaje de cada una de las sesiones programadas.

La OECD (2007, p. 30) expresa que los REA incluyen:

- Contenidos de aprendizaje: cursos completos, software educativo, contenido de módulos, objetos de aprendizaje y revistas.
- Herramientas: Software para poder desarrollar, usar, reutilizar y entregar contenido de aprendizaje, incluye la búsqueda y organización de contenido, sistemas de gestión del contenido y aprendizaje, desarrollo de herramientas de contenido y comunidades de aprendizaje en línea.
- Recursos de implementación: licencias de propiedad intelectual para promover la publicación abierta de materiales, diseño de principios de buenas prácticas y localización de contenido.

A continuación se detallan los recursos seleccionados y los repositorios o fuentes para encontrar los recursos. Asimismo, se debe precisar que se tomó en cuenta la clasificación de Sánchez (2000) quien propone la siguiente clasificación de los REA:

Tabla 2

Clasificación y selección de los REA aplicados en la propuesta didáctica.

Clasificación de REA	Característica	Recurso elegido
Como herramienta de apoyo al aprender.	Se pueden realizar actividades que fomenten el desarrollo de destrezas cognitivas superiores en los alumnos.	Podcast (triángulo rectángulo, 2:52_): http://www.ivoox.com/dialogos-ciencia-06-triangulo-rectangulo-audios-mp3_rf_1585010_1.html?autoplay=1
Como herramienta.	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.	Expande las potencialidades del procesamiento cognitivo y la memoria, lo cual facilita la construcción de aprendizajes.	Podcast (triángulo propiedades): 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 hacen 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

Categorías que se consideraron en el análisis de los resultados de la propuesta didáctica

Para Asiala (1996), el conocimiento matemático de un individuo es su tendencia a responder ante situaciones matemáticas problemáticas reflexionando sobre ellas en un contexto social, construyendo o reconstruyendo acciones, procesos y objetos matemáticos y organizándolos en esquemas. A continuación se describen las categorías de análisis consideradas para el análisis de los resultados de la propuesta didáctica. Se debe precisar que se toman elementos de la teoría APOE las cuáles se describen a continuación.

Una acción es la transformación de un objeto externo como respuesta a sugerencias de pasos a seguir. Aunque la concepción acción es muy limitada, la construcción de acciones es importante al inicio de la comprensión de un concepto. Por otro lado, cuando una acción es repetida y la persona reflexiona sobre ella, puede interiorizar la acción en proceso. Una persona posee una concepción proceso de una transformación si su comprensión está restringida a concebirla como un proceso.

Siguiendo las estructuras propuestas, las personas que además reflexionan sobre las acciones aplicadas a un proceso específico adquieren una visión total que les permite construir y reconstruir las transformaciones (acciones o procesos). En este caso decimos que reconstruyen el proceso como un objeto cognitivo. Una persona está en

el nivel de concepción objeto de una noción matemática cuando su comprensión le permite tratar las ideas como objetos. Además puede ejecutar acciones en el objeto de ida y vuelta en el proceso.

Finalmente, un esquema es una colección individual de acciones, procesos y objetos, a la que se pueden agregar otros esquemas previamente construidos. Las diversas construcciones se encuentran conectadas en una estructura coherente en la mente del individuo. A continuación se presenta una tabla que muestra las categorías de análisis de la aplicación del podcast: Diálogos con la ciencia 05 y 06, las cuáles están relacionadas con los elementos de la teoría APOE.

Tabla 3

Categorías de análisis derivados de la aplicación de la propuesta didáctica.

Unidades de análisis	Categorías	Teoría APOE		
		Acción	Proceso	Objeto
Definición de triángulo equilátero y rectángulo	Definiciones geométricas vinculadas al estudio de triángulos equiláteros y rectángulos.	Redacta las definiciones de triángulo equilátero, polígono regular, mediana y triángulo rectángulo.	Relacionan los elementos de un triángulo en la formulación de definiciones.	
Definición de polígono regular				
Definición de mediana de un triángulo				
Identificación de propiedades	Identificación y construcciones geométricas vinculadas al estudio de triángulos.		Aplica las propiedades de triángulos.	
Construcciones geométricas			Ejecutan un proceso cuando son capaces de construir con el doblado de papel y con el compás el baricentro y los triángulos equiláteros respectivamente.	
Datos históricos vinculados a los triángulos	Interpretación de nombres y propiedades desde el punto de vista histórico.		Analizan dentro de un proceso de dibujo las relaciones entre lados y ángulos.	
Aplicaciones diversas de los triángulos	Aplicaciones y problemas diversos.			Analizan y reflexionan sobre las potencialidades de la rigidez de los triángulos para el campo de la construcción.
Redacción de problema			Describen y ejecutan un proceso sin imitar necesariamente un método.	

Análisis de los resultados teniendo en cuenta las categorías.

Los dos podcast sobre triángulos fueron aplicados al final del III bimestre del año escolar 2013, luego que los estudiantes habían trabajado las propiedades y construcciones de las líneas y puntos notables. Los estudiantes formaron binas para el desarrollo de la propuesta. Asimismo, se recomendó traer consigo hojas de papel, tijeras y compás como materiales de apoyo.

Para la ejecución en clase de la actividad se tomaron dos bloques de clase cada uno de 90 minutos en un intervalo de 2 semanas. En cada uno de los bloques se aplicaron las fichas del triángulo equilátero y del triángulo rectángulo las cuáles se anexan como apéndice C. Durante la emisión de los mismos se iba deteniendo para que los estudiantes discutan y desarrollen las actividades propuestas. Los estudiantes dialogaban y comentaban cuando se escuchaba algo que les era familiar. Es decir, escuchaban y comentaban en intervalos de tiempos para desarrollar algunas construcciones o tomar acuerdos sobre la mejor respuesta a cada una de las preguntas formuladas. Los podcast se repitieron hasta en tres veces por cada sesión.

En cuanto a las definiciones geométricas vinculadas al estudio de triángulos equiláteros y rectángulos, los estudiantes emplearon en cada una de las definiciones los términos correctos, además, que mostraban relaciones entre las magnitudes de los lados y triángulos. Además, que en varios casos acompañaron las definiciones con gráficos los cuáles no se solicitaban explícitamente. Así algunas de las preguntas y respuestas fueron:

¿Qué es la mediana de un triángulo? Es un segmento que une un vértice con el punto medio de su lado opuesto.

¿Qué es un triángulo equilátero? Es un polígono regular de tres lados y ángulos congruentes.

En referencia a la identificación y construcciones geométricas vinculadas al estudio del triángulo, fue muy positivo observar cómo usaban los instrumentos de dibujo y justificaban ante sus compañeros los trazos que planteaban. Resulta especialmente relevante mencionar que el triángulo es visto como un ente matemático posible de manipularse empleando determinadas propiedades y transformaciones.

Sobre la interpretación de nombres y propiedades desde el punto de vista histórico, les pareció interesante pues nunca antes se había justificado ante ellos el porqué de ciertas nominaciones para elementos matemáticos. Los estudiantes comprendieron y respondieron acertadamente a la pregunta propuesta ¿Qué explicación se da en relación a los nombres de los lados? ¿Cómo se construían los triángulos rectángulos en la antigüedad? Dibújalo.

En relación a las aplicaciones y problemas propuestos, se necesitaron hacer algunas precisiones en relación al lenguaje ya que se usaron palabras propias del contexto español. Sin embargo, salvo estas aclaraciones resultó interesante el diálogo entablado y las soluciones propuestas a las situaciones planteadas.

Se considera que el aporte más importante fue el relacionado al clima de clase generado con el uso de podcast. Se mantuvo el interés de los alumnos, además, que confirmaban lo que sabían en un contexto algo diferente. El nivel de interacción entre los estudiantes fue también muy positivo.

Principales hallazgos

A continuación se precisan los principales hallazgos obtenidos de los diferentes instrumentos diseñados para la recolección de datos.

En relación a la aplicación de la prueba diagnóstica:

- Los estudiantes pueden relacionar las propiedades de una figura con otras propiedades de la misma figura, pero en diferentes contextos no pueden establecer esa relación.

- Los estudiantes no poseen el vocabulario propio al nivel que el programa de estudios asume que debían tener.
- Los estudiantes comprenden algunas de las interrelaciones existentes entre diversas propiedades de una figura geométrica cuando se hace que centren su atención en ellas pero si se les presenta dos situaciones aparentemente diferentes por sí mismos no las clasifican como pertenecientes a la misma familia, por lo que les es difícil resolver problemas distintos a los propuestos.

En relación a la entrevista a los docentes:

La entrevista semiestructurada pretendió conocer lo que es importante y significativo para los profesores en relación al aprendizaje de la geometría y a su experiencia en el uso de recursos educativos abiertos en particular. Para los propósitos del estudio es importante analizar como el docente interpreta las relaciones que se dan entre los estudiantes y el objeto de estudio, y como las estrategias utilizadas son condicionantes para el aprendizaje.

Sobre la forma y momento de uso de estos recursos señalan que depende de la estrategia, pudiendo ser al inicio como motivación, durante el proceso para la formulación de conjeturas, hipótesis, visualización, reforzamiento, o al final para la evaluación. Se debe observar que ninguno de los docentes entrevistados mencionó explícitamente que el uso de estos recursos responde a los objetivos de la clase, es importante prestar atención a este detalle porque un elemento importante es la incorporación de estos recursos como respuesta a una necesidad concreta formulada en los objetivos de la clase y no como moda o uso sin ninguna razón pedagógica concreta.

Por otro lado, es relevante mencionar que existe la postura de que los REA permiten:

- Mejorar la práctica educativa, al explorar el uso de recursos diseñados por otros.
- Innovar al incorporar cambios en la didáctica de las clases en contextos escolares.
- Diseñar nuevos escenarios de aprendizaje usando tecnología.
- Reutilizar materiales diseñados por otros, lo cual ayuda a reducir el tiempo de diseño o preparación de las clases.

Sobre el impacto del uso de los REA los docentes precisan que el impacto es positivo ya que genera mayor atención y predisposición para aprender, hace la clase más dinámica, facilita la comprensión con el uso de algunos simuladores y potencia los procesos cognitivos. En este sentido los docentes entrevistados reconocen que los recursos educativos abiertos son un factor motivador que hace que el aprendizaje de las matemáticas sea más cercano a la experiencia de los estudiantes. Los docentes también precisan que en sus contextos educativos los cambios vinculados al uso de los recursos educativos abiertos están siendo cada vez más difundidos y aplicados en aulas por los docentes. Sin embargo, precisan que todavía existe una especie de inercia educativa generada principalmente por algunas autoridades institucionales. Por ello, se afirma que la integración de las TIC en el aula y los recursos educativos abiertos todavía está en proceso.

Respuesta a los objetivos planteados

Se recuerda que el objetivo general planteado inicialmente en la presente investigación fue: Analizar los procesos involucrados en la aplicación de recursos educativos abiertos (REA) diseñados para mejorar la comprensión de la geometría de estudiantes del nivel de educación secundaria.

Luego del recorrido del estudio con la revisión de la literatura, la selección de la metodología y el diseño de los instrumentos de la recolección de datos; se puede afirmar que la aplicación de los REA implicó el desarrollo de los siguientes procesos:



Figura 2. Procesos involucrados en la aplicación de REA

El proceso de la selección de los REA, consideró además los siguientes aspectos relacionadas al dominio y manejo del docente investigador:

- El acceso y manejo adecuado de la información.
- El desarrollo de nuevas competencias.
- La alfabetización digital.
- El conocimiento de aspectos legales y éticos vinculados al uso de recursos educativos abiertos.

El presente estudio también se planteó objetivos específicos, cuyas respuestas presentamos en la siguiente tabla:

Tabla 4

Respuestas a los objetivos específicos propuestos en la investigación

<i>Objetivos específicos</i>	<i>Respuestas</i>
Identificar las dificultades asociadas al estudio de la geometría en estudiantes del nivel de educación secundaria.	Inadecuado empleo del vocabulario básico de elementos y figuras geométricas. No establecen relaciones entre las propiedades de objetos geométricos, pueden establecer algunas relaciones y aplicaciones locales y en contextos particulares. Sin embargo, en contextos ajenos a los matemáticos les cuesta extrapolar propiedades y relaciones.
Seleccionar y justificar la elección de los REA para el aprendizaje comprensivo de temas vinculados al estudio del triángulo.	Los REA seleccionados fueron entre otros los podcast de Radio Eccca: Encuentros con la ciencia. Para la selección de estos se consideró el planteamiento de una necesidad de información vinculado al tema de triángulos, se identificaron las fuentes de información, se reutilizó y adaptó el podcast y finalmente se evaluó la pertinencia de su aplicación.
	Altamente positiva desde la perspectiva de los estudiantes. Los estudiantes evaluaron su

<p>Evaluar la pertinencia de la aplicación de los REA para el aprendizaje de temas vinculados al estudio del triángulo desde la perspectiva del estudiante.</p>	<p>comprensión cuando respondían sin mayor dificultad las preguntas formuladas, además, que se sintieron bien porque entendían los diálogos y reafirmaron la familiaridad de los términos matemáticos escuchados. Por otro lado, reconocen que fue interesante, motivador y novedosa la forma como concluyeron con esta actividad el III bimestre escolar.</p>
---	--

<p>Evaluar la pertinencia de la aplicación de los REA para el aprendizaje de temas vinculados al estudio del triángulo desde la perspectiva del profesor.</p>	<p>Desde la perspectiva de los docentes los REA: Mejoran la práctica educativa al explorar el uso de recursos diseñados por otros, innovan al incorporar cambios en la didáctica de las clases en contextos escolares; además, diseñan nuevos escenarios de aprendizaje usando tecnología. Por otro lado, el reutilizar materiales diseñados por otros ayuda a reducir el tiempo de diseño de las clases.</p>
---	---

<p>Promover la aplicación de los REA para el aprendizaje de la geometría en estudiantes del nivel de educación secundaria.</p>	<p>Se buscó sensibilizar a los docentes sobre las ventajas de la utilización de los REA en contextos educativos a través de la difusión de los resultados iniciales del estudio en el Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM) y la Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa (RELME).</p>
--	---

Otro aspecto vinculado a los anteriores y que desde la perspectiva de la investigadora se puede aportar es que existen restricciones de origen matemático y didáctico que impiden la comprensión de temas geométricos en el segundo grado de secundaria

Respuesta a la pregunta de investigación

La pregunta de investigación formulada fue ¿Cómo la aplicación de recursos educativos abiertos impacta en la comprensión de temas vinculados al triángulo en estudiantes del nivel de educación secundaria?

La respuesta a este cuestionamiento es que 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. Esto se correlaciona con los resultados obtenidos por Soto, S., Herrera, N. y Nappa, N. (2012), quienes abordan el estudio del impacto del uso de recursos educativos abiertos, como estrategia de enseñanza, para el aprendizaje significativo de conceptos geométricos. Estudio donde los principales hallazgos revelaron que la implementación de este recurso enriquece el proceso de enseñanza aprendizaje.

El principal aporte de la aplicación de los REA fue a nivel de motivación e involucramiento de los estudiantes en las actividades propuestas, por otro lado el rendimiento académico en las secciones B y C fue significativamente mejor que en las

otras dos secciones. En referencia a esto cabe precisar que en los bimestres anteriores el rendimiento académico mantuvo la tendencia B y C mejores resultados. Sin embargo, en el III bimestre del año escolar 2013 el rendimiento de estas dos secciones fue significativamente superior.

Los aspectos antes señalados se correlacionan positivamente con los supuestos iniciales planteados al inicio de la presente investigación. Cabe señalar que estos recursos se plantearon dentro de una propuesta de unidad planteada sobre la base de indicadores y capacidades programados al inicio del tercer bimestre del año escolar 2013.

Referencias

Asiala, M., A. Brown, D., DeVries, E. Dubinsky, D. Mathews y K. Thomas. (1996). "A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education", *Research in Collegiate Mathematics Education II, CBMS Issues in Mathematics Education*. Vol. 6, pág.1-32.

Babbie, E. (2000). *Fundamentos de la investigación social*. México: Thomson.
Declaración de París. (2012). *Congreso Mundial sobre los Recursos Educativos Abiertos*. París. Recuperado de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Spanish_Paris_OER_Declaration.pdf

Fountain, R. y Mortera, F. (2007). *Rethinking distance education in North America*. 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*. Vol.16.Núm.3, pág. 103-125.

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

Martín, J., Beltrán, J. y Pérez, L. (2003) *Cómo aprender con Internet*. Madrid: Foro Pedagógico de Internet.

Martínez, M. (2006). *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. México: Trillas.

Ministerio de Educación de la República del Perú (2005). Evaluación Nacional del Rendimiento Estudiantil 2004. *Informe pedagógico de resultados*. Recuperado de http://www2.minedu.gob.pe/umc/admin/images/en2004/MatematicaS3_5.pdf

Ministerio de Educación de la República del Perú & Unidad de Medición de la Calidad. (2005). *IV evaluación nacional del rendimiento estudiantil -2004. Resultados [presentación en pdf]*. Recuperado de http://www.oei.es/quipu/peru/eval_rendimientos2004.pdf

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

OECD. (2007). Giving knowledge for free: The emergence of open educational resources. ISBN-978-92-64-03174-6. Recuperado de <http://www.oecd.org/edu/ceri/38654317.pdf>

Rubin, A. (2000). Technology meets math education: Envisioning a practical future forum on the future of technology in education. Recuperado de <http://www.air-dc.org/forum/abRubin.htm>

Sánchez, J. (2000, diciembre). "Aprender con Internet: Mitos y realidades". *Trabajo presentado en las Actas del V Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*. Viña del Mar, Chile.

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)*. Vol. 21. Núm.8, pág. 699-718.

Schoenfeld, A. (1989). "Explorations of student's mathematical beliefs and behavior". *Journal of Research in Mathematics Education*. Vol. 20. Núm.4, pág. 338-355.

Van Hiele, P. M. (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* (pág. 242-252). Brooklyn: Brooklyn College.

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