

## LOS MAPAS CONCEPTUALES COMO HERRAMIENTA DE EXPLORACIÓN DEL LENGUAJE EN EL MODELO DE VAN HIELE

*Pedro Vicente Esteban Duarte, Universidad Eafit, Colombia*  
*Edison Darío Vasco Agudelo, Universidad de Antioquia, Colombia*  
*Jorge Alberto Bedoya Beltrán, Instituto Tecnológico Metropolitano, Colombia*  
Email: [pesteban@eafit.edu.co](mailto:pesteban@eafit.edu.co), [evasco@matematicas.udea.edu.co](mailto:evasco@matematicas.udea.edu.co), [jorgebedoya@itm.edu.co](mailto:jorgebedoya@itm.edu.co)

**Resumen.** Los mapas conceptuales tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones, facilitando el análisis del lenguaje empleado en su construcción y poniendo de manifiesto la integración que los aprendices tienen entre los conceptos empleados para su elaboración. En el modelo educativo de van Hiele, es considerado el lenguaje como una de sus características fundamentales en el proceso de aprendizaje de un concepto geométrico o matemático y es uno de los indicadores del nivel de razonamiento en el cual un alumno se encuentra. El modelo de van Hiele está compuesto por cinco (5) niveles de razonamiento, cinco (5) fases de aprendizaje y el *insight*. A partir del análisis del lenguaje se pueden diseñar experiencias de aprendizaje significativas para potenciar el progreso de un alumno a través de los niveles de razonamiento postulados por dicho modelo.

En este artículo, nos proponemos mostrar como la implementación de los mapas conceptuales dentro del modelo educativo de van Hiele, ayuda a detectar con claridad el lenguaje empleado por los alumnos, y así, poder propender no solo por el fortalecimiento del mismo, sino por el avance en el nivel de razonamiento del alumno, respecto al concepto de aproximación local en su manifestación de recta tangente a una curva plana en un punto dado sobre ella.

### 1 Introducción

Hacia los años 50, los esposos Pierre Marie van Hiele y Dina van Hiele-Geldof, trabajaban como profesores de matemáticas en la enseñanza media. A partir de su experiencia docente y mientras estudiaban algunos de los trabajos de Jean Piaget, Pierre van Hiele formuló su sistema de niveles de razonamiento en geometría. Él notó, como es evidente en algunas de las entrevistas de Piaget, que los problemas o tareas que se les presentan a los niños con frecuencia requieren del conocimiento de un vocabulario o de algunas propiedades que están fuera del alcance de su nivel de razonamiento.

Según (Gutiérrez, 1990) algunas de las razones que llevaron a los esposos van Hiele a formular este sistema, fue que "...los profesores se lamentaban de una serie de problemas como los siguientes: Muchas veces no hay manera de conseguir que los alumnos comprendan algún concepto nuevo; otras veces parece que estos 'se saben' los conceptos o propiedades que el profesor les acaba de introducir, pero sólo son capaces de usarlos en ejemplos idénticos a los resueltos con la ayuda del profesor; también ocurre, especialmente en Enseñanza Media, que los alumnos pueden resolver problemas concretos con bastante habilidad, pero carecen de ideas cuando deben resolver esos mismos problemas planteados en un contexto algo diferente, abstracto o más formalizado; otra situación típica en la clase de matemáticas es la de los estudiantes que tienen que recurrir a memorizar las demostraciones de los teoremas o las formas de resolver problemas, pues es la única forma legal que tienen de aprobar los exámenes".

Este fenómeno, que no solo afecta a la enseñanza media, sino también a la enseñanza básica y universitaria, ha propiciado que recientes investigaciones (Esteban, 2000; Jaramillo, 2000; de la Torre, 2000) se centren en la aplicación del modelo fuera del campo de la geometría, donde se formuló inicialmente, sino en algunos tópicos del análisis matemático, que poseen una componente visual y geométrica.

### 2 El modelo educativo de van Hiele

El modelo educativo de van Hiele tiene tres componentes principales: **el insight**, que según (van Hiele, 1957) se define como "*Comprensión*", pero se interpreta en una forma más clara en la definición presentada por (Ford & Resnick, 1990) como "*el reconocimiento de la estructura del problema*", la cual aceptaremos agregándole, que tiene como propósito, ayudar a los alumnos a desarrollar la percepción, el segundo elemento son **los niveles de razonamiento**, que se clasifican en cinco, adoptando la nomenclatura de J. L. Llorens y citado por (Esteban, 2000) que es la siguiente: Nivel 0, predescriptivo; nivel 1, de reconocimiento visual; nivel 2, de análisis; nivel 3, de clasificación y relación; nivel 4, de deducción formal. Por último, **las fases de aprendizaje**, que son fase 1, información; fase 2, orientación dirigida; fase 3, explicitación; fase 4, libre orientación; fase 5, integración; están orientadas a ayudar a progresar a un alumno desde un nivel de razonamiento al inmediatamente superior, básicamente las fases constituyen un esquema para organizar la enseñanza.

De acuerdo con la teoría de los van Hiele, los alumnos progresan a través de los niveles de razonamiento, estos son jerárquicos de manera que, para que los alumnos razonen en uno de los niveles, deben haber superado en su totalidad los niveles inferiores. El progreso de un nivel al siguiente, depende más de la instrucción que de la edad o maduración biológica del individuo. Lo cual implica, que el profesor debe adecuar sus enseñanzas al nivel de razonamiento del alumno para el concepto objeto de estudio, pues en otro caso el aprendizaje será de tipo memorístico, local, perecedero y carente de significado. Es por eso que se hace imprescindible implementar una técnica que facilite al docente conocer el lenguaje utilizado por los estudiantes y así proponer las tareas adecuadas de aprendizaje para ayudarlos a avanzar en su nivel de razonamiento.

### **3 Los mapas conceptuales**

Los mapas conceptuales, surgieron como una forma de instrumentalizar la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, en especial, en lo referente a la evolución de las ideas previas que poseen los alumnos, fueron desarrollados por J. D. Novak, y divulgados a través del libro *Aprendiendo a Aprender*, en el cual, se pretendía entre otros, un objetivo medular: liberar el potencial de aprendizaje en los alumnos que permanece sin desarrollar y que en muchas prácticas educativas lo único que hacen es obstaculizarlo más que facilitararlo. Según (Novak & Gowin, 1999), los mapas conceptuales “tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones. Una proposición consta de dos o más términos conceptuales unidos por palabras para formar una unidad semántica”.

Otras formas de representar conceptos, son entre otras, los diagramas de flujo, los organigramas, las redes semánticas, los diagramas de predicabilidad, etc, pero ninguna de ellas, esta basada en la teoría del aprendizaje significativo, ni en la teoría del conocimiento que constituyen la base de la elaboración de los mapas conceptuales. Según (Novak & Gowin, 1999), los mapas conceptuales, pueden ser empleados como *una técnica de estudio y como herramienta para el aprendizaje*, ya que permiten al docente explorar con sus alumnos los conocimientos previos que tienen frente a un tema específico, además su elaboración le permite al alumno organizar, interrelacionar y fijar el conocimiento adquirido, fomentando la reflexión, el análisis y la creatividad; además de ser una técnica de estudio, los mapas conceptuales también pueden ser empleados como una representación gráfica o esquemática de un tema específico, en ellos, todo el conocimiento esta organizado y representado, situando los conceptos más generales e inclusivos en la parte superior del mapa y los menos inclusivos en la parte inferior del mismo.

Esta manera gráfica de representar los conceptos y sus relaciones, proveen a los profesores y alumnos una forma para organizar y comunicar su estructura mental sobre un tema determinado, Ausubel, citado por (Maya & Diaz, 2002) sostiene que “la estructura cognitiva de una persona es el factor que decide acerca de la significación del material nuevo y de su adquisición y retención”, por lo tanto, un concepto podrá o no, ser incorporado de acuerdo a la estructura cognitiva que el alumno posea, y a las tareas de aprendizaje que se le presenten.

### **4 El lenguaje: Relación entre el modelo educativo de van Hiele y los mapas conceptuales.**

El lenguaje tiene un papel crucial dentro del proceso de formación de conceptos y en el aprendizaje significativo de los mismos, además es el código que permite interpretar o relacionar lo captado, sin este, solo se podrían establecer relaciones mentales con lo que en determinado momento se estuviese percibiendo; con él se pueden evocar representaciones mentales e imaginar otras. La palabra, como un tipo especial de lenguaje y por su capacidad simbolizadora permite que el cerebro procese en forma integral la información que envía a cada uno de los sentidos, con ella se clasifican, ordenan y relacionan las imágenes o sensaciones percibidas.

Según (Ausubel et al., 1989), la adquisición del lenguaje es lo que permite en gran parte a los humanos el aprendizaje significativo, de una vasta cantidad de conceptos y principios que, por si solos, no podrían nunca descubrir a lo largo de sus vidas. Es por eso que se hace relevante dejar explícito el papel que juega el lenguaje dentro de la construcción de los mapas conceptuales, ya que según (Novak & Gowin, 1999) “es útil para traducir regularidades que reconocemos normalmente, en códigos que podemos utilizar para describir nuestros pensamientos, sentimientos y acciones”. En concordancia con el modelo educativo de referencia, el lenguaje que el alumno emplee para expresarse es de suma importancia, ya que según (Gutiérrez, 1990) “las diferentes capacidades de razonamiento asociados a los niveles de van Hiele no sólo se reflejan en la forma de resolver los problemas propuestos, sino en la forma de expresarse y en el significado que se le da a determinado vocabulario”. Debido a esto, el lenguaje, no solo es esencial en la creación de las experiencias de aprendizaje,

sino también, para que el docente se haga comprender por sus alumnos, lo contrario provocará la incompreensión mutua, tal como lo describe (van Hiele, 1957) “dos personas que razonan en diferentes niveles no podrán comprenderse”.

## 5 Implementación de los mapas conceptuales dentro del modelo educativo de van Hiele

Las experiencias de aprendizaje diseñadas, se enmarcan dentro del concepto de aproximación local, que se expone a los alumnos en los últimos años de bachillerato y en los primeros años de universidad; tiene entre sus principales manifestaciones algunos de los siguientes conceptos matemáticos: el de recta tangente a una curva plana en un punto dado sobre ella, el de derivada de una función en un punto, la continuidad de una curva en un punto, el de integral definida, las series infinitas, etc. En este estudio se eligió, el de recta tangente a una curva plana en un punto dado sobre ella.

En este trabajo, se retoman los elementos teóricos del modelo educativo de van Hiele y se aplica un test de razonamiento semiestructurado, previamente validado por (Esteban, 2000), a un grupo de 154 alumnos del primer año de universidad, 44 de los cuales se clasificaron en el nivel 2 de razonamiento. A este último grupo, se le aplicaron las experiencias de aprendizaje diseñadas para cada una de las fases, con el fin de ayudarles a progresar al nivel 3 de razonamiento.

Para abordar la problemática planteada, se analiza la información obtenida en la fase 1 del modelo educativo de van Hiele, que está descrita por (Gutiérrez, 1990) de la siguiente manera: “En esta fase, se sostiene un diálogo entre el docente y el alumno, para informar sobre el tema objeto de estudio, los elementos y los materiales que se van a utilizar. Además tiene entre sus propósitos, el indagar por la información previa que posee el estudiante”. En el trabajo realizado dentro de la fase, se les dio instrucción en la utilización del mecanismo del haz de secantes con el cual los alumnos exhiben el razonamiento en el concepto objeto de estudio, y debido a que se necesita conocer la información previa que ellos poseen, se implementan los mapas conceptuales, como técnica que les permite poner de manifiesto las relaciones significativas entre los conceptos propuestos (punto, curva, recta y tangente), la forma como comprenden estos y que relaciones relevantes les faltan para completar los elementos básicos de la red de relaciones del nuevo nivel. El mapa conceptual que se muestra a continuación es uno de los presentados por los alumnos, a los cuales se les aplicó la intervención pedagógica. El análisis de estos mapas permite estudiar el lenguaje utilizado por los alumnos y a partir de ahí diseñar las experiencias de aprendizaje para las otras fases del modelo.

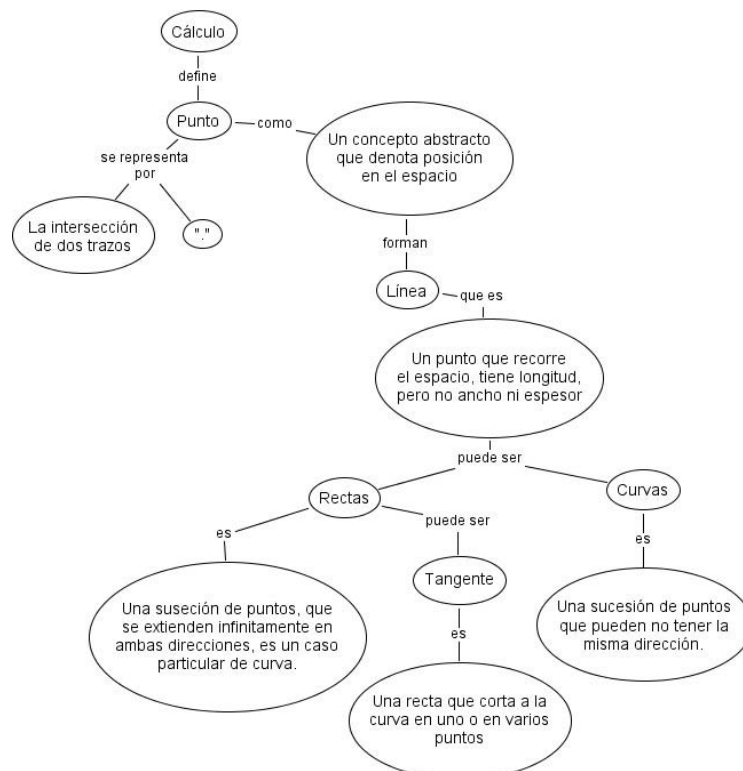


Figura 1. Mapa conceptual elaborado en la primera fase de aprendizaje del modelo educativo de van Hiele.

En este mapa se evidencia, como el alumno define los conceptos propuestos, algunos considerados objetos primitivos en la geometría. Además define la recta tangente a una curva como “una recta que corta a la curva en uno o en varios puntos”, mostrando que no tiene claro el concepto y conservando la idea de la definición de tangente a una circunferencia; lo anterior muestra como el alumno no considera la necesidad de definir la recta tangente a través de una propiedad adicional que esta tiene, que es la de ser la recta de estabilización del proceso del haz de secantes. Este mapa, realizado para la primera fase de la experiencia, es representativo, ya que la mayoría de los alumnos sometidos a ella presentaron mapas similares.

A partir del análisis de los mapas realizados por el grupo experimental de alumnos, se construyeron las experiencias de aprendizaje para ayudarles a superar las falencias anteriormente mostradas, reformular su vocabulario y el significado del mismo, teniendo como herramienta principal el mecanismo del haz de secantes y como técnica de indagación y exploración los mapas conceptuales en cada una de las fases del modelo educativo de van Hiele.

## 6 Conclusiones

A continuación, se presentan dos de las conclusiones más relevantes que se han obtenido durante el estudio de la información recogida, en la implementación de los mapas conceptuales dentro de las fases de aprendizaje del modelo educativo de van Hiele.

- La elaboración de mapas conceptuales en las fases de aprendizaje del modelo educativo de van Hiele, en el concepto de recta tangente a una curva plana en un punto dado sobre ella, permite la detección del lenguaje utilizado por los alumnos, facilitando el diseño de experiencias de aprendizaje significativas para avanzar del nivel 2 al nivel 3 de razonamiento.
- Todos los conceptos que un alumno posee en su estructura cognitiva tienen alguna relación entre sí, que a través de los mapas conceptuales se ponen de manifiesto. Al indagar por un concepto específico, el docente puede darse cuenta del tipo de relaciones construidas, con qué otros conceptos lo relaciona, el lenguaje utilizado y el grado de integración entre ellos. Al evaluar esta información, la instrucción se puede orientar a ayudarle a los alumnos a ampliar la red de relaciones, propiciando el insight, objetivo fundamental del modelo de van Hiele.

## 7 Referencias

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1989). *Psicología educativa*. Trillas, México.
- de la Torre, A. F. (2000). *La modelización del espacio y del tiempo: su estudio vía el modelo de van Hiele*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia.
- Esteban, P. V. (2000). *Estudio comparativo del concepto de aproximación local vía del modelo de van Hiele*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia.
- Ford, W., & Resnick, L. (1990). *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Paidós.
- Gardner, H. (2001). *Estructuras de la mente, la teoría de las inteligencias múltiples*. Fondo de Cultura Económica, Bogotá D. C.
- Gutiérrez, J. (1990). Una propuesta de fundamentación para la enseñanza de la geometría: El modelo de van Hiele. *Teoría y práctica en educación matemática*, 1(4), 295–384.
- Jaramillo, C. M. (2000). *La noción de serie convergente desde la óptica de los niveles de van Hiele*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia.
- Llorrens, J. L. (1994). *Aplicación del modelo de van Hiele al concepto de aproximación local*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia.
- Maya, A., & Díaz, N. (2002). *Mapas conceptuales, elaboración y aplicación*. Retina, Bogotá D. C.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1999). *Aprendiendo a Aprender*. Martínez Roca, Barcelona.
- Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Martín, I., Molina, A., Rodríguez, A., & Vélez, U. (1999). *Mapas conceptuales Una técnica para aprender*. Narcea, Madrid.
- van Hiele, P. (1975). *El problema de la comprensión: en conexión con la comprensión de los escolares en el aprendizaje de la geometría*. PhD thesis.
- Vigotsky, L. (1987). *Pensamiento y lenguaje*. Martins Fontens, Sao Paulo.