



RiUPTC

Repositorio Institucional
UPTC

repositorio.uptc@uptc.edu.co

IDEAS PREVIAS RESISTENTES A CAMBIAR EN LOS SISTEMAS NUMÉRICOS EXPERIENCIA DE TRABAJO CON MAPAS CONCEPTUALES

JOSÉ FRANCISCO LEGUIZAMÓN ROMERO

francisco.leguizamon@uptc.edu.co

Profesor Asociado, UPTC. Magister en Educación.

Profesor Catedrático de la Universidad Santo Tomás

Estudiante de Doctorado en Educación de RUDECOLOMBIA, 2011

GRUPO PIRÁMIDE

Línea Medios Educativos

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue identificar ideas previas resistentes a cambiar en el tema de Conjuntos numéricos, mediante la utilización de los mapas conceptuales, a través de un estudio de caso de corte cualitativo realizado con los estudiantes de Cálculo Diferencial de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. El enfoque teórico hace referencia al aprendizaje significativo y a los mapas conceptuales. Se determinaron algunas temáticas donde los estudiantes presentan resistencia a cambiar.

Palabras clave: Aprendizaje significativo, cambio conceptual, ideas previas, ideas previas distantes, mapa conceptual.

INTRODUCCIÓN

Basados en la utilización de los mapas conceptuales, el trabajo exploró ideas previas de los estudiantes acerca de la temática Sistemas Numéricos, como prerrequisitos del cálculo I (nivel de segundo semestre de la licenciatura en matemáticas de la UPTC) y examinó la resistencia al cambio conceptual en algunos de ellos; estudio mediado por un ambiente de clase en donde se aplicaron algunos aspectos de la Teoría del Aprendizaje Significativo y se procuró un entorno diferente al tradicional. Se teorizó sobre los mapas conceptuales y el aprendizaje significativo. El estudio tuvo un enfoque básicamente cualitativo con momentos cuantitativos, con metodología Estudio de Caso. Para el análisis de la información se diseñó un modelo partiendo de los registros de las ideas previas distantes estudiante por estudiante, se agruparon estas en temáticas, luego se compararon las ideas previas con las del cambio conceptual y se categorizaron los conceptos, lo cual permitió analizar el comportamiento de los estudiantes frente a los conceptos. Finalmente se agruparon los resultados individuales y se presentaron resultados generales.

REFERENTES TEÓRICOS

Como lo menciona Novak (1988), los mapas conceptuales nacen como una respuesta a la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel, con el fin de facilitar la identificación de la evolución de las ideas que poseen los estudiantes, permitir al docente determinar las ideas del estudiante antes de interactuar con los procesos propuestos por el docente

como mediadores del aprendizaje (ideas previas) y también facilitar la contrastación de lo realizado por el estudiante después del proceso mediador.

Por lo anterior se consideró indispensable presentar una síntesis de la teoría del aprendizaje significativo y sobre los mapas conceptuales.

Teoría del aprendizaje significativo de Ausubel

La Teoría del Aprendizaje Significativo nace del interés de Ausubel por determinar cambios cognitivos estables relacionados de alguna manera con la forma como suceden los aprendizajes.

Un Aprendizaje se considera significativo si el nuevo conocimiento se relaciona de manera no arbitraria y sustancial con los conceptos anteriores del que aprende. El aprendizaje significativo es la forma por excelencia, como el ser humano adquiere y almacena información (Ausubel, 1983). No arbitrario significa que la nueva información se relaciona de manera directa con alguna que ya posee la persona dentro de su estructura cognitiva. De allí surge un supuesto y es que la persona ya tiene un conocimiento previo sobre cualquier conocimiento, el cual puede estar cerca o lejos del conocimiento validado como académico y es sobre el cual actúa la nueva estructura transformando la inicial. A estos conocimientos previos se les llaman ideas de anclaje o subsumidores (Moreira, 1997). Sustancial quiere decir que el aprehendiente asimila lo que considera importante de la nueva información de acuerdo a como la interpreta y no de la forma exacta como le llegó la información.

Según Ausubel para que se produzca aprendizaje significativo han de darse dos condiciones fundamentales: Predisposición para aprender de manera significativa por parte del aprendiz y presentación de un material potencialmente significativo. Esto último requiere que el material tenga significado lógico y que existan ideas de anclaje o subsumidores adecuados en el sujeto.

De acuerdo con la composición de la información, Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo: de representaciones, de conceptos y de proposiciones.

Aprendizaje de Representaciones. El aprendizaje más básico ocurre cuando se igualan en significado símbolos arbitrarios con sus referentes (Ausubel, 1983).

Aprendizaje de Conceptos. “Los conceptos son objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos de criterios comunes y que se designan mediante algún símbolo o signo” (Ausubel, 1983). El mismo autor manifiesta que los conceptos son adquiridos mediante los procesos de formación y asimilación.

Aprendizaje de Proposiciones. Es un aprendizaje más complejo pues implica no solo el aprendizaje de los conceptos como tal sino que exige el aprendizaje de la conexión de conceptos en forma de proposiciones.

Otra forma de clasificar el aprendizaje significativo es de acuerdo a la organización jerárquica de la estructura cognitiva: aprendizaje subordinado, aprendizaje supraordinado y aprendizaje combinatorio.

Ausubel propone cuatro principios prácticos de contenido para facilitar la aplicación del aprendizaje significativo: diferenciación progresiva, reconciliación integradora, organización secuencial y consolidación.

La diferenciación progresiva es el principio que propone que los conceptos más generales del contenido de la asignatura deben presentarse al inicio y progresivamente diferenciarse en las especificidades.

La reconciliación integradora es el principio en donde la instrucción debe también determinar similitudes y diferencias importantes, y reconciliar divergencias reales o aparentes.

La organización secuencial es el principio que afirma que se deben secuenciar las unidades de estudio de manera coherente teniendo en cuenta los principios anteriores y la relación de dependencia del material de estudio.

El principio de consolidación insiste en el dominio del material de estudio antes de introducir nuevos materiales.

Novak estaba totalmente de acuerdo con Ausubel y asumió la Teoría del Aprendizaje Significativo casi como propia, pero consideró un elemento adicional, el humano. Cuando hay una interacción de conocimientos no sólo se intercambia información, sino que influye la parte de intereses y empatías entre los actores del proceso. Dado todo lo anterior, Novak propone un instrumento basado en el principio de diferenciación progresiva que son los mapas conceptuales.

Mapas conceptuales

Los Mapas Conceptuales se desarrollaron inicialmente en la Universidad de Cornell, EUA, por el doctor Joseph D. Novak en 1972. Novak, en su libro *Aprendiendo a aprender*, define el Mapa Conceptual como “una técnica que representa, simultáneamente, una estrategia de aprendizaje, un método para captar lo más significativo de un tema y un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales, incluidos en una estructura de proposiciones”.

Para Novak, los mapas conceptuales no son sólo una técnica, sino que constituyen una estrategia, un método y un recurso esquemático. De acuerdo a lo anterior, el mapa conceptual se puede considerar una estrategia didáctico pedagógica en cuanto tiene que ver con los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Díaz, 2002).

Los fundamentos teóricos de los mapas conceptuales fueron propuestos por el mismo Novak (Novak & Gowin, 1988), acordes con la teoría del aprendizaje significativo, y referenciados por Ontoria (2003), así: Centrado en el alumno y no en el profesor; que atienda al desarrollo de destrezas y no se conforme sólo con la repetición memorística de la información por parte del alumno; y que pretenda el desarrollo armónico de todas las dimensiones de la persona, no solamente las intelectuales.

Los mapas de los alumnos reflejan estructuras de pensamiento que están en proceso de evolución y por eso, como señala Moreira: “lo importante no es si ese mapa está correcto o no, sino si da evidencias de que el alumno está aprendiendo significativamente.”

Los elementos básicos de los Mapas Conceptuales que destaca Novak son los siguientes:

Los conceptos: Hacen referencia a acontecimientos, objetos, cualidades, entre otros, gramaticalmente se asocian con nombres, adjetivos y pronombres. Cada concepto debe aparecer solo una vez en el mapa conceptual.

Las palabras-enlace: son palabras que unen los conceptos y señalan los tipos de relación existente entre ellos, de acuerdo a Ontoria, estas no provocan imágenes mentales.

Las proposiciones: están constituidas por conceptos y palabras-enlace. Es la unidad semántica más pequeña que tiene valor de verdad.

Los ejemplos, aunque son conceptos no aparecen enmarcados dentro del mapa.

Ontoria señala tres características de los mapas conceptuales que los diferencian de otros recursos, técnicas o estrategias.

Jerarquización: en los mapas conceptuales los conceptos están distribuidos por orden de importancia, en la parte superior deben ubicarse los más importantes. Selección: hace referencia a la forma de sintetizar las ideas importantes de la temática y las cuales deben aparecer en el mapa conceptual.

Impacto Visual: hay que mostrar las ideas en el mapa de una forma sencilla y vistosa, realizar algunos borradores antes de elegir el mapa definitivo.

REFERENTES METODOLÓGICOS

La investigación se realizó con un enfoque mixto, pues aunque es básicamente cualitativo, en algunos momentos se apeló a lo cuantitativo para poder explicitar más claramente los resultados (Bonilla, 1997). El proyecto realizado fue un estudio de caso, con 7 estudiantes de segundo semestre de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, dentro de la asignatura Cálculo Diferencial, la cual tenía una intensidad horaria semanal de 5 horas.

Para dar inicio al proceso se les enseñó a los estudiantes como elaborar los mapas conceptuales, pues ningún estudiante estaba familiarizado con ellos. Se realizaron ejercicios de varios tipos tanto de índole matemático como de otras temáticas distintas. Posteriormente se les pidió elaborar un mapa conceptual sobre los sistemas numéricos, dejándoles para ello el tiempo que cada uno requirió. El resultado del mapa se contrastó con la identificación de los sistemas numéricos por medio de una tabla, lo cual permitió corroborar lo planteado en el mapa. Cuando fue necesario se entrevistó al estudiante. De esta manera se identificaron las ideas previas que tenían los estudiantes sobre los sistemas numéricos.

Posteriormente se procedió a aplicar la metodología de trabajo en el aula, tendiente a lograr aprendizajes significativos, la cual constó de las siguientes características: Creación de un ambiente de confianza y acercamiento entre profesor y estudiantes; aula de puertas abiertas, donde la presencialidad no fue el factor fundamental, pero si el estudiante debió responder a sus compromisos; fomento a la autoevaluación y autorregulación con la eliminación progresiva de la trascendencia de la calificación como fin del aprendizaje; profesor orientador cuestionador; siempre hubo una exploración de estructuras previas del estudiante; permanente cuestionamiento por contraejemplos; y desarrollo de conceptos con el enfoque sistémico estructural.

Al finalizar el proceso, se solicitó a los estudiantes elaborar un mapa conceptual sobre la misma temática. Nuevamente el resultado del mapa se contrastó con la identificación de los sistemas numéricos por medio de una tabla y en caso necesario se entrevistó al estudiante. De esta manera se identificaron los cambios conceptuales y las ideas resistentes a cambiar que tenían los estudiantes sobre los sistemas numéricos.

RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA

Para el análisis se tomaron las siguientes categorías: D Deformante (la idea distante en lugar de acercarse al conocimiento escolar se alejaba), A Ausente (ignora el concepto), R Resistente (permanece igual), MR Medio resistente (las ideas continuaron distantes pero en menor grado), NR No resistentes (al finalizar se tenía el conocimiento escolar), C Construidas (ya se tenía el conocimiento escolar al inicio). Igualmente para el análisis de los conjuntos numéricos se asumieron las categorías: propiedades de los conjuntos numéricos, relación de los conjuntos numéricos con otros conceptos, concepto de cada conjunto numérico y relaciones entre los conjuntos numéricos.

Para analizar la información de cada estudiante se procedió de la siguiente manera: Inicialmente se le solicitó que elaborara un mapa conceptual sobre los conjuntos numéricos, el cual se contrastó con una tabla numérica para corroborar la información y se hizo un primer análisis, al finalizar el semestre se volvió a pedir la misma información, a la cual se le realizó un segundo análisis, posteriormente se contrastaron los análisis de los dos momentos, lo cual permitió hacer algunas inferencias. Se muestra este proceso con un estudiante.



Se deduce que los números complejos son asumidos como imaginarios y están al mismo nivel de los números Reales pero aislados de los demás conjuntos numéricos. Dividió los Reales en Enteros, Naturales y Quebrados. Dentro de los Quebrados están los números Racionales e Irracionales. Los Racionales son los Fraccionarios. El cero no lo consideró Entero. No relacionó los distintos conjuntos numéricos ni les atribuyó propiedades.

Al finalizar el semestre, elaboró el siguiente mapa contrastado con un cuadro numérico.



Se infiere como cambio conceptual, que ya consideró como dos conjuntos distintos a los Complejos y los Imaginarios. Los Complejos son las raíces negativas, los dos conjuntos aislados de los demás. Destacó al conjunto de los Quebrados que contiene los Racionales e Irracionales. El cero no lo consideró Entero. Los Racionales son los Fraccionarios, no relacionó los Naturales y los Enteros, ni les atribuyó propiedades. Como conclusión de los dos mapas y sus contrastes, se obtiene que de las cuatro concepciones distantes que presentó, tres son resistentes al cambio conceptual y una deformante. Las tres concepciones resistentes son: considerar los Racionales como los solos Fraccionarios, no tener en cuenta el cero como Entero y pensar que los Quebrados son la unión de las Irracionales y los Racionales. La concepción deformante es ubicar a los Complejos como raíces negativas y tomar las raíces negativas diferentes a los Imaginarios. Se catalogaron como ausentes las relaciones entre los conjuntos numéricos y la identificación de sus propiedades. Se consideraron contruidos los conceptos de Reales e Irracionales. Este análisis se realizó de manera similar con los demás estudiantes.

Los resultados Generales de la experiencia se pueden observar en la siguiente tabla.
Tabla 1. Resultados generales de la experiencia

ESTUDIANTES CONCEPTOS	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1. Propiedades de los Conjuntos Numéricos	A	A	A	A	A	A	A
2. Relación de los Conjuntos Numéricos con otros conceptos.	A	A	A	A	A	A	A
3. Concepto de conjunto numérico	R	R	R	R	D	R	MR
Complejos	R	MR	MR	D	R	R	NR
Reales	C	R	C	C	C	NR	C
Irracionales	C	NR	R	C	D	R	C
Racionales	R	R	R	R	D	MR	R
Enteros	NR	R	D	R	C	MR	C
Naturales	C	NR	R	C	C	R	C
Fraccionarios	A	A	MR	R	MR	A	A
4. Relaciones entre los conjuntos numéricos	MR	A	A	A	MR	A	MR

E: Estudiantes, A: Ausente, D: Deformante, R: Resistente, MR: Medio Resistente, NR: No resistente, C: Construido.

1. Propiedades de los conjuntos numéricos.

Ninguno de los siete estudiantes mencionó las propiedades de los conjuntos numéricos. Es decir que el concepto presentó una resistencia a cambiar del 100%.

2. Relación de los conjuntos numéricos con otros conceptos.

Los estudiantes no relacionaron los sistemas numéricos con otros conceptos, como por

ejemplo, los mismos conjuntos en general; podrían haber detectado relaciones especialmente las de contención, vitales para la comprensión de cualquier sistema en especial el numérico, también sus operaciones como unión, intersección, diferencia y así poder pasar a los sistemas numéricos con un paradigma más amplio. Se puede afirmar que el concepto presentó una resistencia a cambiar del 100%.

3. Los Conjuntos numéricos.

Hay toda una diversidad en la manera de concebir los diferentes conjuntos numéricos; se podría destacar lo siguiente de cada uno:

Números Complejos. El concepto se clasificó como medio resistente en dos estudiantes y como resistente en tres estudiantes, pero los cinco estudiantes tenían la concepción de que los números Complejos son los Imaginarios, disyuntos de los demás conjuntos numéricos. En un estudiante el concepto se clasificó como deformante pues de considerar los Complejos como Imaginarios pasó a tomarlos como raíces negativas y diferentes de los Imaginarios. Un estudiante logró construir el concepto de Complejo.

Números Reales. Cinco estudiantes tenían ya construido el concepto de los números Reales, en los otros dos estudiantes, en uno el concepto se clasificó como resistente pues planteó los números Reales como los números Enteros, en el otro se tomó como no resistente pues logró construir el concepto de número Real.

Números Irracionales. Tres estudiantes tenían construido el concepto. En dos estudiantes el concepto se tomó como medio resistente, uno de los cuales planteó los Irracionales como los Fraccionarios y el otro como las raíces negativas. En un estudiante se clasificó como deformante, planteó los Irracionales como las fracciones negativas. Para el último estudiante se clasificó como no resistente pues logró construir el concepto de Irracional.

Números Racionales. En cinco estudiantes el concepto se clasificó como resistente, cuatro de los cuales asumen que los Racionales son únicamente los Fraccionarios, es decir ni los Enteros ni los números Naturales serían Racionales según esta concepción, el otro estudiante planteó los números Racionales como las raíces positivas. En un estudiante el concepto se clasificó como medio resistente y planteó los números Racionales como las raíces positivas. En un estudiante se clasificó el concepto como medio resistente y planteó los números Racionales como los números Enteros. Otro estudiante planteó los números Racionales como las raíces positivas, se tomó el concepto como deformante.

Números Enteros. Dos estudiantes tenían construido el concepto de número Entero, en dos se clasificó el concepto como resistente, uno piensa que el cero no es un número Entero y el otro que los números Enteros son los números Naturales. Un estudiante en el cual fue clasificado el concepto como medio resistente también cree que los números Enteros son los números Naturales. Otro estudiante en el cual el concepto fue deformante planteó los números Enteros como los Reales positivos y un estudiante logró construir el concepto de número Entero.

Números Naturales. Cuatro estudiantes tenían construido el concepto de número Natural. De los tres restantes, en dos estudiantes el concepto se clasificó como resistente, plantearon los números Naturales como los Dígitos y el otro logró construir el concepto.

Números Fraccionarios. Cuatro estudiantes no tomaron en cuenta el concepto de número Fraccionario, razón por la cual estos números fueron tomados por otros, causando posiblemente concepciones distantes. En dos estudiantes los números Fraccionarios fueron clasificados como medio resistentes, los plantearon uno como raíces positivas y el otro como cociente de dos números Enteros entre los que podían estar los números Enteros. Para un estudiante el concepto se clasificó como resistente, planteó los números Fraccionarios como si fueran los números Reales, es decir los números Racionales unidos con los números Irracionales.

El concepto de conjunto numérico presentó resistencia a cambiar para el 87.5% de los estudiantes, los demás lograron avanzar en la construcción de estos conceptos.

4. Relaciones entre conjuntos numéricos. Cuatro estudiantes presentaron ausencia de nexos entre los conjuntos numéricos, motivo por el cual se dificultó la construcción de sus diferentes estructuras numéricas. En tres, las relaciones se clasificaron como medio resistentes, lograron construir las relaciones para la conformación de los números Reales, dos estudiantes plantearon los números Naturales contenidos en los números Enteros y los números Enteros en los números Racionales y un estudiante relacionó los números Complejos con los números Reales, los números Irracionales y los números Racionales. Pero para los tres estudiantes faltan relaciones claves entre los diferentes conjuntos numéricos. Se puede afirmar que las relaciones entre conjuntos numéricos presentaron resistencia a cambiar para el 57.14% de los estudiantes.

CONSIDERACIONES FINALES

El trabajo dejó claridad en que el estudiante a pesar de venir trabajando los conceptos desde bachillerato de una forma sistémica, aún no tiene una visión de sistema. El estudiante ve cada concepto por separado y totalmente fuera del contexto matemático, como si fueran islas sin canales de comunicación, el estudiante solo está observando “el cadáver del sistema que es el conjunto” (Vasco, 1990), pero no las otras dos componentes sistémicas: Las operaciones y las relaciones. Por ello, las concepciones más resistentes a cambiar en la temática considerada se presentaron en las relaciones de los sistemas numéricos con otros conceptos diferentes, al igual que las propiedades de los sistemas numéricos.

Se destaca que se avanzó en la construcción de los conceptos sobre sistemas numéricos, aun cuando solo eran los pilares de los conceptos de la asignatura cursada y por tanto no los fines de la misma. Es decir no solo se construye conocimiento sobre los conceptos del curso, sino también sobre los conceptos que tengan alguna relación con los mismos.

Cuando el estudiante careció de un concepto, el significado del mismo en algún momento afloró y el estudiante lo asumió a otro concepto causando un desajuste en su

estructura, lo que permitió tal vez que sus concepciones fueran más distantes.

El mapa conceptual deja analizar la estructura que tiene el estudiante sobre una temática, cuando no menciona un concepto tal vez es porque no lo considera importante o no le encuentra relación con los ya mencionados.

Las concepciones previas distantes sobre sistemas numéricos persisten y son difíciles de remover.

Entre los conceptos de conjuntos numéricos, los que se encontraron más contruidos fueron los números Reales, en los que se logró mayor avance en la construcción fue en los números Irracionales y los más resistentes al cambio conceptual son los números Racionales.

El aprendizaje no es lineal, sino que se van reacomodando las estructuras del que aprende; de acuerdo con las circunstancias el estudiante se acerca o se aleja más del conocimiento escolar.

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: un punto de vista cognoscitivo* (Segunda ed.). México: Trillas.
- Bonilla, E., & Rodríguez, P. (1995). *Más allá del dilema de los métodos* (Centro de estudios de desarrollo económico CEDE ed.). Bogotá: Uniandes.
- Del Castillo, J. M., & Barberán, O. (s.f.). *Mapas conceptuales en Matemáticas*. Obtenido de <http://www.cip.es/netdidactica/articulos/mapas.html>
- Díaz, J. (2002). Los Mapas conceptuales como estrategia de enseñanza y aprendizaje en la educación básica: propuesta didáctica en construcción. *Educere*, 6(18).
- Leguizamón, J. (1996). *Ideas previas resistentes al cambio conceptual en prerrequisitos del cálculo*. Tesis Maestría, Universidad Pedagógica Nacional.
- Moreira. (1997). *Mapas conceptuales y aprendizaje significativo*. Recuperado el 8 de Julio de 2008, de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf>
- Novak, J. D., & Cañas, A. (2005). *La Teoría subyacente a los mapas conceptuales y a cómo construirlos*.
- Novak, J., & Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona, España: Ediciones Martínez Roca.
- Ontoria et al. (1999). "El mapa conceptual como técnica cognitiva y su proceso de elaboración". en *Mapas conceptuales: una técnica para aprender*, 31-51.
- Ontoria, A., & Ballesteros, A. e. (2003). *Mapas Conceptuales*. Narcea, España.

Ontoria, A., Gómez, J., & Molina, A. (2003). *Potenciar la capacidad de aprender a aprender*. Narcea: Madrid.

Vasco, C. (1990). *Reflexiones sobre Pedagogía y Didáctica*. Serie Pedagogía y Currículo, No. 4. MEN. Bogotá.