

EL CONCEPTO DE VARIABLE MEDIADO POR UN OBJETO VIRTUAL DE APRENDIZAJE (OVA)

NUBIA STELLA DÍAZ LÓPEZ¹

Introducción

El presente artículo cuenta una experiencia de aula realizada en la ciudad de Bogotá, en el Colegio Centro Integral José María Córdoba, con un grupo inicial de 31 estudiantes de grado noveno. La experiencia surge como respuesta a las dificultades que tienen los estudiantes para determinar la relación existente entre dos variables en gráficas, tablas, contextos y modelos matemáticos, para extrapolar otros datos que los pueden llevar a hacer predicciones y para hacer generalizaciones en función y obtener el modelo matemático. Identificar dichas variables es considerado por Sierpinska (1992) un proceso necesario para llegar al concepto de función. Esta situación fue evidenciada en grados de la media articulada en asignaturas como trigonometría, cálculo y física, y para resolverla la experiencia tuvo como objetivo que el educando identificara, en contextos dados, las variables dependiente e independiente y las generalizara por medio de la modelización, todo lo anterior mediado por el diseño de un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA).

El diseño de un OVA permite el uso de herramientas didácticas como videos y simuladores, que recrean contextos conocidos por los estudiantes; además, otorga al docente la posibilidad de verificar, de manera inmediata, los avances de sus alumnos. Su creación está fundamentada por un enfoque conductista desde el cual, según Mayer (2000), el aprendizaje se da como fortalecimiento de la respuesta, bajo un diseño de prototipización rápida que permite la elaboración a pequeña escala, siguiendo

1 Licenciada en Matemáticas y Computación, especialista en Informática Educativa, postulante al título de Magíster en Didáctica de las Ciencias. Docente de la SED de Bogotá. Correo electrónico: n.sdiaz@hotmail.com

las fases de análisis, desarrollo, implementación y evaluación, del objeto virtual (Williams, Schrum, Sangrá & Guardia, 2012).

Como resultado de la implementación del OVA se encontró que 43 % de los estudiantes que cumplieron con lo planteado lograron la identificación de las variables dependientes e independientes en contextos diferentes a los propuestos, y la sistematización de la información en tablas y su posterior representación en el plano cartesiano. El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el salón de clase favorece la recreación de situaciones que ayudan a los estudiantes a la comprensión de conceptos matemáticos, permitiéndoles retomar y reforzar el tema fuera del aula. Otro aspecto importante y positivo fue la posibilidad de valorar los resultados de los estudiantes de manera inmediata, lo cual admitió que alumno y docente tuviesen información fiable sobre el tema, permitiendo una retroalimentación oportuna.

Metodología

La experiencia de aula, que tiene como objetivo que el educando identifique en contextos dados las variables dependiente e independiente y las generalice por medio de la modelización y la mediación de un OVA, se desarrolló en cuatro fases:

1. Delimitación de la problemática.
2. Diseño del OVA, que incluye el diagnóstico, el desarrollo de las actividades y la evaluación de los aprendizajes.
3. Implementación.
4. Evaluación.

En la primera fase, la referente a la delimitación del problema, se evidenció que las diversas problemáticas que se presentan en los grados de la media articulada en asignaturas como trigonometría, cálculo, física, entre otras, pueden ser causadas por las dificultades que tienen los estudiantes

para identificar en una función las variables dependientes e independientes, cuando se presenta en tablas, gráficas y contextos cotidianos.

Los resultados de las pruebas Saber 11° muestran que los promedios de los estudiantes de la institución, en el área de matemáticas, fueron de 47.42 para 2011, de 47.94 para 2012 y de 44.72 para 2013. En el área de física fueron, para cada año respectivo, de 43.88, 43.93 y 45.58. Esto indica falencias en el pensamiento variacional, en la resolución de problemas y en la modelación, aspectos relacionados con el concepto de variable, que la prueba tiene en cuenta en su evaluación.

Dado que identificar dichas variables es considerado por Sierpinska (1992) un proceso necesario para construir epistemológicamente el concepto de función, se llevó a cabo la experiencia de aula con estudiantes de grado noveno, que tuvo por objeto la iniciación formal al concepto de variable dependiente e independiente para, de alguna manera, subsanar la dificultad.

En la segunda fase se diseñó un OVA que, como herramienta pedagógica, se implementó intencionalmente con el propósito de facilitar aprendizaje, pues es útil a los actores de las diversas modalidades educativas. Un OVA es un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con una intención educativa, constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades y elementos de contextualización. El objeto de aprendizaje tiene una estructura externa llamada metadatos, que facilita el almacenamiento, la identificación y recuperación de información, y que se presenta como recurso para desarrollar aprendizajes significativos (MEN, 2014).

Según Zamora (2011), los objetos de aprendizaje deben tener todo lo necesario para cumplir con el objetivo didáctico y permitir el acceso del usuario a la totalidad de los recursos. De este modo se cumple con el propósito para los cuales fueron pensados.

Cuando se incursiona en la creación de este tipo de herramientas es importante tener una panorámica sobre varios asuntos, por ejemplo, la pregunta en torno a cómo lograr un Objeto Virtual de Aprendizaje que sea eficaz, competente e interesante para los usuarios; la pregunta en

cuanto a las etapas generales por las que pasa la creación de un OVA, y la pregunta sobre las diferentes teorías del aprendizaje, con la intención de comprender la forma como las personas aprenden y, de este modo, incluir esa información en el diseño del OVA.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, la elaboración del Objeto Virtual de Aprendizaje se fundamentó bajo el diseño de prototipización rápida, que desarrolla las fases de análisis, desarrollo, implementación y evaluación, correspondientes con la metodología de la experiencia (Williams *et al.*, 2012). Para auto contener las actividades se utilizó el *exe-learning*, «una aplicación que ayuda a publicar contenido web sin necesidad de dominar lenguaje HTML o XML» (Educativas, 2014).

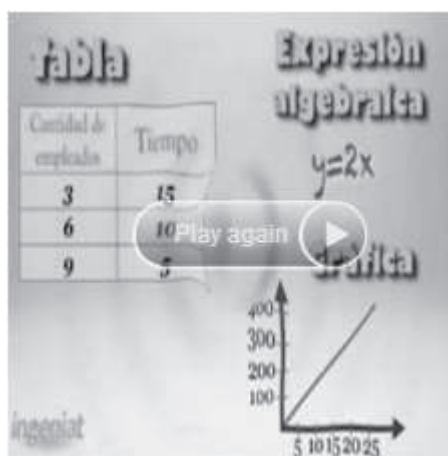
Mayer (2000) determina tres enfoques posibles para el desarrollo de objetos virtuales de aprendizaje: en el «cognitivo» el aprendizaje se concibe como adquisición del conocimiento, en el «constructivista» como construcción del conocimiento y en el *conductista* como fortalecimiento de la respuesta. Este último fue el que se adoptó en la experiencia.

El Objeto Virtual de Aprendizaje fue nominado «las variables dependiente e independiente». Se empaquetó en el *exe-learning* y se subió a la plataforma www.didacticaweb.org/aulas/. Los objetivos de aprendizaje planteados para la actividad fueron: identificar en un contexto dado las variables dependiente e independiente y generalizar, por medio de la modelación, los contextos dados.

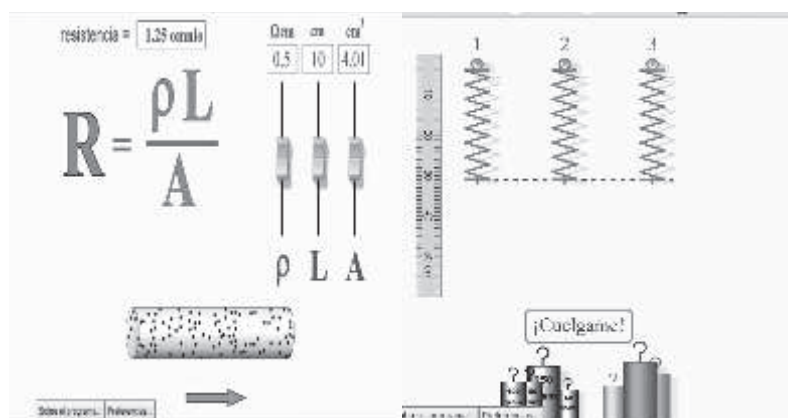
La prueba diagnóstica elaborada en SCORM del *exe-learning* hace una valoración automática cuyo puntaje mínimo es cero y máximo cien. Esta permitió vislumbrar los conocimientos previos que tenía el estudiante sobre el concepto de variable, y sobre la identificación de variables dependiente e independiente en varios contextos.



El video de Youtube, de diez minutos de duración, aportó una definición contextualizada sobre las variables dependiente e independiente con múltiples ejemplos, que muestran cómo identificar las variables, al igual que la manera de hacer el registro en la tabla y en el plano para llegar al modelo matemático. Con base en el video se pide al estudiante elaborar un mapa conceptual.



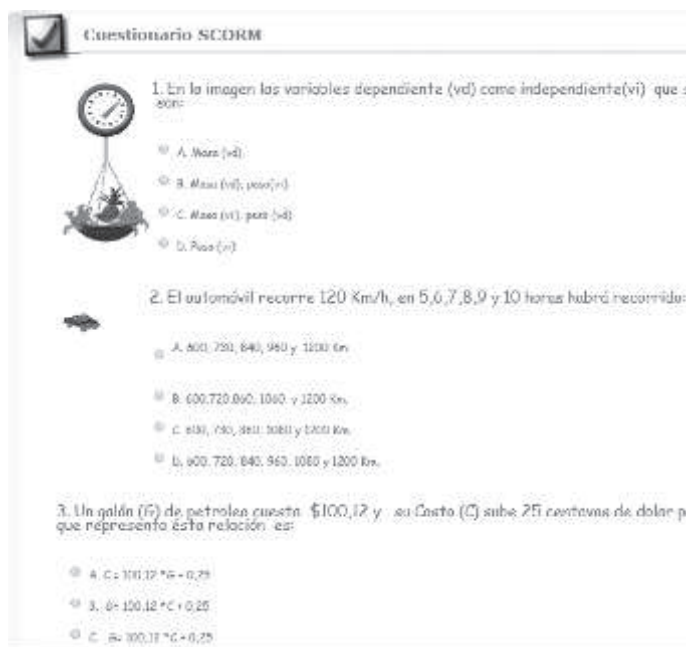
Los dos simuladores incorporados corresponden a las dos primeras actividades, sobre la ley de Ohm y la ley de Hooke, y permitieron la manipulación de botones con variables independientes como longitud, área, masa, entre otras, y observar la relación directa con la variable dependiente resistencia o elongación, según el simulador. En este caso se pidió al estudiante identificar las variables dependientes e independientes, presentar la información que se obtenía del simulador en geogebra o Excel, en tabla y gráficas, y expresar el modelo matemático.



Recuperado de: <https://goo.gl/3Rzht0>

Recuperado de: <https://goo.gl/q42jsq>

La prueba de evaluación, elaborada en el SCORM del *exe-learning*, contenía *gifs* animados como una balanza colgante y un automóvil en movimiento, tablas y gráficas que mostraban datos tomados de contextos cercanos al estudiante, como el consumo de un recibo público. Esta prueba de salida se contrastó con la prueba diagnóstica para determinar los avances de los alumnos respecto al concepto de las variables dependiente e independiente.



Estructura básica del Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA)

TEMA	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE *	LISTA DE RECURSOS	INSTRUMENTO
Las variables dependiente e independiente.	Prueba diagnóstica de conocimientos previos: variables dependiente e independiente.	SCORM.	Cuestionario.
	Variable dependiente e independiente.	Video https://www.youtube.com/watch?v=sZlclmsFknM	Mapa conceptual.
	Reconocer Variables dependiente e independiente (en contextos, completando tablas, gráficas, etcétera).	Imágenes, situaciones problema propuestas en sitios web como simuladores u otros.	Mediante uso de geogebra o Excel mostrar, la información.
	Evaluación.	Imágenes, SCORM.	Cuestionario.

La tercera fase, la implementación del OVA en el aula de clase, se realizó en tres sesiones presenciales de dos horas y de una hora extra clase, para lo que se dispuso de una sala de informática del colegio Centro Integral José María Córdoba.

En la primera sesión se explicó a los estudiantes el ingreso a la plataforma, se hizo una exploración del OVA y se explicó la manera de entregar las actividades. Algunos estudiantes, en esta reunión inicial, lograron la exploración del objeto virtual, mientras que otros tuvieron que explorarlo en casa, ya que la plataforma no permitió el ingreso de todos los alumnos.

La prueba diagnóstica fue presentada en distintos momentos por los estudiantes, pues algunos la respondieron en casa, como se esperaba, pero unos más durante la segunda sesión, debido a que no recordaron la ruta de ingreso a la plataforma. La prueba, que fue realizada por el 79 % de los alumnos, muestra en su media aritmética una asertividad del 65 % en la identificación de las variables dependientes e independientes, lo que significa que, aunque tienen algún dominio del concepto, dicho dominio no es lo suficientemente claro como para llegar a encontrar la relación existente entre las variables y, posteriormente, su generalización.

Durante la observación del video los estudiantes estuvieron muy atentos a las definiciones de variable dependiente e independiente, y a la manera de encontrar la relación entre las mismas para llegar a la generalización en un contexto conocido por ellos, como es el costo de una llamada por minuto. Después de observado el video, durante la elaboración del mapa conceptual, a los alumnos se les dificultó plasmar de manera escrita qué era una variable independiente y qué una dependiente, aunque lo expresaban oralmente con ejemplos. Por lo anterior fue necesario que se diera la discusión con el grupo para llegar a acuerdos sobre lo que era cada tipo de variable.

Las actividades uno y dos, desarrolladas con los simuladores, causaron diferentes reacciones entre los estudiantes: mientras en algunos causó impaciencia y disgusto, pues los simuladores no cargaban de manera inmediata, en otros originó emoción y motivación al lograr cargarlos; resalto que era la primera vez que el grupo trabajaba con este tipo de herramientas. Con este ejercicio se pudo observar que en la actividad uno

la media aritmética de los resultados fue de 79.5, y en la dos de 87.5, lo que evidencia un avance significativo en el conocimiento del concepto variables dependiente e independiente.

En la prueba de salida se muestra una media aritmética del 68.2 del total de los estudiantes, es decir, de los que presentaron la prueba y de los que no, por diversas circunstancias; al promediar únicamente los resultados de quienes la presentaron, se obtiene una media aritmética de 79.7, que indica un mayor dominio del concepto.

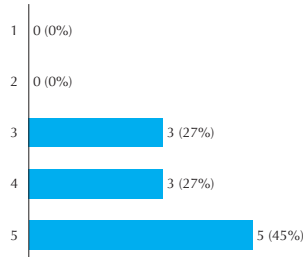
En la cuarta fase, la de evaluación, se pudo observar que al comparar la prueba diagnóstica de los estudiantes con la evaluación final, hay una mejora en el dominio del concepto de variables dependiente e independiente, ya que el promedio inicial fue de 65.04 y, al terminar el curso, de 68.26. Los promedios obtenidos en las actividades, que son respectivamente 79.50 y 87.5, indican que la implementación del Objeto Virtual de Aprendizaje favoreció la aprehensión del concepto de variable en contextos dados, pero para llegar al modelo matemático, en el caso de la ley de Hooke, fue necesario hacer la discusión en el grupo para llegar al modelo matemático.

Con los estudiantes se propusieron otros contextos, entre otros, valor de una llamada por minuto, el costo de una colombina y de una empanada, la variación de la base y altura de rectángulos obtenidos con un mismo cordón; a partir de estos ejemplos se logró que los estudiantes identificaran las variables, tomaran los datos, los representaran en la tabla y que expresaran el modelo matemático.

Adicionalmente, se realizó una encuesta de satisfacción en donde se observaron algunos resultados interesantes, ya que los estudiantes en la mayoría de las preguntas dan una puntuación mayor a tres en una escala de uno a cinco, siendo esta última la más favorable. Por ejemplo, en la pregunta cuatro, referente a si el OVA facilita el aprendizaje, el 100 % de los estudiantes dieron una valoración superior a tres.

4. ¿Facilita el aprendizaje?

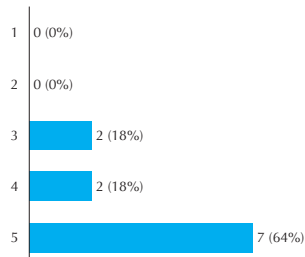
[Responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta que 1 es la calificación más baja y 5 la más alta]



A la pregunta de si recomendarían el uso de esta herramienta didáctica, un 64 % de los estudiantes dieron respuesta favorable.

5. ¿Recomendaría el uso de esta herramienta didáctica?

[Responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta que 1 es la calificación más baja y 5 la más alta]



Justificación

Los estudiantes de grado noveno del colegio Centro Integral José María Córdoba requieren apropiarse del concepto de variable dependiente e independiente para que en los grados de la media puedan modelar la realidad que los rodea de una manera eficaz, es decir, solucionar problemas escolares partiendo de contextos reales, matemáticos y aquellos relacionados con otras ciencias como la física.

La modelación, de acuerdo con Blum & Borromeo-Ferri (2009), se origina de una situación real que se debe simplificar y estructurar, para luego matematizarla al tomar los datos, generar hipótesis y hacer predicciones;

para ello es fundamental el reconocimiento de las variables dependiente e independiente, en tanto que permiten sugerir un modelo matemático del cual se extrapolan otros datos que se interpretarán para corroborar en la realidad. De esta manera se puede validar el modelo que, en términos más formales, puede denominarse función.

La relación entre dos variables se encuentra en la vida cotidiana, como las relaciones que hay entre edad y altura de una persona, peso y elongación, longitud de un cable y su resistencia, o paso de los días con relación al tiempo. Estas relaciones han sido estudiadas por la humanidad para comprender su realidad, no sólo desde la matemática sino desde disciplinas como la astronomía, la medicina y otras. Por lo anterior, las relaciones entre las variables y los procesos de modelación son importantes para la noción de función.

La comprensión del concepto y su aplicación son tan complejos que se hace necesario que desde la educación básica se hagan acercamientos importantes al pensamiento variacional, así como al reconocimiento de variables, entendidas como patrones para establecer las relaciones y representarlas en tabla, en plano cartesiano y, simbólicamente, con la expresión algebraica.

En la educación media, el concepto es importante para el aprendizaje de la trigonometría, pero fundamentalmente para el del cálculo; en esta perspectiva, la noción de variable es coyuntural para los aprendizajes no sólo en los grados de la educación media sino también a nivel de los diversos cursos universitarios.

En síntesis, la comprensión del concepto de variable es fundamental para la construcción epistemológica que debe hacer el estudiante del concepto de función, pues de acuerdo con lo señalado por Sierpínska (1992), se hace necesario el paso por cuatro operaciones mentales que surgen como necesidad de describir y predecir cambios, a saber: la primera es la «identificación» que hace referencia a los cambios, es decir a qué cambia y que permanece; la segunda es la «discriminación», relativa a las variables, es decir, cuáles son dependientes y cuáles independientes, cuáles conocidas y cuáles desconocidas, cuáles relevantes y cuáles irrelevantes, mensurables y no mensurables; la tercera es la «generalización»,

que hace referencia a la determinación de la regularidad entre las variables, con lo que se llega a la noción de función; y la última es la «síntesis», que alude a la representación formal de la función, es decir, la expresión algebraica, en la que la relación es privilegiada para describir una función.

Por otra parte, el diseño del OVA se consideró importante porque permitió en un paquete auto contenible incorporar la prueba diagnóstica, un video y actividades en las cuales se mostraron los simuladores y la evaluación; todo esto, en conjunto, permitió los avances de cada estudiante. En el caso de las pruebas, que se podían volver a realizar varias veces (con la claridad de que sólo sería tenida en cuenta la máxima valoración), los alumnos movilizaron la concepción de la evaluación desde una perspectiva netamente punitiva, pues la convirtieron en un reto personal para lograr un mayor puntaje.

El video que contenía el concepto de variable, construido con ejemplos cercanos al estudiante, le daba la posibilidad a este de observarlo tantas veces como fuera necesario, permitiéndole estar pendiente de lo que allí se indicaba y no de tomar apuntes que, tal vez, no entendería.

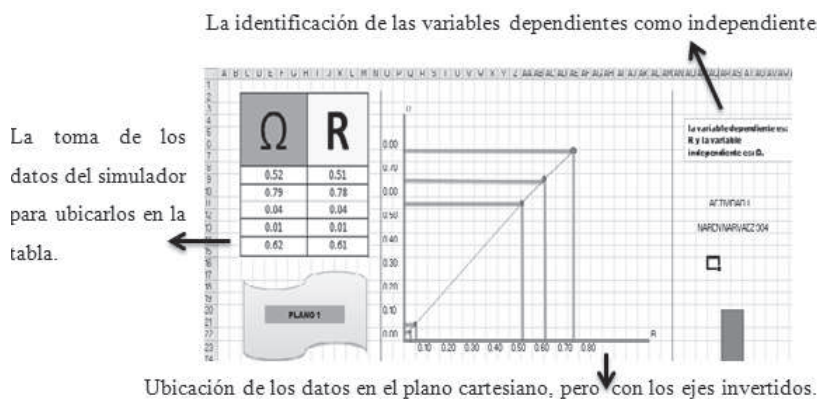
Los simuladores, con los cuales el estudiante pudo interactuar, le mostraron las variaciones cuando manipulaba los diferentes botones, lo que ayudó a identificar las variables dependientes e independientes y su relación.

En conclusión, el OVA se pensó para que el estudiante, a partir de reconocer sus limitaciones en el tema, tuviera acceso a suficiente información para lograr su aprendizaje y así, de manera autónoma, pudiese superar sus limitantes en el conocimiento del concepto de variables dependiente e independiente.

Resultados y discusión

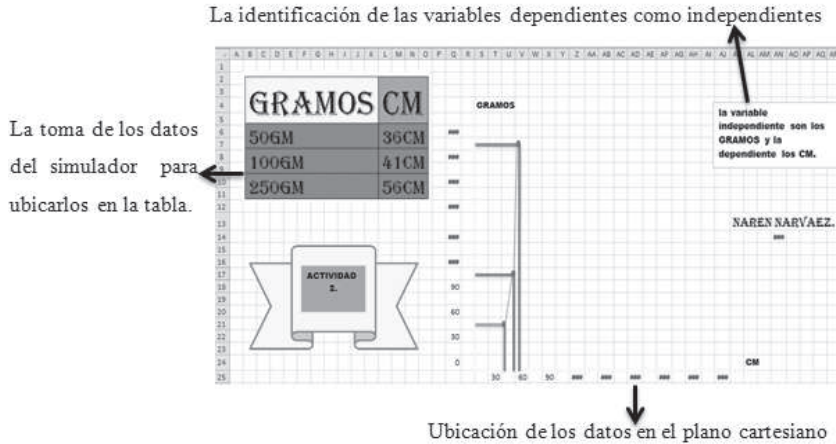
En el presente apartado se mostrarán algunos de los resultados obtenidos por los estudiantes, significativos para la experiencia de aula. Lo anterior da paso también a algunas reflexiones.

En la siguiente imagen se observa una parte de la solución de la actividad, uno con el simulador de la ley de Ohm, el cual mostraba una resistencia, los botones de las diferentes variables y el modelo matemático o ecuación. En este ejercicio, los estudiantes presentaron tres tablas, cada una con su plano cartesiano:



Podemos decir que, teniendo en cuenta los procesos de pensamiento que indica Sierpínska (1992), los estudiantes alcanzaron el proceso de discriminación de las variables, pues determinaron cuáles son dependientes y cuáles independientes; sin embargo, presentaron una mayor dificultad al invertir los ejes del plano cartesiano. En este caso fue necesario aclarar con el grupo la manera de ubicar la información en el plano para continuar con el proceso epistemológico de la construcción del concepto de función.

En la actividad número dos, realizada con el simulador de la ley de Hooke, se pidió a los estudiantes hacer la toma de los datos teniendo en cuenta las masas y la elongación del resorte; este simulador requería de una mayor observación, pues sólo se presentó el contexto sin el modelo matemático:



Durante la segunda actividad se llegó al proceso de discriminación de las variables plenamente, pues los estudiantes lograron determinar las variables dependientes e independientes con base en los datos que, aunque recolectados con algunas imprecisiones, ubicaron con propiedad en el plano cartesiano. De esta manera, alcanzaron cierto nivel del proceso de modelación, de acuerdo con Blum & Ferri-Borromeo (2009); debido a que en ninguno de los casos los alumnos presentaron el modelo matemático, fue necesario profundizar con otros ejemplos para que encontraran la regularidad y presentaran un modelo matemático en un contexto dado.

Conclusiones

A partir de la experiencia de aula que se desarrolló en torno a la variable, se pudo concluir que el concepto de variable, visto desde situaciones cercanas al estudiante, en las cuales puede manipular y observar situaciones de cambio, le otorga la transcendencia necesaria al objeto matemático, pues se muestra incorporado a un todo y ligado a otros saberes.

Para los estudiantes es más significativo su proceso de aprendizaje cuando tienen la oportunidad de interactuar con herramientas

tecnológicas que lo contextualizan en el uso y aplicación de los objetos matemáticos, partiendo de situaciones cercanas a él.

Es fundamental que los docentes dimensionen las ventajas pedagógicas y didácticas que tiene el uso de herramientas como el OVA en el aula, pues permite simplificar procesos y superar algunos obstáculos cognitivos.

La modelación es un proceso matemático que requiere ser abordado con una planeación juiciosa, en la que se tengan bien definidos los objetivos y la manera como se pretenden lograr, ya que no sólo exige creatividad del docente sino del estudiante.

Referencias

- Blum, W., & Ferri-Borromeo, R. (2009). Mathematical Modelling: Can it Be Taught And Learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, pp. 45-58.
- ¿Qué es un objeto informativo? (2014). *Colombia aprende. La red del conocimiento*. Recuperado de: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172371.html>
- IDE. (2014). *Instituto de Tecnologías Educativas*. Recuperado de: http://www.riate.org/version/v1/recursos/cursoexenavegable/qu_es_exelearning.html
- Mayer, R. E. (2000). *Diseño educativo para un aprendizaje constructivista*. Madrid: Santillana-Siglo XXI.
- Sierpiska, A. (1992). *The concept of function aspects epistemologyc and pedagogy*. EE.UU.: Board.
- Williams, P., Schrum, L., Sangrá, A., & Guardia, L. (2012). *Fundamentos del diseño técnico pedagógico en ex-learning*.
- Zamora, F. J. (2011). ¿Objeto de aprendizaje, de información o recurso digital? Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <http://comunidad.udistrital.edu.co/fzamora/2011/11/06/objeto-de-aprendizaje-de-informacion-o-recurso-digital/>

