



Apertura

ISSN: 1665-6180

apertura@udgvirtual.udg.mx

Universidad de Guadalajara

México

Tamayo Martínez, Edwin David  
Implicaciones didácticas de Geogebra sobre el aprendizaje significativo de los tipos de funciones en  
estudiantes de secundaria  
Apertura, vol. 5, núm. 2, octubre, 2013, pp. 58-69  
Universidad de Guadalajara  
Guadalajara, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68830444006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Implicaciones didácticas de Geogebra sobre el aprendizaje significativo de los tipos de funciones en estudiantes de secundaria

Edwin David Tamayo Martínez\*



## RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados de una investigación de carácter cualitativo cuyo propósito fue la evaluación del Geogebra para determinar implicaciones didácticas relacionadas con el uso de este tipo de recurso educativo en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. El estudio indagó, partiendo de las percepciones de estudiantes y docente, las debilidades y fortalezas de este recurso y dedujo implicaciones en el aprendizaje significativo. Se realizaron tres talleres para el análisis de los diferentes tipos de funciones con estudiantes del grado 11 del Colegio Colombo Francés del municipio de La Estrella (Antioquia, Colombia); estos talleres fueron objeto de reflexión sobre cuatro aspectos centrales: dificultades más comunes al implementar el recurso; fortalezas que puedan orientar reflexiones didácticas; descripción de las interacciones entre estudiantes y docente que fortalecen la aplicación del Geogebra; y principales necesidades para mejorar las intervenciones en el aula.



### Palabras clave:

Recursos educativos abiertos, Geogebra, cálculo, tipos de funciones, aprendizaje significativo.

Licenciado en Matemáticas y Física por la Universidad de Antioquia, Colombia. Candidato a magister en Educación del Tecnológico de Monterrey. Docente de matemáticas del Colegio Colombo Francés La Estrella, Carrera 60, núm 87 Sur - 350 Finca "El Embrujo", CP 053183, Medellín. Tel. 279-3311. Correo electrónico: edwindavidtamayo@gmail.com



## *Geogebra didactic implications on the types of functions study in high school seniors*

### *Abstract*

*This paper presents the results of a qualitative research which was aimed to Geogebra assessment in order to determine educational implications related to the use of this type of educational resources in the teaching and learning of mathematics. The study inquired –based on perceptions of students and teacher– the weaknesses and strengths of these resource´s implications deducing in this way a meaningful learning. Three workshops were implemented to analyze the different types of functions with students of 11th grade at the French Colombo High School, Municipality of La Estrella (Antioquia, Colombia). On these workshops the subjects of our reflection focused on four aspects: common difficulties implementing the resource, strengths which could offer didactic reflections, describing interactions between students and teachers to strengthen the implementation of Geogebra and main requirements to improve interventions in the classroom.*



### **Keywords:**

*Open educational resources, Geogebra, calculus, types of functions, meaningful learning.*

## **INTRODUCCIÓN**

Dentro del contexto mundial actual, influenciado por el crecimiento tecnológico y científico y el auge de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (NTIC) y de los recursos educativos abiertos (REA), se ha identifi-

cado como una necesidad la transformación de los procesos escolares, imperativo ineludible y de gran impacto en el currículo educativo (Castillo, 2008). La UNESCO planteó la inserción de los REA en las dinámicas formativas escolares (Geser, 2007),

en tanto se reconoce la necesidad de adaptación del sector educativo (Orozco-Moret y Labrador, 2006). Sumado a estos importantes retos, existe una señalada desmotivación de los y las estudiantes frente a las matemáticas, que deriva muchas veces en fracaso escolar.

Existe, sin embargo, una incoherencia entre la inserción de los REA a la enseñanza de las matemáticas y el anquilosamiento de viejas estrategias didácticas y perspectivas pedagógicas centradas en el docente. Ante este reto, surgieron las siguientes preguntas: ¿cuáles implicaciones didácticas pueden resultar de las percepciones de estudiantes del grado 11 del Colegio Colombo Francés y del docente sobre la aplicación de los REA en la clase de matemáticas?, ¿cómo se evalúa el aprendizaje significativo como referente teórico de la aplicación de los REA para la enseñanza de las matemáticas? y ¿cuáles dificultades y potencialidades didácticas evidencian docente y estudiantes frente a la aplicación de los REA en sus clases?

Los REA se entienden aquí, según la UNESCO (citada por Sicilia, 2007), como “materiales en formato digital que se ofrecen de manera gratuita y abierta para educadores, estudiantes y autodidactas para su uso y reuso en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación” (p. 27). El propósito de esta investigación consistió en conocer las posibles

Los REA se entienden aquí, según la UNESCO [...], como “materiales en formato digital que se ofrecen de manera gratuita y abierta para educadores, estudiantes y autodidactas para su uso y reuso en la enseñanza, el aprendizaje y la investigación.”

implicaciones didácticas que pudieran fundamentar la implementación de este tipo de recursos en la enseñanza de las matemáticas, a partir del análisis crítico de las percepciones que estudiantes y docentes tuvieron sobre talleres en los que se usó el programa Geogebra para el estudio de los diversos tipos de funciones. En relación con ello, se buscó obtener algunas implicaciones que los presupuestos del aprendizaje significativo tuvieran en la implementación de recursos similares a éste.

El estudio de esta problemática requirió reconocer que el principal reto de la inserción de las TIC en el aula está relacionado con que éstas implican cambios paradigmáticos, curriculares y reflexiones pedagógicas profundas, pero éstas muchas veces se aplican mediadas por la incoherencia entre nuevas herramientas informáticas y estancadas estrategias didácticas centradas en el docente. Al respecto, Geser (2007) expone cómo Open e-Learning Content Observatory Services (OLCOS) reconoce que la inserción de los REA en el modelo dominante de transferencia de conocimiento centrado en el docente no tendrá impactos importantes, razón por la cual se resaltan prácticas educativas constructivistas con centro en la actividad del estudiantado.

Gértrudix et al. (2007) sustentan que las TIC exigen la evolución de las prácticas pedagógicas: “Éstas deben alumbrar un nuevo escenario de enseñanza/aprendizaje que se afiance en criterios sustantivos como la autonomía, la flexibilidad y la interrelación de los ámbitos de conocimiento” (p. 15). Esta investigación es relevante en tanto sugiere una reflexión necesaria sobre el impacto de los REA en dinámicas del aula sustentadas sobre el aprendizaje significativo, que centra el proceso de aprendizaje en el estudiantado.

## REFERENTES TEÓRICOS

Para reflexionar sobre la mera reproducción tecnológica en el marco de modelos tradicionales, en este trabajo se sustentan algunos presump-

tos del constructivismo y del aprendizaje significativo. El constructivismo puede considerarse, según Ordóñez (2004), como un agrupamiento de concepciones sobre el aprendizaje para repensar los métodos de enseñanza y el papel activo que se exige del sujeto que aprende como responsable de su aprendizaje y del docente como agente mediador y posibilitador de los procesos de construcción de conocimientos que elaboran sus estudiantes.

Desde esta concepción pueden resumirse los siguientes postulados: el alumno es responsable de su propio aprendizaje; su actividad mental se aplica al desarrollo de funciones cognitivas; la función del docente es mediar entre los procesos de construcción del alumno y el saber colectivo culturalmente originado, así como considerar los conocimientos previos con el fin de generar nuevo aprendizaje y el diseño constante de herramientas didácticas; los agentes mediadores permiten potencializar el aprendizaje y sus funciones psicológicas superiores. Frente a la aplicación de los REA en el aula, “lo relevante del modelo constructivista radica en que el verdadero artífice en la construcción del conocimiento no es el profesor ni la computadora, sino el alumno” (Castillo, 2008, p. 179), lo que requiere recoger los principios de este enfoque para sustentar una inserción de estos recursos en el aula. El aprendizaje significativo puede explicar de manera directa esta relación.

David Ausubel considera que el sujeto, para obtener un aprendizaje, debe pasar por un proceso de reestructuración de sus ideas, conocimientos, representaciones mentales y conceptos: “Aprender es sinónimo de comprender, el aprendizaje está estrechamente ligado a las relaciones existentes entre el nuevo conocimiento y el que ya posee el alumno” (Carretero, 2009, p. 27). En consecuencia, el aprendizaje pasa a ser significativo en la medida en que los conceptos forman parte de las estructuras que poseen los estudiantes, y se evita sólo asociar los nuevos contenidos que se quieren enseñar con los que tiene el estudiante; el esfuerzo debe estar dirigido a que interactúen;

Para Ausubel (2002), se debe contar con la predisposición para aprender y un material potencialmente significativo.

esto es, se debe evitar que la información se almacene de manera arbitraria.

Para Ausubel (2002), se debe contar con la predisposición para aprender y un material potencialmente significativo. Lo primero hace referencia al indispensable deseo por aprender y lo segundo, a que el material de aprendizaje esté ordenado y tenga cierta coherencia lógica para establecer relaciones con lo que el estudiante conoce. Un material potencialmente significativo debe poder relacionarse de manera no arbitraria y no literal con cualquier estructura cognitiva y la estructura cognitiva debe contener ideas de anclaje pertinentes con las que el nuevo material se pueda relacionar. La incorporación de REA implica, entonces, un reconocimiento de las ideas previas y estructuras cognitivas de los y las estudiantes y una orientación adecuada para que realicen los anclajes pertinentes con la mediación de estos recursos informáticos.

## INVESTIGACIONES EMPÍRICAS RELACIONADAS CON EL TEMA

El trabajo de Castillo, en primer lugar, enmarca los presupuestos teóricos del constructivismo en la enseñanza de las matemáticas partiendo de las TIC y reflexiona sobre cómo estas tecnologías impactan el currículo y trascienden la discusión sobre la necesidad de usarlas para reconocer la importancia de evaluar sus ventajas. Una de las conclusiones más importantes de este trabajo se refiere a las implicaciones de la intervención de las tecnologías en el aula desde el constructivismo. Esta investigación efectúa una categorización de las TIC, desde dicho enfoque, como herramien-

“El investigador explora sus propias experiencias para: examinar las dimensiones de la experiencia, ser consciente de sus prejuicios, puntos de vista y supuestos.”

tas de apoyo para aprender, medios de construcción, extensión de la mente y soporte didáctico para diversos presupuestos teóricos. Explica que la concepción de las TIC debe trascenderse, así, para dejar de verse sólo como medios y empezar a entenderse “como elementos motivadores, creadores, que facilitan los procesos cognitivos de manera integrada con los demás elementos del currículo” (Castillo, 2008, p. 186).

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2008), por su parte, sugiere un amplio campo referencial de aproximaciones empíricas en la implementación de estas tecnologías. Algunos resultados importantes de estas investigaciones, referidos a las implicaciones didácticas, pueden resumirse de la siguiente manera: los procesos de modelación matemática se facilitan considerablemente con las nuevas tecnologías (Leal, Iglesias y Urbina, 2008; Camargo, 2008); el trabajo en el área se hace menos tedioso, pues se facilita la representación y la interacción con los problemas (Leal, Iglesias y Urbina, 2008; Lozano y Camargo, 2008), se motivan procesos de investigación matemática en el aula (Leal, Iglesias y Urbina, 2008; Acosta, Rodríguez y Camargo, 2008), y de argumentación, comunicación e interacción (Llanos, 2008; Lozano y Camargo, 2008; Camargo, 2008).

Respecto a la educación superior, el trabajo de Toledo et al. (2005) presenta algunas implicaciones didácticas de las TIC, especialmente orientadas a elevar la motivación en el aula. Se resalta en

este trabajo la posibilidad de que los y las estudiantes pueden representar sin dificultad objetos matemáticos y analizar su comportamiento, incidiendo en su interés y facilidad para la adquisición del conocimiento.

Finalmente, en la investigación empírica de Sabín et al. (2005), además de resaltar los impactos de las TIC en la equidad, señalan la incidencia que tienen sobre el fomento de la participación activa de los y las estudiantes y la facilidad para romper viejos esquemas de aprendizaje y propiciar otros de carácter novedoso.

## METODOLOGÍA

Se abordó un paradigma cualitativo-interpretativista, de carácter fenomenológico, que asume lo social como una realidad construida por los sujetos y que se rige por leyes sociales (Bonilla, 1997); la realidad es dinámica, múltiple, holística y relativa, y según Valenzuela y Flores (2011), existen aspectos subjetivos en el comportamiento de las personas que se pueden analizar, lo que exige indagar los significados de las acciones de los y las estudiantes en el aula de clase, así como las percepciones y acciones del docente de área en el momento de interactuar con los REA. Con base en estos referentes, este paradigma fundamenta la investigación fenomenológica, centrada en la experiencia y la interpretación (Valenzuela y Flores, 2011).

El docente de área fue a la vez investigador y antes de presentar esta condición, un sesgo de análisis, evidencia más bien una potencialidad que debe aprovecharse en esta investigación. “El investigador explora sus propias experiencias para: examinar las dimensiones de la experiencia, ser consciente de sus prejuicios, puntos de vista y supuestos” (Valenzuela y Flores, 2011, p. 99).

Esta investigación se llevó a cabo en el Colegio Colombo Francés, de carácter privado (municipio de La Estrella, Antioquia, Colombia), con 21 estudiantes del grado 11. La selección de participantes



se hizo con el criterio de conveniencia (Valenzuela y Flores, 2011), dado que el docente investigador ha tenido experiencias formativas diversas con el grupo y se presentaron posibilidades y facilidades administrativas para la intervención. De este grupo, se escogieron dos estudiantes, identificados como unidades de análisis de variación máxima, es decir, según Valenzuela y Flores (2011), chicos que representaron características variadas o posturas contrastantes frente a los resultados: uno de ellos realizó un trabajo concienzudo, con profundo registro de la actividad y motivación; el otro chico cumplió medianamente con el propósito, mostró desmotivación y dispersión. El propósito en esta investigación, por su carácter cualitativo, no es la generalización, sino la comprensión de una realidad para derivar análisis significativos que orienten otras prácticas educativas con REA.

Se implementaron tres instrumentos para la recolección de la información. La observación participante, que plantea la participación activa del investigador en las experiencias del grupo, quien actúa sobre el medio y recibe, al mismo tiempo, la acción del medio (Woods, 1995), fue un instrumento que comprendió el registro de manera sistemática (Marshall y Rosman, 1999, citado por Valenzuela y Flores, 2011) y estuvo apoyado por el diario de campo. Con la ayuda de un docente como agente externo, se realizó también un ejercicio de observación pasiva (Valenzuela y Flores, 2011) que cumplió los mismos propósitos de la observación participante, pero esta vez procurando no intervenir en las situaciones del aula.

Ambos tipos de observaciones contaron con un checklist para su orientación de acuerdo con cinco aspectos centrales: disposición de los estudiantes en el salón (formación de grupos y disposición corporal), interacciones entre estudiantes (ejemplos de diálogos, preguntas o comentarios formulados durante la sesión), interacciones entre estudiantes y el docente (otros diálogos, preguntas y comentarios especialmente referidos a la guía de trabajo, los REA y los resultados obtenidos), interacción con los REA (dificultades y faci-

lidades evidenciadas en estudiantes) e interacción con la guía (preguntas y dificultades relacionadas con ésta). Cada sesión de trabajo tuvo una observación participante y otra no participante.

El segundo instrumento fue el diario de campo: notas en forma de apuntes redactadas durante las jornadas de investigación y notas más extensas escritas con posterioridad. Sirvió para llevar un registro de las observaciones, recoger las percepciones del docente, especulaciones para posteriores análisis y nuevas preguntas surgidas de la experiencia.

Las entrevistas fueron el tercer instrumento y estuvieron dirigidas a dos estudiantes participantes; describieron las visiones de los y las estudiantes, pero se entendieron como “una construcción de significados entre el investigador y el participante, y no sólo de este último” (Valenzuela y Flores, 2011). Las entrevistas fueron semiestructuradas: partieron de una lista de preguntas que se utilizaron de manera flexible y se orientaron a tres temas generales: evaluación de los REA (dificultades, fortalezas o facilidades evidenciadas), interacciones entre estudiantes y relación de las actividades con el aprendizaje.

Para la recolección de la información, se implementaron tres talleres con los y las estudiantes participantes y se abordó el tema “Tipos de funciones”, por medio del REA Geogebra y una guía de trabajo. Estos talleres tuvieron una dura-

El propósito en esta investigación, por su carácter cualitativo, no es la generalización, sino la comprensión de una realidad para derivar análisis significativos que orienten otras prácticas educativas con REA.

ción de dos horas de clase (de aproximadamente cincuenta minutos cada una). También se propuso a otro docente del área que hiciera observaciones sobre la guía que orientó el trabajo de los estudiantes durante los talleres. Dicha guía presentó en su estructura una introducción a la experiencia, en la que se explicaba la intencionalidad; instrucciones para la exploración del REA, con algunas construcciones geométricas básicas y representaciones de funciones trabajadas en otras clases con los estudiantes; se pidió a los estudiantes dibujar dos gráficas por cada tipo de función (lineal, polinómica, potencial, racional, trigonométrica y exponencial). Finalmente, se sugirió el análisis de las siguientes preguntas para el caso de las funciones dibujadas, comparando cada par: ¿qué forma tiene la gráfica de la función?, ¿cuáles son las características más importantes de la gráfica?, ¿cuántas veces intercepta la gráfica el eje x?, ¿cómo se relaciona el número de interceptos de la gráfica con el mayor exponente de la función?, ¿es simétrica la gráfica? y ¿cómo se relaciona la simetría con el exponente de la función?

El proceso de análisis, por su parte, consistió en la transcripción y conversión de la información en material escrito que, después de una lectura cuidadosa, se organizó sistemáticamente por medio de categorías en cuatro niveles de generalidad. Esta etapa implicó fraccionar la información, como lo explica Bonilla (1997), derivando subconjuntos y asignándoles un nombre, con la intención de ordenar de una manera coherente, completa, lógica y sucinta la información (Woods,

... algunas categorías tienen un carácter de validez mayor porque fueron reportadas en un diario y una entrevista, o bien, en diarios, notas de observaciones y entrevistas.

1995). Las categorías fueron analizadas de acuerdo con sus recurrencias y validadas en conformidad con las fuentes en que fueron identificadas, a manera de triangulación; algunas categorías tienen un carácter de validez mayor porque fueron reportadas en un diario y una entrevista, o bien, en diarios, notas de observaciones y entrevistas. Otras, por su parte, sólo se reportaron en un instrumento, o presentaron una recurrencia insignificante; su valor, sin embargo, no fue desconocido, pues dichas categorías se podrían convertir en nuevas preguntas o en fundamento de nuevas reflexiones.

Los niveles de generalidad de dichas categorías se diferenciaron por su carácter sensibilizador o descriptivo: categorías descriptivas, según Woods (1995), son las que se organizan conforme a rasgos comunes observados; las sensibilizadoras son más generales, pues recogen características comunes en un grupo de categorías descriptivas. Las sensibilizadoras de más generalidad fueron: “Dificultades durante el taller”, “Fortalezas durante el taller”, “Interacciones” y “Necesidades identificadas frente al taller”. En otros niveles se encontraron aquellas que se desprendieron del primer nivel, como “Desmotivación frente al trabajo” y “Dificultades específicas” (mayor nivel de generalidad) o “Carácter limitado del trabajo” y “Debilidades de la guía” (menor nivel de generalidad). El análisis posterior consistió en la búsqueda de relaciones entre estos bloques de información, buscando patrones o recurrencias. Libertexto, un plugin de Firefox enlazado al programa FreeMind, facilitó este proceso y permitió elaborar mapas de la categorización, en los cuales se establecieron las relaciones y asociaciones más complejas.

## RESULTADOS

### *Dificultades durante el taller de Geogebra*

En los diarios y las entrevistas se evidenció con alta recurrencia, según algunos estudiantes, monotonía de la actividad con el Geogebra. Algunos



comentarios que expresaron los chicos fueron, por ejemplo, “Gas, esta cosa me tiene harta” o “Para mí fue como la monotonía, porque trabajamos en tres clases la misma actividad” o la opinión de un entrevistado: “Muchos estudiantes se estaban quejando de que era un tema muy repetitivo”. Al evaluar la guía, se plantearon cuatro preguntas que había que desarrollar para cada tipo de función, ocho en total, aspecto que, seguramente, produjo el tedio expresado por los y las estudiantes.

La insuficiente posibilidad del docente de atender a sus estudiantes fue otra dificultad con un amplio grado de recurrencia, según diarios y observaciones. El docente muchas veces no alcanzó a responder a todos sus estudiantes, pues se presentaban muchos llamados a la vez. Esta dificultad fue más evidente el primer día, hasta que se estableció por parte del docente un orden específico para contestar las preguntas, o bien, cuando pidió a estudiantes más avanzados en la tarea que colaboraran con sus compañeros. Aunque no fue evidente durante el análisis, esta dificultad podría estar en relación con algunas debilidades de la guía.

Con un alto grado de recurrencia en entrevistas, diarios y observaciones, se evidenciaron múltiples situaciones de dispersión de estudiantes debidas al espacio, a los equipos de cómputo y a los estudiantes mismos. Una de las condiciones más recurrentes fue la referente a los equipos de cómputo, pues algunos estudiantes abrían subrepticamente páginas en internet ajenas a los temas tratados. Otras condiciones menos significativas estuvieron relacionadas con el uso escondidas de audífonos o del Black Berry, la sensación de que el tiempo era suficiente y, por tanto, la tendencia a realizar otras tareas, así como los deseos de conversar con compañeros cercanos sobre otras cuestiones, como señala un estudiante: “Uno, honestamente, no siempre está trabajando, sino que muchas veces habla de cosas diferentes y se dispersa, que también lo evidenció con otros compañeros, que era que se dispersaban y a uno no le rendía tanto el tiempo”.

... algunos estudiantes afirmaron que el programa era muy accesible y fácil de manejar y, además, permitía corregir ocasionales errores en la nomenclatura de funciones.

#### *Fortalezas del uso del recurso encontradas durante el taller*

Se identificaron dos grupos de datos sobre las fortalezas relacionadas, evidentemente, con los hallazgos expuestos en las investigaciones empíricas analizadas en los referentes de esta investigación: potencialidades del REA y motivación de estudiantes para el trabajo. Respecto a las potencialidades del recurso, categoría con una amplia recurrencia tanto en diarios como en observaciones y entrevistas, describe los siguientes aspectos centrales: posibilidades de generar conflicto cognitivo; accesibilidad y facilidad de manejo del programa; precisión en la elaboración de gráficas y eficiencia en su realización; además, permite y motiva interacciones entre estudiantes.

Posibilidades de generar conflicto cognitivo: fue evidente la intención del docente de plantear preguntas y orientaciones individuales que generaban conflicto cognitivo frente a afirmaciones de estudiantes, referidas al comportamiento asintótico de una función, simetría o comportamiento exponencial. En dos casos, por los menos, los propósitos del taller fueron trascendidos por estudiantes que encontraron características y sacaron conclusiones que en la guía no se esperaban. Un estudiante, por ejemplo, frente a ecuaciones potencia con exponente par muy grande, dijo: “Yo creo que no se pegan [al eje x], tengo la intuición”.

Facilidad de manejo del programa: algunos estudiantes afirmaron que el programa era muy

Las interacciones con los REA permitieron a los estudiantes autonomía o facilidad para manipular las herramientas del programa.

accesible y fácil de manejar y, además, permitía corregir ocasionales errores en la nomenclatura de funciones.

Precisión y eficiencia en la realización de gráficas: los y las estudiantes compararon la experiencia de elaborar gráficas en el programa y a mano, y expresaron que el primero ofrecía mucha eficiencia; por ejemplo, un alumno afirmó que “el programa en sí [...] es muy efectivo, digamos, yo meto la función y ahí mismo me la arroja en menos de un segundo. Distinto de lo cual sería cuando uno le dan la función en clase y toca plasmarlo en una hoja de cálculo y se demora”.

Permite y motiva interacciones entre estudiantes: por momentos, algunos estudiantes interactuaban juntos con el programa, bien fuera porque uno de ellos estaba explicándole al otro o porque estaban discutiendo sobre hallazgos encontrados por separado. Con un amplio grado de recurrencia, se evidenciaron múltiples interacciones. Las interacciones con los REA permitieron a los y las estudiantes autonomía o facilidad para manipular las herramientas del programa. Resaltaron algunas dificultades ya mencionadas (aunque con un bajo nivel de recurrencia) en el léxico, desaparición de algunas funciones (por insertar de modo inadecuado la descripción algebraica), manejo de escalas y de zoom. Las interacciones entre estudiantes se evidenciaron con un alto grado de recu-

rrencia y en diferentes fuentes. En ocasiones, llegaron a acuerdos para distribuirse el trabajo o a agrupamientos autónomos. Hubo ayuda entre estudiantes avanzados en la actividad o entre rezagados en su desarrollo, o entre avanzados y rezagados: unos asesoraban a otros y algunas explicaciones se extendían por el grupo, fuera porque el docente lo solicitaba o porque los estudiantes mismos lo hacían. Un entrevistado, por ejemplo, afirma: “Empecé a trabajar con una compañera y hacíamos que ella ponía una función y yo otra y luego nos pasábamos los datos y los plasmábamos y nos ayudábamos, pues porque de todos modos es un programa que hay veces no manejábamos bien, entonces nos corregíamos la función, dónde debe ir el paréntesis, cuáles eran los signos”.

De una recurrencia también amplia en los instrumentos fueron las interacciones entre estudiantes y docente. Este último exponía algunas instrucciones y proponía moderaciones con el interés de generar situaciones de conflicto cognitivo; por ejemplo, con las intercepciones con los ejes, la simetría o el análisis gráfico; orientar el buen aprovechamiento del tiempo de clase; organizar los equipos de cómputo y el carácter colectivo o individual del trabajo; presentar condiciones para la sistematización del trabajo; la lectura y el desarrollo adecuado de la guía de trabajo, entre otras.

#### *Necesidades identificadas durante los talleres para mejorar el uso del REA*

Una primera necesidad identificada para evitar el desorden de los llamados para preguntar al docente fue resolver dudas de manera grupal. Respecto de la guía, se evidenció que ésta debería contar con instrucciones más desglosadas, lo que implicaría trabajos específicos y no tan

extensos, con conceptos simples, en lo posible, explicados en un lenguaje común. Fue preciso proponer estrategias de sistematización más ordenadas, fuera porque las preguntas estuvieran mejor ordenadas o porque se dispusieran herramientas diferentes al mero uso del cuaderno.

Si bien hubo apoyos entre estudiantes, considerando la zona de desarrollo potencial para ampliar la zona de desarrollo proximal, según las elaboraciones de Vygotsky (1995), se hizo evidente la necesidad de motivar por parte del docente aún más estos apoyos.

Finalmente, hizo falta disponer el espacio para realizar socializaciones grupales durante la actividad, aunque éstas se hayan pensado para después de los talleres como actividad en la clase y por fuera de la sala de computadoras.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### *Implicaciones didácticas del Geogebra como REA en el aula de matemáticas*

La monotonía durante la experiencia, representada sobre todo por el carácter repetitivo del trabajo propuesto, se constituye en un antecedente ineludible para la reflexión sobre los REA en el aula de matemáticas. Algunas alternativas posibles pueden asociarse a la implementación de actividades variadas en el tratamiento de un tema dentro de un mismo taller, o bien, durante un periodo académico; al respecto, la motivación inicial de los chicos con el REA puesto en práctica fue muy notoria, pero ésta fue decayendo, en especial porque se pedía el desarrollo de muchos puntos atendiendo a las mismas preguntas. Esta diversidad de actividades también puede tratarse del uso de diversos REA a la vez, como complemento entre sí o independientemente. También puede proponerse actividades para abordar temas, procedimientos o reflexiones en diferentes ámbitos del área y no, como fue el caso del tipo de funciones, en un solo aspecto. La diversificación podría servir, además,

para mediar sobre la dispersión de los estudiantes, que tanto se evidenció durante los talleres.

Celaya, Lozano y Ramírez plantean las siguientes preguntas refiriéndose a los REA: “¿Qué sucede con el conocimiento que adquiere el docente que adopta esos recursos en sus clases?, ¿es capaz de generar sus propios materiales o mejorar los que ya existen? o ¿sólo es un consumidor?” (2010, p. 492). Las guías, de acuerdo con esto, requieren ser desarrolladas, evaluadas y modificadas por el docente, que en lo absoluto, ante los REA, puede ser sólo un consumidor. En dicha experiencia fue evidente que éstas no pueden ser demasiado extensas. Más bien podrían proponerse talleres ocasionales para resolver en una sesión o en parte de la sesión; esto es, evitar que las actividades sean muy continuas cuando se trata del mismo tema o propósito de enseñanza. De esta manera, algunas actividades con el REA pueden enfocarse a profundizar, otras a clarificar o abordar un concepto, y otras a evaluar un aprendizaje, por ejemplo. Las guías deben contar con una revisión cuidadosa según estos criterios: extensión, claridad y uso de conceptos simples (en lo posible y cuando el objetivo no esté relacionado con el desarrollo de procesos formales).

En concordancia con Cebrián de la Serna (citado por Castillo, 2008), el conocimiento en la aula debe formarse en la reflexión y en el trabajo colaborativo. El trabajo individual resultó pertinente, siempre y cuando los y las estudiantes tuvieron la posibilidad de interactuar, discutir, compartir información y acompañarse. Esto, en esencia, sustenta un trabajo colaborativo efectivo para el área, especialmente cuando el foco del ejercicio docente está puesto en el conflicto cognitivo, la construcción colectiva de conocimiento y el aprendizaje significativo. Este tipo de acompañamientos es una herramienta muy útil para facilitar la intervención docente.

Celazzya, Lozano y Ramírez (2010) exponen algunos resultados sobre la perspectiva del docente ante el uso de los REA, que se confirmaron en esta investigación: existe un conoci-

El Geogebra presenta posibilidades para generar conflicto cognitivo por parte del docente y del estudiante mismo.

miento básico por parte del docente de estos recursos; éstos pueden usarse para complementar o apoyar los temas tratados o mejorar la comprensión de los que son muy abstractos; sirven como apoyo a la enseñanza por sus estímulos visuales y por la interactividad y la creatividad que promueven; permiten llevar a cabo clases menos áridas y aplicar conceptos a la práctica. Una potencialidad ineludible del Geogebra es que los y las estudiantes pueden explorar funciones complejas de manera interactiva, con eficiencia y precisión. Este recurso se constituye en una herramienta muy útil para analizar el comportamiento asintótico de una función, la simetría, la tendencia a infinito, los interceptos con los ejes de coordenadas y el origen, los límites y la composición y transformación de funciones, tal como pudo evidenciarse en los resultados.

Es notoria la necesidad en los grupos participantes de encontrar estrategias para la lectura sistemática y comprensiva de instrucciones, pues se advirtió una deficiencia importante durante las actividades; como se expuso ya, la intervención del docente, tanto sobre la guía como en el aula, es fundamental y requiere una atención trascendental.

*El aprendizaje significativo y posibilidades didácticas desde el Geogebra*

El Geogebra presenta posibilidades para generar conflicto cognitivo por parte del

docente y del estudiante mismo. Es una herramienta útil para indagar las concepciones previas de los estudiantes, ya que permite, por medio de guías que propendan por la construcción activa del conocimiento, la interacción directa de estudiantes con las matemáticas, además de que es un material potencialmente significativo. El aprendizaje significativo desde este recurso, no obstante, debe partir de una guía de trabajo que oriente preguntas, reflexiones e interacciones en los estudiantes (más allá de la mera representación). La construcción de conceptos a partir de la observación, el análisis y el razonamiento, la búsqueda de características generales y la exploración sistemática fueron procesos implementados que trascendieron un aprendizaje por recepción. De acuerdo con Castillo, “las situaciones problemáticas introducen un desequilibrio en las estructuras mentales del alumno, de tal manera que en la búsqueda de ese acomodamiento se genera la construcción del conocimiento” (2008, p. 177). *a*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, E., Rodríguez, F. y Camargo, L. (2008). Exploración, construcción, argumentación y demostración en la solución de un problema. En MEN. *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas. Memorias del Congreso Internacional*. Bogotá.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Buenos Aires: Paidós.
- Bonilla, E. (1997). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Santafé de Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.
- Camargo, L. (2008). Una experiencia de “descubrimiento” en clase de geometría. En MEN (2003). *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas. Memorias del Congreso Internacional*. Bogotá.
- Carretero, M. (2009). *Constructivismo y educación*. Buenos Aires: Paidós.

- Castillo, S. (2008). Propuesta pedagógica basada en el constructivismo para el uso óptimo de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, vol. 11, núm. 2, pp. 171-194.
- Celaya, R., Lozano, F. y Ramírez, M. (2010). Apropiación tecnológica en profesores que incorporan recursos educativos abiertos en educación media superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 15, núm. 45, pp. 487-513.
- Geser, G. (2007). Prácticas y recursos de educación abierta: la hoja de ruta OLCOS 2012. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 4, núm. 1, pp. 4-12.
- Gértrudix, M. et al. (2007). Acciones de diseño y desarrollo de objetos educativos digitales: programas institucionales. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 4, núm. 1, pp. 14-23.
- Leal, J., Iglesias, R. y Urbina, J. (2008). La modelación como estrategia de verificación y generalización en la solución de un problema de optimización. En MEN. *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas. Memorias del Congreso Internacional*. Bogotá.
- Llanos, H. (2008). La Maloka: un caso de apropiación de nuevas tecnologías computacionales en la promoción del pensamiento variacional. En MEN. *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas. Memorias del Congreso Internacional*. Bogotá.
- Lozano, L. y Carmargo, L. (2008). Exploraciones acerca de ángulos congruentes a partir de ambientes de aprendizaje dinámicos. En MEN. *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas. Memorias del Congreso Internacional*. Bogotá.
- MEN (2008). *Tecnologías computacionales en el currículo de matemáticas. Memorias del Congreso Internacional*. Bogotá.
- Ordóñez, C. (2004). Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. De las concepciones a las prácticas pedagógicas. *Revista: Estudios Sociales*, núm. 19, pp. 7-12.
- Orozco-Moret, C. y Labrador, M. (2006). La tecnología digital en educación: implicaciones en el desarrollo del pensamiento matemático del estudiante. *Theoria*, vol. 15, núm. 2, pp. 81-89.
- Sabín, Y. et al. (2005). Una herramienta de apoyo a la enseñanza del cálculo diferencial e integral a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 14, núm. 3, pp. 60-62.
- Sicilia, M. (2007). Más allá de los contenidos: compartiendo el diseño de los recursos educativos abiertos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 4, núm. 1, pp. 26-34.
- Toledo, V. et al. (2005). Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y otras opciones en la clase de matemática. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 14, núm. 4, pp. 60-62.
- Valenzuela, R. y Flores, M. (2011). *Fundamentos de investigación educativa*. México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Vygotsky, L. (1995). *El desarrollo de los procesos cognitivos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Woods, P. (1995). *La escuela por dentro. La etnografía en la investigación educativa*. Barcelona: Piados.

