

Modelo de Van Hiele como Evaluación Diagnóstica en el Área de Geometría.

Sará P., Evelio A.

Universidad Nacional Abierta (UNA) Carrera Educación Matemática y Escuela Técnica Agroindustrial “Prof. Pedro Albarrán” Área de Matemática.
eveliosara@yahoo.com, evelio8579@gmail.com

Resumen

La siguiente investigación presenta el Modelo de Van Hiele como una herramienta eficaz en el diseño de instrumentos de evaluación diagnóstica en Geometría. La metodología se abordó desde un alcance correlacional y un diseño transeccional-correlacional. Se diseñó un instrumento ad hoc basado en los descriptores de los tres primeros niveles del Modelo y se aplicó a dos secciones de estudiantes del Primer Año de una Escuela Técnica Agroindustrial ubicada en el Municipio Andrés Bello, Estado Trujillo durante el año escolar 2014-2015. Con los resultados obtenidos se estableció el nivel de razonamiento geométrico en el que se encontraban los estudiantes y se compararon los promedios de ambos grupos utilizando la prueba t de Student para muestras independientes. En conclusión, la investigación permitió verificar la efectividad del Modelo de Van Hiele en el diseño de instrumentos de evaluación diagnóstica que reflejen el nivel de razonamiento en el que se encuentra el estudiante.

Palabras claves: Modelo de Van Hiele, Evaluación Diagnóstica, Aprendizaje de la Geometría.

Van Hiele Model as Diagnostic Evaluation in the Geometry Area.

Abstract

The following research presents the Van Hiele Model as an efficient tool in the design of diagnostic evaluation instruments in Geometry. The methodology was approached from a correlational scope and a transeccional-correlational design. An ad hoc instrument was designed based on the descriptors of the first three levels of the Model and was applied to two sections of students of the First Year of an Agroindustrial Technical School located in the Municipality Andrés Bello, Trujillo State during the 2014-2015 school year. With the obtained results the level of geometric reasoning in which the students were found was established and the averages of both groups were compared using Student's t-test for independent samples. In conclusion, the research allowed to verify the effectiveness of the Van Hiele Model in the design of diagnostic evaluation instruments that reflect the level of reasoning in which the student is.

Keywords:

Van Hiele Model, Diagnostic Evaluation, Learning Geometry.

Introducción

En la actualidad se cuenta con una diversidad de estrategias didácticas para el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática en los estudiantes del nivel de Educación Media. Una de estas estrategias innovadoras es el modelo expuesto por los esposos Van Hiele. En los años 50, Pierre M. Van Hiele y Dina Van Hiele Geldof, trabajaban como profesores de Geometría de enseñanza secundaria en Holanda, a partir de su experiencia docente, elaboraron un modelo que trata de explicar, por un lado, cómo se produce la evolución del razonamiento geométrico de los estudiantes y, por otro, cómo puede un profesor ayudar a sus estudiantes para que mejoren la calidad de su razonamiento geométrico. Los investigadores después de un proceso de pruebas en instituciones educativas han logrado excelentes resultados en su aplicación.

Este modelo presenta dos potencialidades, en primer lugar, el modelo le permite al docente indagar los niveles de razonamientos que poseen los estudiantes en los contenidos de Geometría y en segundo lugar, el modelo le permite al docente crear unidades didácticas siguiendo las fases de aprendizaje establecidas por los Van Hiele.

Los investigadores afirman que el Modelo de Van Hiele es realmente una teoría para la enseñanza y el aprendizaje de la Geometría. En ese sentido, Huerta (1999), plantea que “la teoría de los niveles de Van Hiele ha sido el centro de atención de algunos investigadores. Muchas tesis doctorales, artículos e informes de investigación se han publicado para verificar y explorar sus planteamientos en relación con el aprendizaje de la geometría” (p. 292). Sin embargo, en la realidad de las aulas del Sistema Educativo Venezolano se percibe que los estudiantes exhiben un bajo conocimiento en el área de la Geometría; esto permite afirmar que el nivel de razonamiento geométrico en el que se encuentra el estudiante no concuerda con su edad y el nivel establecido por los investigadores para un grado o año determinado.

Problema o situación de estudio

integrado por dos opciones: educación media general con duración de cinco años, de

primero a quinto año, y educación media técnica con duración de seis años, de primero a sexto año. Los programas educativos del nivel de Educación Media contemplan la enseñanza de la asignatura Matemática en el currículo escolar. La Matemática suministra muchos y claros ejemplos del desarrollo de esquemas o estructuras conceptuales en la mente del individuo, además, la Matemática aparece como uno de los instrumentos más altamente desarrollados disponibles para nosotros al objeto de tratar con nuestro ambiente físico (Skemp, 1980).

Desde el punto de vista matemático, existen tres tipos de argumentos que justifican la presencia de la Matemática en el currículo escolar: 1) la Matemática tiene un alto valor formativo porque desarrolla las capacidades de razonamiento lógico, simbolización, abstracción, rigor y precisión que caracterizan el pensamiento formal; 2) la Matemática es importante por su utilidad debido a que aparece en variadas formas de expresión humana y permite codificar información y obtener una representación del medio social y natural y 3) la Matemática proporciona, junto con el lenguaje, uno de los hilos conductores de la formación intelectual de los estudiantes. (Rico, 1998a).

Por otra parte, el profesor de Matemática necesita conocimientos sólidos sobre los fundamentos teóricos del currículo y sobre los principios para el diseño, desarrollo y evaluación de unidades didácticas de Matemática. Cuando los profesores no tienen una formación teórica adecuada ven limitadas sus funciones como ejecutores de un campo de decisiones cuya coherencia y lógica no dominan y no entienden. Howson, Keitel y Kilpatrick citado en Rico (1998b) indican que el nivel de Educación Media requiere de profesionales que se preocupen por mejorar la praxis en el aula, incluyendo en sus planificaciones la evaluación diagnóstica del razonamiento que poseen sus estudiantes para posteriormente crear unidades didácticas basadas en las teorías y métodos que se han establecido en diversas investigaciones realizadas en el área de Educación Matemática.

En relación con esto último, Mariño (1999) señala que investigaciones como las de Van Hiele (1986) relacionadas con el Modelo de Desarrollo del Pensamiento en Geometría, "...describe cómo se va modificando la forma de razonar de los individuos en Geometría, desde una visión más simplista, global de conceptos geométricos, hasta el empleo del razonamiento formal" (p. 74). Por consiguiente, Braga (1991) plantea que

“el Modelo de Van Hiele proporciona un esquema útil de organización del currículo y del material de aprendizaje que ha tenido una influencia real en la elaboración de currículos de Geometría en distintos países” (p. 5). Es decir, el docente de Matemática encuentra en el Modelo de Van Hiele una herramienta eficaz para la didáctica de la Geometría y el Estado Venezolano debería preocuparse en organizar el currículo siguiendo teorías para la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática.

Desde el punto de vista de la didáctica, el papel que juega el docente de Matemática en el aula es de gran importancia para la producción de conocimientos en los estudiantes. Al respecto, Orton (1988) afirma que “...desde el punto de vista de la implementación en el aula, es más importante prestar mucha atención a lo que pueden hacer los maestros para perfeccionar el aprendizaje” (p. 219). Asimismo, Mosquera (2006) recalca que “el profesor debe emular en el aula aquellos comportamientos, habilidades y competencias que espera que sus estudiantes logren. El profesor está llamado a mostrar en la clase las formas de pensamiento o razonamiento que espera que sus estudiantes aprendan” (p. 27).

Considerando los planteamientos de Gutiérrez (1999) el cual establece que “los profesores de Matemáticas están en la escuela para enseñar Matemática y cuando los estudiantes no las aprenden los profesores se deben sentir insatisfechos y preocupados y reflexionar sobre su falta de éxito” (p. 101). En este orden de ideas, González (1994) señala que:

...el profesor tiene como función organizar el entorno mediante la preparación de materiales que reproduzcan de forma concreta las complejas estructuras matemáticas, e inducir al alumno al descubrimiento de dichas teorías. Como consecuencia, la función de la instrucción es ayudar al desarrollo cognitivo para poder así entender los objetivos específicos (p. 188).

Con relación a lo expuesto anteriormente, investigadores como Alsina citado en Mariño (1999) advierte lo siguiente:

Existe un consenso, en la comunidad de Educación Matemática, sobre la necesidad de garantizar en los alumnos una buena formación en Geometría. Sin embargo, la ausencia de tal formación durante muchos años ha producido en el alumno y en el docente inseguridad y a la vez cierto desinterés por la enseñanza y aprendizaje de la Geometría (p. 72).

El docente de Matemática debe prestar mayor atención al nivel de razonamiento geométrico en el que se encuentran los estudiantes del Primer Año de Educación Media y de esta manera crear unidades didácticas que permitan el aprendizaje de la Geometría. Esta investigación busca concienciar al docente para que utilice el Modelo de Van Hiele como una estrategia didáctica que garantiza una secuencia en el aprendizaje de los contenidos geométricos que debe adquirir el estudiante para pasar de un nivel a otro una vez diagnosticado el nivel de conocimiento geométrico en el estudiante en un determinado momento.

En sus trabajos, los esposos Van Hiele enfatizan en la idea de que el paso de un nivel a otro depende más de la enseñanza recibida que de la edad o madurez (Gutiérrez y Jaime, 1990). Es decir, dan gran importancia a la organización del proceso de enseñanza-aprendizaje así como a las actividades diseñadas y los materiales utilizados. Cabe agregar que en esta investigación será analizada con mayor profundidad la vertiente descriptiva del Modelo de Van Hiele que hace referencia al diagnóstico previo de los niveles de razonamientos en el que se encuentra un estudiante en un determinado momento.

El objetivo fundamental de esta investigación, es presentar el Modelo de Van Hiele como una alternativa didáctica en la que el docente puede indagar y clarificar la forma de organizar sus estrategias didácticas para lograr el aprendizaje de la Geometría en los estudiantes de Primer Año de una Escuela Técnica Agroindustrial. Finalmente, se plantea la siguiente interrogante ¿Cuál es la efectividad del Modelo de Van Hiele en la caracterización del nivel de razonamiento geométrico en los estudiantes de Primer Año de una Escuela Técnica Agroindustrial para el tema de *Triángulos y Cuadriláteros*?

Objetivos

Objetivo General:

Evaluar la efectividad del Modelo de Van Hiele en la caracterización del nivel de razonamiento geométrico de los estudiantes de primer Año de una Escuela Técnica Agroindustrial para el tema de *Triángulos y Cuadriláteros*.

Objetivos específicos:

- Diseñar un instrumento de evaluación diagnóstica basado en los descriptores del Modelo de Van Hiele para el tema de *Triángulos y Cuadriláteros*.
- Diagnosticar el nivel de razonamiento geométrico en el tema de *Triángulos y Cuadriláteros* alcanzado por los estudiantes del Primer Año de una Escuela Técnica Agroindustrial.

Metodología

Para la realización de este estudio se utilizó un alcance correlacional y un diseño transeccional-correlacional. En ese sentido, se diseñó un instrumento de evaluación diagnóstica basado en los descriptores de los tres primeros niveles de Van Hiele en el tema de *Triángulos y Cuadriláteros*. Este instrumento se aplicó a 40 estudiantes que cursaban el Primer Año en dos secciones diferentes de una Escuela Técnica Agroindustrial y se determinó el nivel de razonamiento geométrico que caracterizaba a los estudiantes. El instrumento de evaluación basado en la variable Modelo de Van Hiele se implementó para observar su relación sobre la variable aprendizaje de la Geometría y establecer comparaciones en el razonamiento geométrico de los dos grupos de estudiantes (Hernández, Fernández y Batista, 2010).

Elaboración del instrumento de evaluación aplicado a los estudiantes.

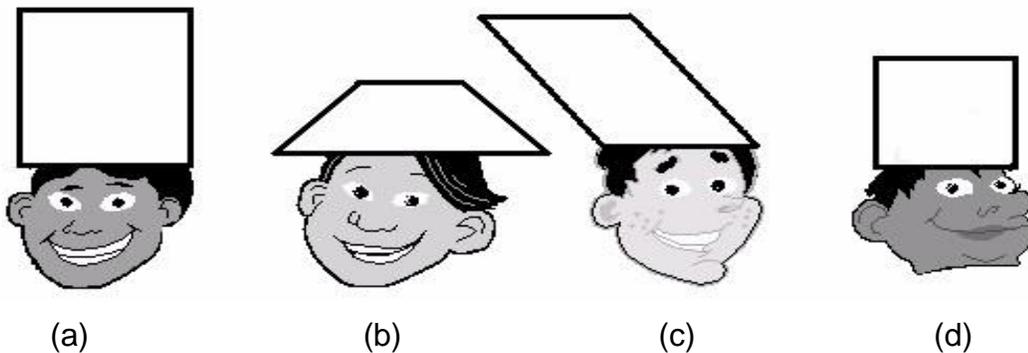
La elaboración de la prueba aplicada a los estudiantes consideró aspectos como: a) definición de objetivos generales en cada nivel de razonamiento. b) asignación a cada nivel de razonamiento de los indicadores que determinan el logro de los objetivos específicos. c) preparación de los ítems para la prueba y d) preparación de la prueba para su uso. La prueba focalizó la evaluación en los tres primeros niveles de razonamiento del Modelo de Van Hiele en los temas “*Triángulos y Cuadriláteros*”, cada uno de estos niveles fueron especificados por los indicadores. En el diseño de los ítems de este instrumento fueron considerados los aportes de algunos investigadores como Usinskin (1982), Crowley (1987), Lastra (2005) y Fouz (2006). A continuación se mencionan los descriptores abordados en cada uno de los niveles:

Evaluación del nivel 1. Visualización o Reconocimiento. Se consideraron los siguientes descriptores: 1) reconocer cuadriláteros en figuras de polígonos convexos, 2)

identificar un trapecio por su forma, 3) reconocer un eje de simetría en ejes dibujados en cuadriláteros, 4) generar una forma rectangular con un mínimo de piezas triangulares, 5) Identificar un paralelogramo por su forma.

Un ejemplo utilizado en el instrumento de evaluación diagnóstica para este nivel se muestra a continuación:

El sombrero de Andrés tiene forma de trapecio. ¿Quién es Andrés?



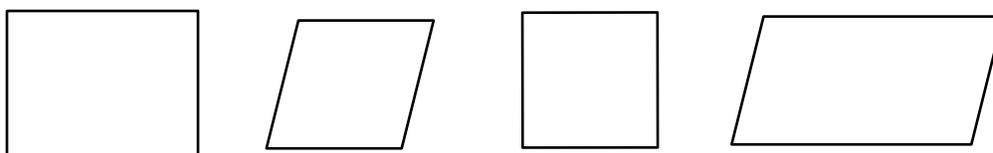
Evaluación del nivel 2: Análisis. Se consideraron los siguientes descriptores:
1) seleccionar la forma que tiene un cuadrilátero según dos propiedades dadas.
2) seleccionar la forma que tiene un cuadrilátero según tres propiedades dadas,
3) identificar la definición en función de la propiedad matemática (un par de lados paralelos) de un trapecio, 4) conjeturar la forma del cuadrilátero (rombo) que se forma al plegar un cuadrado por los puntos medios de sus lados simétricamente y luego recortarlo, 5) identificar las propiedades de los rombos, 6) describir las propiedades de los cometas.

A continuación se presenta un ejemplo de ítem empleado en el instrumento para diagnosticar este nivel de razonamiento geométrico en los estudiantes:

En la figura se muestran los dobleces de una hoja de papel



Al cortar el papel, ¿Qué figura se obtiene?



(a) (b) (c) (d)

Evaluación del nivel 3: Clasificación. Se consideraron los siguientes descriptores:

1) identificar la propiedad (lados opuestos iguales) para construir un paralelogramo, 2) identificar la forma del cuadrilátero (trapecio) que cumple con las propiedades dadas, 3) deducir que los ángulos internos de un cuadrilátero suman 360° a partir de dividirlo en dos triángulos, 4) reconocer el papel de las explicaciones lógicas o argumentos deductivos en la justificación de hechos.

A continuación se muestra un ejemplo empleado en el instrumento para diagnosticar el tercer nivel de razonamiento geométrico en los estudiantes del Primer

Año:

He aquí dos afirmaciones:

- 1) El triángulo “ABC” tiene tres lados iguales.
- 2) En el triángulo “ABC”, los ángulos B y C tienen la misma medida.

¿Cuál de las siguientes opciones es la respuesta correcta?

- a) Las afirmaciones 1) y 2) no pueden ser ciertas a la vez.
- b) Si la primera afirmación es cierta, entonces la segunda es cierta.
- c) Si la segunda afirmación es cierta, entonces la primera es cierta.
- d) Si la primera afirmación es falsa, entonces la segunda es falsa.

Resultados

El análisis de los resultados se basó fundamentalmente en la comparación de las medias aritméticas de los resultados obtenidos por ambos grupos en cada uno de los tres primeros niveles de Van Hiele y las medias generales para los tres niveles de razonamiento. Asimismo en el cuadro 1, se anexa un análisis aplicando la prueba t de Student para conocer el grado de significancia entre las medias de los niveles de Van Hiele y entre las medias de los dos grupos.

— Cuadro 1. Promedio obtenido por ambos grupos de estudiantes en cada nivel. —

Nivel	Estudiantes de 1° “B” (%)	Estudiantes de 1° “C” (%)	Diferencia de Medias	Estadístico t
1	38,57	34	4,57	0,58
2	32,9	22	10,86	0,09
3	12,86	10	2,86	0,57
Promedio				

Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que los estudiantes de 1° “B” y 1° “C” exhiben muy pocas habilidades en los descriptores de los niveles de razonamiento de Van Hiele, a lo sumo se encuentra en un 38,57% y 32,9% en el nivel de razonamiento geométrico perteneciente al primer nivel. Sin embargo, se observó una pequeña diferencia entre los promedios de los niveles de los dos grupos de estudiantes. Para verificar si existe una diferencia marcada se aplicó la prueba de Student para muestras independientes y se obtuvo lo siguiente:

a) De los cinco ítems del nivel 1 de Van Hiele, se verificó una diferencia entre las medias de ambos grupos de 4,57 a favor del grupo de estudiantes de 1° “B”. Sin embargo, se observó una significación estadística asociada al estadístico t de 0,58. Concluyendo que no existen diferencias significativas en ambos grupos.

b) De los seis ítems del nivel 2 de Van Hiele, se verificó una diferencia entre las medias de ambos grupos de 10,86 a favor del grupo de estudiantes de 1° “B”. Asimismo, se observó una significación estadística asociada al estadístico t de 0,09. Concluyendo que no existen diferencias significativas en este nivel para ambos grupos.

c) De los cuatro ítems del nivel 3 de van Hiele se verificó una diferencia entre las medias de ambos grupos de 2,86 a favor del grupo de estudiantes de 1° “B”. De igual manera, se observó una significación estadística asociada al estadístico t de 0,57. Concluyendo que no existen diferencias significativas en el nivel 3 para ambos grupos.

En general, los resultados de la prueba para los tres niveles de Van Hiele verificaron una diferencia de medias de 6,63 entre los dos grupos a favor del grupo de estudiantes de 1° “B”. Asimismo, la prueba t de Student arrojó una significación estadística de 0,10. En conclusión, ambos grupos (B y C) tenían una condición similar en el razonamiento geométrico de los temas *Triángulos* y *Cuadriláteros*, con una ligera ventaja para el grupo B.

Conclusiones

Luego de analizar los resultados obtenidos se pueden emitir las siguientes conclusiones producto de los objetivos planteados en la investigación. Los estudiantes

que ingresan en el primer año del nivel de Educación Media en la Escuela Técnica Agroindustrial seleccionada exhiben un razonamiento geométrico muy básico en los tres primeros niveles propuestos en el Modelo de Van Hiele. Asimismo, se evidenció que los estudiantes exhiben mayores habilidades de los temas: *Triángulos y Cuadriláteros* en el nivel de visualización, que corresponde al primer nivel de Van Hiele. De acuerdo con Archer (2010) “se trata de un nivel de reconocimiento en el que los alumnos perciben las figuras geométricas globalmente por su forma y no por sus propiedades” (p.130).

Por tanto, se demostró la efectividad del Modelo de Van Hiele, en su primera vertiente, es decir, como una estrategia eficaz para construir instrumentos de evaluación que permitan diagnosticar el nivel de razonamiento geométrico en el que se encuentra un grupo de estudiantes en un determinado momento. Para finalizar, esta investigación permite afirmar que el aprendizaje es secuencial y se produce una transición entre un nivel y el otro. Este aspecto se evidenció en la comparación de las habilidades exhibidas por los estudiantes entre un nivel y el otro, mientras el estudiante adquiere la totalidad del conocimiento en un nivel N simultáneamente va adquiriendo conocimientos del nivel N+1. En conclusión, el aprendizaje no se produce a “saltos” sino de manera secuencial y organizada.

Bibliografía

- Archer, M. (2010). *Estudio de casos sobre el razonamiento matemático de alumnos con éxito académico en la ESO*. Tesis para optar al Grado de Doctor en el Programa de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Matemática. Barcelona, España. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/41441>.
- Braga, G. (1991). Apuntes para la enseñanza de la geometría. En Velásquez, J. (compilador) *Didáctica de la Geometría*. (pp. 1-6). Caracas, Venezuela: UNA.
- Crowley, M. (1987). The Van Hiele Model of the development of geometric thought. En Lindquist, M. (editor), *Learning and teaching geometry, k-12 1987 Yearbook*. NCTM. (pp. 1-16). Reston, VA: NCTM.

- Fouz, F. (2006). Test geométrico aplicando el Modelo de Van Hiele. *Sigma revista de matemáticas* 28(5), 33-58.
- González, F. (1994). *Fundamentos epistemológicos y psicológicos. Paradigmas en la Enseñanza de la Matemática*. Caracas: IMPREUPEL.
- Gutiérrez, A. y Jaime, A. (1990). *Una propuesta de fundamentación para la enseñanza de la Geometría: El modelo de Van Hiele. Práctica en educación Matemática*. Sevilla: Alfar.
- Gutiérrez, A. (Ed.). (1999). *Área de conocimiento didáctica de la matemática*. Madrid, España: Síntesis.
- Hernández, R.; Fernández, C.; y Baptista M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw-Hill.
- Howson, G.; Keitel, C.; y Kilpatrick, J. (1981). *Curriculum development in mathematics*. Cambridge University Press.
- Huerta, P. (1999). *Los niveles de Van Hiele y la Taxonomía SOLO: Un análisis comparado, una integración necesaria*. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21580/21414>.
- Lastra, S. (2005). *Propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje de la Geometría, aplicada en escuelas críticas*. (Tesis de Grado para optar al Grado de Magister). Chile. Recuperado de www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/lastra_s/sources/lastra_s.pdf.
- Ley Orgánica de Educación. (2009). *Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela*, N° 5.929 (Extraordinario), 15-08-2019.
- Mariño, A. (1999). El geoplano: Un recurso manipulable para la enseñanza de la geometría. En Velásquez, J. (compilador) *Didáctica de la Geometría*. (pp. 72-90). Caracas, Venezuela: UNA.
- Mosquera, J. (2006). *Evaluación de los aprendizajes en Matemática*. Caracas, Venezuela: UNA.
- Orton, A. (1988). *Didáctica de las matemáticas*. Madrid, España: Morata.

- Rico, L. (1998a). Concepto de currículum desde la educación matemática. *Revista de Estudios del Currículum* 1(4), pp. 7-42.
- Rico, L. (1998b). Complejidad del currículo de matemáticas como herramienta profesional. *Relime*, 1(1). 22-39.
- Skemp, R. (1980). *Psicología del aprendizaje de las matemáticas*. Madrid, España: Morata.
- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. Columbus, EE.UU: ERIC.
- Van Hiele, P. (1986). *Structure and insight*. New York: Academic Press.

}