



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Revisión de la literatura en el marco de un proyecto para la validación de estrategias de aprendizaje de la Geometría en ambientes apoyados con TIC

A Review of the Literature in the Frame of a Validation Project of Geometry Learning-Strategies in Environments Supported by CITs

Révision bibliographique dans le cadre d'un projet de validation des stratégies d'apprentissage de la géométrie dans un environnement appuyé par les TIC

Javier Darío Fernández Ledesma

Ingeniero y candidato a Magíster en Ingeniería
Director Centro de Investigaciones
Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Medellín
Docente Universidad de Antioquia
Correos: ingenierojdf@gmail.com / dirinvestigaciones.med@ucc.edu.co

Jhon Freddy Duitama

Ingeniero de Sistema y Ph. D en Informática
Docente Universidad de Antioquia
Correo: freddy.duitama@une.net.co

Juan Delgado Lastra

Estadístico y Magíster en Estadística
Docente Universidad de Antioquia
Correo: jdelgado@udea.edu.co

Tipo de artículo: Revisión de tema - avance de investigación
Recepción: 2008-11-14
Revisión: 2009-02-10
Aprobación: 2009-04-28



“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Contenido

1. Introducción
2. Las TIC y la enseñanza de la Geometría
3. Software educativo de apoyo a la enseñanza de la Geometría
4. El modelo educativo de van Hiele
 - 4.1. Descripción de experiencias pedagógicas de aplicación del modelo de van Hiele para el aprendizaje de la Geometría
 - 4.2. Las TIC y el modelo educativo de van Hiele
5. Técnicas de validación utilizadas para evaluar los aprendizajes a través del uso de las TIC
6. Para finalizar
7. Bibliografía

Resumen. Este artículo tiene el propósito de mostrar algunos elementos que constituyen una propuesta de acercamiento al estado del arte, como marco de referencia para un proyecto de investigación enfocado al estudio de las condiciones bajo las cuales una herramienta informática permite que los estudiantes obtengan aprendizajes significativos en Geometría.

Palabras Clave: Aprendizaje, Tecnologías de la información y la comunicación, Validación.

Abstract. The aim of this article is presenting some of the elements constituting an approach-proposal to the state-of-the-art as a reference frame for a project focused on the study of conditions allowing students to achieve significant learning in geometry by means of a computer tool.

Key Words and Expressions: Communications and Information Technologies – CITs, Learning, Validation.



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Résumé. L'objectif de cet article est de présenter quelques éléments constituant la proposition d'une approche du état de la technique comme cadre de référence pour un projet envisagé sur l'étude des conditions permettant des étudiants d'acquérir un apprentissage significatif au moyen d'un outil informatique.

Mots-clés : Apprentissage, Technologies de l'information et de la communication (TIC), Validation.

1. Introducción

Es imprescindible anotar cómo el uso masificado de mediadores informáticos para la enseñanza y aprendizaje de campos específicos del saber, como la Geometría, requiere de métodos y modelos de validación que den cuenta del proceso mismo al cual asisten, y a su vez, presenten información suficiente acerca del grado o nivel de desempeño alcanzado por los estudiantes que hacen uso de estos mediadores informáticos. Más allá del impacto social y tecnológico, es necesario abordar el problema del aprendizaje significativo a la luz de la simbiosis pedagogía, psicología e informática.

En el recorrido que hemos realizado en las diferentes experiencias soportadas en el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), se ha podido evidenciar la falta de una evaluación integral que articule los modelos que corresponden a los diferentes campos del saber con los modelos para la validación de los ambientes virtuales de aprendizaje.

El problema se presenta por la insuficiencia de los modelos encontrados cuando se intentan validar estrategias de aprendizajes mediadas por el uso de recursos educativos provistos desde la informática, toda vez que no contemplan íntegramente el comportamiento de las variables para un tratamiento adecuado de la información, tanto desde el campo cognitivo como desde las ayudas informáticas mismas.

A partir del escenario anteriormente descrito nos ha surgido la siguiente pregunta de investigación: ¿será posible determinar los niveles de efectividad sobre los resultados de aprendizaje, a través del uso de las TIC con un modelo que permita evaluar íntegramente su impacto en el proceso



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

de enseñanza-aprendizaje acompañado en el marco de la aplicación de una metodología educativa?

Nuestra hipótesis de trabajo versa en torno a responder afirmativamente el anterior cuestionamiento; por ello partimos del presupuesto de que es posible definir este modelo que combine elementos cuantitativos y cualitativos y que abarque los tres aspectos de evaluación propuestos, es decir: el eje cognitivo, el adecuado uso de las TIC y el impacto logrado en los estudiantes.

Esta revisión de literatura se inscribe en la necesidad de proponer y aplicar un modelo para la validación de aprendizajes significativos en la enseñanza de la Geometría apoyada en el uso de las TIC, así como el desarrollo de una herramienta de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Geometría, con base en el modelo de Van Hiele. Lo anterior enmarcado en una propuesta metodológica integral que apoye el proceso de enseñanza y aprendizaje en el área.

2. Las TIC y la enseñanza de la Geometría

Vale la pena mencionar acá el trabajo del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998) sobre el pensamiento geométrico y tecnologías computacionales, en los cuales se propone a partir de los Lineamientos Curriculares para el Uso de Nuevas tecnologías y el Currículo de Matemáticas el uso de herramientas.

Entre dichas herramientas están las siguientes: Excel, que mediante el uso del asistente para gráficas, permite representar o estudiar funciones matemáticas. La Calculadora Gráfica es útil para el estudio de factoriales, funciones, la influencia de la escala en la interpretación gráfica de una función lineal. El uso del Logo propicia el aprendizaje de conceptos geométricos a partir de la determinación de las relaciones existentes entre los elementos constitutivos de cada una de las figuras presentes en una actividad; también hay otras herramientas como el Geometric Supposer, Sketchpad o Cabri-Geometre, cuyo principio es el estudio de los componentes fundamentales de las figuras geométricas, las relaciones entre éstas y las propiedades que presentan.



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Así mismo, se debe hacer referencia al proyecto de Geometría Dinámica del Ministerio de Educación Nacional (MEN), que incentiva el estudio de las funciones invariantes de las figuras geométricas a partir de dos funciones específicas: arrastre y desplazamiento. Cada figura construida se convierte en una colección de figuras que comparten las propiedades invariantes que las caracterizan; lo cual determina un marco general de estudio y profundización en el conocimiento de las tecnologías y herramientas computacionales que hoy en día asisten los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría en nuestras aulas.

3. Software educativo de apoyo a la enseñanza de la Geometría

Una revisión al estado actual del desarrollo de sistemas computacionales como apoyo a la enseñanza de la Geometría, nos remite inicialmente a los trabajos sobre la teoría del condicionamiento operante, los ambientes constructivistas de aprendizaje y el uso del software educativo como material didáctico en la década de los 80, sobretodo en los trabajos de Bruner, en los trabajos de Piaget y la posición constructivista psicogenética y el desarrollo del software Logo, en esta misma vía se encuentran los trabajos de Rogers, Ausubel y Novarak sobre los aprendizajes significativos (los dos últimos autores) y en las teorías no directivistas (del primer autor), así como la teoría de las inteligencias múltiples y las cogniciones repartidas.

La experiencia en el uso de herramientas informáticas para el aprendizaje de la Geometría se ha caracterizado por el uso de herramientas como el Cabri-Geometre, Euklid, Geometric Suposser y el Geómetra, entre otros; los cuales han sido registrados en Silva (2004).

Así mismo, se encuentran los trabajos sobre el enfoque del software educativo y los trabajos orientados metodológicamente al diseño pedagógico de interfaces de navegación, como se señala en Cataldi et al. (1999).

Diferentes investigaciones en diversas partes del mundo muestran que hay un escaso uso pedagógico de los recursos informáticos, a pesar de que se reconocen sus potenciales como herramientas capaces de transformar los ambientes de aprendizaje, según los trabajos referenciados en Silva (2004).



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Similarmente, se puede observar una discrepancia importante entre el potencial que tiene la tecnología informática para contribuir en el aprendizaje, y el uso que se hace de estos recursos en los establecimientos educacionales de enseñanza secundaria como se referencia en Silva (2004), la literatura, sin embargo, destaca el potencial que las tecnologías de la información y la comunicación agregarían a la enseñanza y aprendizaje de la matemática. En este sentido, los procesadores simbólicos, los graficadores, los procesadores geométricos, el material tutorial para la facilitación de los aprendizajes, son conocidos según los trabajos referenciados en Silva (2004).

Algunos autores (Silva, 2004) enumeran los principales softwares de apoyo a la matemática, como son: las plantillas electrónicas, los procesadores geométricos, graficadores, los micromundos (Logo), procesadores simbólicos y lenguajes de programación. Entre los graficadores se encuentran algunos como: Equation Grapher, funciones para Windows, Graphmatica; entre los procesadores simbólicos se encuentran: Derive, Matemática, Maple, Matlab, etc.

Entre los procesadores geométricos, que son nuestro campo de interés, se encuentran: Cabri Geometre del CNRS (Centro Nacional de la Investigación Científica) y a la Universidad Joseph Fourier de Grenoble, es un software que permite probar la construcción de una figura, hacer conjeturas, medir, calcular, borrar, ocultar/mostrar objetos, poner colores o textos, modificar el punteado, o bien recomenzar todo; su filosofía es la de permitir el máximo de interacciones (ratón, teclado...) entre el usuario y el software, y en cada caso, hacer lo que el usuario espera que haga el software, respetando por una parte los comportamientos usuales de las aplicaciones y del sistema, y por otra el comportamiento matemático más plausible.

Ahora bien, las herramientas informáticas disponibles en el medio como: Cabri Geometric, Cabriweb, eNVLN, sirven como facilitadores dinámicos para la manipulación de objetos geométricos, sin embargo, dejan aún campos por explorar y desarrollar en términos de factores de navegabilidad, interacción con el usuario final y construcción de interfaces gráficas.

Algunos elementos de valoración a partir del uso de las herramientas antes descritas nos llevan a mirarlas desde la siguiente perspectiva de comparación:



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Si bien el Cabri Geometric permite el desarrollo del pensamiento geométrico, se queda corto en el manejo de la resolución de problemas de tipo cotidiano. Como mediador en el proceso de enseñanza-aprendizaje se presenta como un instrumento útil para la manipulación de objetos geométricos.

Por otro lado, el programa se presenta muy plano para la realización de operaciones con objetos geométricos, le falta mayor interactividad, animación e interacción con el usuario final.

El Cabri 3D por su parte posee unos requerimientos técnicos muy robustos para su implementación, presenta una mayor interacción con el usuario final, sin embargo le falta ser más amigable para el usuario final con respecto a la construcción y manipulación de las figuras.

4. El modelo educativo de van Hiele

Para la enseñanza de la Geometría se han planteado varias propuestas, entre ellas una ampliamente usada llamada el modelo de van Hiele. Este modelo según los trabajos de Crowley (1987): "Está conformado por cinco niveles de entendimiento, etiquetados como visualización, análisis, deducción informal, deducción formal y rigor, que describen características del proceso de pensamiento, auxiliado por experiencias instruccionales adecuadas. En el modelo se afirma que el aprendiz se mueve secuencialmente desde el nivel inicial o básico (visualización), donde el espacio es simplemente observado -las propiedades de las figuras no son reconocidas explícitamente- a través de la secuencia anteriormente enlistada hasta el más alto (rigor), el cual se relaciona con los aspectos abstractos formales de la deducción".

Este modelo estratifica el conocimiento en cinco niveles y dentro de cada nivel en una serie de fases que permiten analizar el aprendizaje de la Geometría. El aprendizaje es comparado a un proceso inductivo. En un nivel $n - 1$ pueden ser estudiadas ciertas cuestiones limitadas de los objetos geométricos. En el nivel n se suponen conocidos los conocimientos del nivel $n - 1$ y se explicitan las relaciones que estaban implícitas en el nivel anterior, aumentando así el grado de comprensión del conocimiento. A los niveles se los denomina de la siguiente manera:



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

- Nivel 0: Básico, reconocimiento o visualización.
- Nivel 1: Análisis.
- Nivel 2: Deducción informal u orden.
- Nivel 3: Deducción.
- Nivel 4: Rigor.

Para guiar al docente en el diseño de las experiencias de aprendizaje, se propusieron cinco fases de enseñanza adecuadas para el progreso del estudiante en su aprendizaje de la Geometría:

- Fase 1: Discernimiento.
- Fase 2: Orientación dirigida.
- Fase 3: Explicitación.
- Fase 4: Orientación libre.
- Fase 5: Integración.

Las fases de aprendizaje están orientadas con el propósito de que un alumno avance desde un nivel de pensamiento a otro. Van Hiele describe el paso de un estudiante de un nivel al siguiente como una función de aprendizaje, la transición de un nivel al siguiente no es un proceso natural, tiene lugar bajo la influencia de un programa de enseñanza-aprendizaje. La transición no es posible sin el aprendizaje de un nuevo lenguaje. El paso de un nivel al siguiente se produce a través de una específica secuencia de fases de aprendizaje.

4.1 Descripción de experiencias pedagógicas de aplicación del modelo de van Hiele para el aprendizaje de la Geometría

Desde la difusión inicial de los trabajos de van Hiele, a mediados de los años 70, el interés por este modelo ha sido creciente y se han realizado muchas investigaciones basadas en sus teorías. Existen muchos trabajos de investigación fundamentados en las ideas del modelo de van Hiele, cuyo denominador común es la insistencia en aplicarlo a cuestiones geométricas de niveles educativos elementales o medios. En la actualidad existen líneas de investigación que siguen centradas en el estudio de problemas geométricos de mayor complejidad.

Podemos afirmar que el modelo de van Hiele supone, en su aspecto descriptivo del proceso de aprendizaje, una contribución fundamental para



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

establecer de una forma objetiva la eficacia de ese proceso de aprendizaje. Es importante aclarar que esta teoría no está limitada a la Geometría, sino que puede aplicarse en otras áreas de la Matemática.

A partir de 1982 comenzaron a desarrollarse algunos proyectos de investigación con el objetivo común de llevar a cabo una revisión curricular (referida a la Geometría) aplicando el modelo de van Hiele. Destaquemos tres proyectos llevados a cabo en EE.UU. que han tenido gran difusión:

Proyecto Chicago "*Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*", Universidad de Chicago. Usinskin (1982): Este proyecto fue dirigido por Zalman Usinskin, el propósito fundamental del estudio fue "analizar la habilidad de la teoría de van Hiele para describir y predecir el resultado de los estudiantes de geometría en la escuela secundaria" (Usinskin, 1982). Para conseguir esta meta, se aplicó una prueba a unos 2.700 estudiantes de 13 escuelas repartidas en 5 estados, cuyas edades oscilaban entre 11 y 20 años, siendo esta una muestra representativa del país (EE.UU). Se utilizaron 4 test estándar, dos de ellos diseñados por el proyecto.

Los resultados más destacados del proyecto fueron:

- El quinto nivel no existe o no puede ser detectado. El mismo van Hiele indica que niveles más altos del nivel IV son difíciles y que no tienen valor práctico. Es necesario resaltar que la nomenclatura de los niveles de van Hiele cambia según los autores, y también ha sido revisada en varias ocasiones por el mismo Van Hiele.
- Lo que Usinskin llama la propiedad de "secuencia fija" de los niveles. "Un estudiante no puede estar en un nivel n de van Hiele, si no ha pasado a través del nivel $n-1$ " (Usinskin, 1982), esta propiedad fue verificada por el estudio de Mayberry. "Decisiones arbitrarias respecto al número de respuestas correctas necesarias para obtener un nivel pueden afectar al nivel asignado a muchos estudiantes". (Usinskin, 1982). Un fenómeno similar fue encontrado por Burger y Shaughnessy (1986) y puede ser atribuido parcialmente a los estudiantes que se encuentren en periodos entre niveles.



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

- Los niveles de van Hiele son un buen predictor de los resultados actuales en Geometría y un razonable buen predictor de resultados posteriores (Usinskin, 1982).

Proyecto Oregon "*Assessing children's intellectual growth in geometry*", Universidad de Oregon (Burger & Shughnessy, 1986): este proyecto fue dirigido por William F. Burger de la universidad del estado de Oregon, el estudio se centró en la contestación a tres preguntas:

- ¿Son los niveles de van Hiele útiles para describir el proceso de pensamiento de los estudiantes en las tareas de Geometría?
- ¿Pueden los niveles ser caracterizados operacionalmente por la conducta de los estudiantes?
- ¿Puede un procedimiento de entrevista ser desarrollado para revelar los niveles predominantes en el razonamiento en una específica tarea de geometría? (Burger & Shughnessy, 1986).

El proyecto de investigación respondió afirmativamente a las tres preguntas y, además, obtuvo los siguientes resultados destacables:

(1) Los autores enfatizaron la utilidad de la entrevista escrita, cuidadosamente desarrollada, y el formulario de análisis para revelar los niveles de razonamiento pre-encontrados, los cuales el evaluador podía identificar con confianza.

(2) Burger y Shaughnessy dijeron que "Los niveles aparentan ser estructuras complejas envolviendo el desarrollo de conceptos y procesos de razonamiento, aplicables a muchos ambientes de tareas (Burger & Shughnessy, 1986).

(3) Burger y Shaughnessy manifestaron que la oscilación entre niveles de razonamiento pre-encontrados en un estudiante, presumiblemente en un periodo de transición entre un nivel y el siguiente, indica que los niveles son más bien dinámicos que estáticos, como teorizó van Hiele (Burger & Shughnessy, 1986).



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Proyecto Brooklyn "*Geometric Thinking among adolescents in inner city schools*", Brooklyn College; (Fuys, Geddes & Tischier, 1985): se desarrolló con estudiantes de 6º y 9º grado. El proyecto fue dirigido por Davis Fuys y Dorothy Geddes del Brooklyn College. El proyecto incluía 4 tareas para realizar:

Traducción de los materiales, fuente de van Hiele, del alemán al inglés, y el desarrollo de documentación más detallada sobre la versión conductista de los niveles.

Desarrollo de tres módulos de evaluación-instrucción para ser usados con sujetos en entrevistas clínicas.

Entrevistas con alumnos de sexto y noveno grado.

Análisis de los niveles de razonamiento sobre material de geometría en tres series de libros de textos de EE.UU

Los resultados más interesantes de este proyecto fueron:

(1) El cuarto nivel de van Hiele puede ser caracterizado operacionalmente por la conducta, y es útil para describir en los estudiantes el nivel de entrada y el nivel potencial del proceso de pensamiento en las tareas geométricas.

(2) Existen periodos entre los niveles, y un estudiante en un periodo transicional entre dos niveles estará fluctuando entre el nivel $n-1$ y el nivel n de pensamiento.

(3) "...los niveles parecen ser complejas estructuras que envuelven los desarrollos de ambos, conceptos y procesos de razonamiento, aplicables a muchas de las tareas" (Burger & Shughnessy, 1986).

El proyecto Chicago validó la teoría de van Hiele, mientras el proyecto Oregon y el de Brooklyn implicaban la aceptación de la validez de la teoría. Los tres proyectos relatados siguen centrándose en la Geometría como marco de su investigación, pero podemos encontrar unas pocas investigaciones que se salen de este ámbito.



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Por otro lado en Rusia, la Geometría siempre ha formado una parte importante del currículo de Matemáticas en los siglos diecinueve y veinte. Esta tradición fue influenciada sin duda por (e instrumentalizada en) los logros de varios geómetras rusos en los dos siglos pasados.

Tradicionalmente el currículo de Geometría en Rusia consiste en dos fases: textualmente, una fase *intuitiva* para los grados 1 a 5, y una fase de *sistematización* (deductiva) a partir del grado 6 (12/13 años).

En los años sesenta los investigadores rusos emprendieron un análisis comprensivo de las fases intuitiva y de sistematización para encontrar respuestas a la pregunta de por qué los alumnos que mostraban un buen progreso en otros temas escolares, presentaban poco progreso en Geometría.

En su análisis, la teoría de Van Hiele tuvo gran peso. Por ejemplo, se encontró que al final del grado 5 (antes de comenzar la fase de sistematización que requiere por lo menos el nivel 3 de comprensión) solo 10-15% de los alumnos estaban en nivel 2. La principal razón para eso era la atención insuficiente a la Geometría en la escuela primaria. Por ejemplo, en los primeros cinco años, los alumnos trabajaban sólo con 12-15 objetos geométricos (y su terminología asociada) principalmente en actividades de nivel 1. En contraste, en el primer tema tratado en el primer mes de grado 6, se esperaba que los alumnos trabajaran con 100 objetos y su terminología, y exigiéndoles el nivel 3 de comprensión (de no ser así, el profesor debía tratar de introducir contenidos nuevos en tres niveles simultáneamente). No es sorprendente que hayan descrito el período entre grados 1 y 5 como un "*período prolongado de inactividad geométrica*".

En consecuencia los rusos diseñaron un currículo experimental de geometría muy exitoso basado en la teoría de Van Hiele. Descubrieron que un factor importante era la secuencia y desarrollo continuo de conceptos desde el grado 1. Como fue reportado por Wirzup (1976), el alumno promedio de Grado 8 del currículo experimental mostró igual o mejor comprensión geométrica que los de grado 11 y 12 del currículo antiguo.



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

4.2 Las TIC y el modelo educativo de van Hiele

Entre los trabajos investigativos referentes al uso de las TIC y el modelo de Van Hiele para el aprendizaje de la Geometría se encuentran los trabajos presentados en Beltrametti y Esquivel et. al. (2000). En estos trabajos se considera que el Cabri Geometre posibilita el aprendizaje de relaciones visuales y geométricas por tres razones: los fenómenos visuales tienen gran importancia en la dimensión dinámica del Cabri, esos fenómenos son controlados por la teoría, pues son resultados de una modelización gráfica de un modelo analítico de propiedades geométricas, y las posibilidades sin límites de situaciones geométricas pueden ser visualizadas por un gran número de objetos de forma precisa Beltrametti y Esquivel et. al. (2000).

5. Técnicas de validación utilizadas para evaluar los aprendizajes a través del uso de las TIC

Es importante destacar el papel que juegan el uso de algunas herramientas informáticas y algunas técnicas de validación de la enseñanza-aprendizaje de la Geometría por medio de las TIC en los entornos educativos.

En este sentido, hablar de los aprendizajes significativos en el área de Geometría mediante el uso de TIC implica necesariamente hacer una revisión a los métodos, metodologías, herramientas y principios que fundamentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en general y de la geometría en particular, en contextos y escenarios informáticos.

Al respecto, se encuentran los trabajos de:

Schemeck (1977, citado en Esteban & Ruiz, 1996) desarrolló el *ILP-R, Inventario de procesos de aprendizajes*, el cual permitió evaluar los estilos de aprendizaje mediante dos tipos de factores: intercontextuales y cognitivos. Este trabajo se constituyó en la primera medida de estilos de aprendizaje que se aplicó a 129 sujetos, pero en su aplicación no se tuvieron en cuenta otros ítems como: pensamiento, memorización y estilos cognitivos, los cuales fueron agregados por él mismo en 1988 [Esteb96].

Esteban y Ruiz (1996) desarrollaron el *Modelo de aplicación del ILP-R* en la versión española, el cual se aplicó a 500 estudiantes mediante un



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo - agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

cuestionario compuesto de 141 ítems distribuidos en 9 subescalas, algunas de las cuales se subdividieron en otras categorías; la fiabilidad del método se probó con técnicas de análisis factorial y el coeficiente de fiabilidad (Cronbach=0.847), encontrándose satisfactorias las puntuaciones de las subescalas, los datos explicaron globalmente el 43,184% de la varianza total. Este modelo evidenció correlaciones significativas entre estrategias de aprendizaje y variables de personalidad. Sin embargo, no tuvo en cuenta los ambientes de aprendizaje como factores de medición Ruiz y Fuensanta (1996).

En 2001 se desarrolló en la Universidad de Zulia - Venezuela un modelo con base en la teoría de Van Hiele. Este modelo se aplicó a 40 estudiantes divididos en dos grupos (experimental y control); al primero se le aplicó el modelo van Hiele y con el segundo se trabajó el modelo tradicional de enseñanza; se realizó prueba diagnóstica a ambos; se evidenciaron deficiencias en ambos grupos, aunque los resultados del grupo de control fueron más satisfactorios. Se realizó la prueba "t" *Student* sobre pruebas parciales para medir las diferencias de medias en los resultados de ambos grupos. Se trabajó con actividades para avanzar de un nivel a otro y entrevistas para determinar implicaciones psicoafectivas. En este modelo se determinaron diferencias significativas entre el grupo de control y el experimental, y un cambio actitudinal positivo con las actividades. Los estudiantes lograron alcanzar el nivel 3 de van Hiele, y solo tres (3) alcanzaron el nivel 4. Sin embargo, el trabajo no tuvo en cuenta el uso de ordenadores como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje (Lobo, 2004).

En este mismo año, 2001, se aplicó una prueba a 300 sujetos, mediante el uso del cuestionario de ambiente de clase de nuevas tecnologías, a partir de los desarrollos instrumentales de: LEI - Inventario de Ambiente de Aprendizaje (Anderson & Walberg, 1974) y la Escala de Ambiente de Clase (Trickett & Moss, 1973), así como las experiencias previas de: Haertel G, Walberg, & Haertel E. (1981) con su meta-análisis, y Teh y Fraser (1995) con su innovación de aprendizaje asistido por ordenador para una clase de geografía.

Este instrumento de validación utilizó una escala de valoración de 1 a 5 para medir factores como: aprendizaje, cohesividad, actitudes, autonomía, tecnología adecuada, participación, motivación y comunicación, para el análisis de fiabilidad para la consistencia interna utilizó Cronbach. Sin



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo - agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

embargo, no tuvo en cuenta las especificidades de la estructura cognitiva, si no que se limitó a la validación del uso de las herramientas informáticas [Nogal01].

En el 2005 se aplicó una prueba a 352 sujetos, utilizando el instrumento SAL (Student Approaches To Learning) para medir: motivación, uso de estrategias y estilos de aprendizaje, se evaluaron 68 ítems con sus respectivas subescalas: metas de aprendizaje, cambio de metas, metas futuras, eficacia, uso de estrategias, estilos, se uso el estadístico de correlación de Pearson para el análisis de correlación de las variables estudiadas. Este modelo sirvió para validar los ítems de motivación y uso de estrategias, pero falló en los ítems de estilos de aprendizaje (Dillon, Greene & Mansell, 2005).

Graff (2006) realizó un trabajo de experimentación sobre aprendizajes en ambientes web, basado en los trabajos previos de: Memex (Bush, 1945), Randall Notecard System (Trigg & Iris, 1989) y Doug Englebart's onLine System (NLS). En este trabajo se midieron tres factores: número de páginas visitadas, proporción de las páginas visitadas y páginas revisitadas. Se Investigaron las diferencias existentes entre las estrategias utilizadas por los sujetos que navegan y los estilos cognitivos, se emplearon 58 individuos, quienes tenían 8 minutos para leer información en hipertextos jerárquicos y relacionales con la expectativa de contestar luego preguntas al respecto; se utilizo el *Análisis de estilos cognitivos*. Este modelo sirvió para predecir los ítems de motivación y uso de aprendizajes del usuario, la navegabilidad y la interacción social en un ambiente en línea, se encontraron diferencias significativas entre quienes navegaban a través del texto y quienes lo hacían por la imágenes.



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

6. Para finalizar

Vemos que experiencias como la Validación del Inventario de Procesos de Aprendizajes de [Esteb96], la aplicación del modelo propuesto en Lobo (2004) y el modelo propuesto por Dillon, Greene y Mansell (2005), no hacen uso de las TIC como mediadores de la experiencia de aprendizaje, así como los proyectos: Chicago "*Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*", Universidad de Chicago (Usinskin, 1982), el proyecto Oregon "*Assessing children's intellectual growth in geometry*", Universidad de Oregon (Fuys, Geddes & Tischier, 1985) y Brooklyn "*Geometric Thinking among adolescents in inner city schools*", Brooklyn College (Burger & Shughnessy, 1986).

Mientras que experiencias como el diseño y desarrollo de un instrumento para valorar el ambiente de clases en Nogales y Gómez (2001) y el modelo presentado por Graff (2006), se basan en el uso de las TIC como mediadores del proceso de aprendizaje. Tanto aquellas experiencias que se basan solo en la mediación de variables de tipo cognitivas y pedagógicas, como las que se circunscriben solo al campo de la mediación de las herramientas informáticas evidencian la presencia de un problema precisamente por la insuficiencia de los modelos encontrados para validar estrategias de aprendizajes mediados por el uso de las herramientas informáticas para la enseñanza-aprendizaje apoyados en el modelo de enseñanza de Van Hiele, toda vez que no contemplan íntegramente el comportamiento de las variables para un tratamiento adecuado de la información, tanto desde el campo cognitivo como desde la herramienta informática misma, que permita a su vez validar el uso de las TIC en el sector educativo.



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo – agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

7. Bibliografía

Beltrametti, M., & Esquivel et. al. (2000). Teoría de Van Hiele y Cabri-Geometre en la construcción del concepto de transformaciones rígidas del plano. En *Comunicaciones científicas y tecnológicas*. Universidad del Nordeste Argentina. Disponible en: <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2002/cyt.htm> consultado 01-Junio-2007.

Burger, W., & Shughnessy, J. (1986). Characterizing the Van Hiele Levels of Development in Geometry. *Journal for Research in Mathematics Education* 17:31-48.

Cataldi, Z et al. (1999). Revisión de marcos teóricos educativos para el diseño y uso de programas didácticos. Universidad de Buenos Aires. Disponible en: www.itba.edu.ar/capis/webcapis/RGMITBA/comunicacionesrgm/c-icie99-revisiende%20marcosteoriciseducativos.pdf. Consultado 01-Junio-2007.

Crowley, M (1987). The Van Hiele model of development of geometry thought. *N.T.C.M: Learning and teaching geometry.*,12, 1-16.

Dillon, C., & Greene, B., & Mansell, R. (2005). Assessing approaches to learning in independent learning environments in higher education. *Recent Research Developments in Learning Technologies*. Universidad de Oklahoma. Disponible en: <http://www.formatex.org/micte2005/57.pdf>, consultado el 01-junio-2007.

Fuys, D., Geddes D., & Tischier, R. (1985). An Investigation of the Van Hiele Model of thinking in Geometry among Adolescent. Final report, researching science Education (RISE) program of the National Science Foundation, Grant No. SED 7920640. Washington, D.C.

Nogales, J. & Gómez, C. (2001). Diseño y desarrollo de un instrumento para valorar el ambiente de clases de nuevas tecnologías. Disponible en: <http://tecnologiaedu.us.es/bibliovir/pdf/74.pdf> consultado el 01-junio-2007



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No.27, (mayo - agosto de 2009, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada categoría C Publindex e incluida en Latindex.

Graff, M. (2006). Constructing and maintaining an effective hypertext-based learning environment: Web-based learning and cognitive style. *Education & Training*. Universidad de Glamorgan. 48, 2-3, 143-145.

Lobo, N. (2004). Aplicación del modelo propuesto en la teoría Van Hiele para la enseñanza de la geometría. *Multiciencias*, 1, 4, 23-29.

MEN. (2004). Nuevas tecnologías y currículo de matemáticas apoyo a los lineamientos curriculares. Editorial Nomos, Santa Fe de Bogotá.

Ruiz, C., & Fuensanta C. (1996). Validación de cuestionarios ILP-R Versión Española. *Anales de Psicología*, 12, 133-151.

Silva, J., & Villareal, G. (2004). El uso de graficadores y procesadores geométricos en la enseñanza de la matemática en el nivel secundario. Universidad de Santiago de Chile. Disponible en: www.redenlaces.ucv.cl/coordinadores/seminarios/S07/Aprendiz/Desarrollo/Marco%20Teorico.pdf. consultado el 09-Abril- 2.007.

Usinskin, Z. (1982). Van Hiele levels and Achievement in Secondary School Geometry. Final report, Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry project. Chicago: University of Chicago.

Wirzup, I. (1976). Breakthorings in the Psychology of Learning and teaching Geometry. In space and Geometry: Papers from a Research Workshop, edited by J. Martin. Columbus, Ohio: ERICK/SMEAC.