SED 358

03

Colección: Saberes Compartidos

Caminos para construir calidad educativa en Matemáticas y TIC

MAGISTERIO FORMACIÓN
BOGOTÁ BICENTENARIO
ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
BOG BOGOTÁ POSITIVA GOBIERNO DE LA CIUDAD

Colección Saberes Compartidos

SED 358

03

Colección Saberes Compartidos

CAMINOS PARA CONSTRUIR CALIDAD EDUCATIVA EN MATEMÁTICAS Y TIC

© Secretaría de Educación del Distrito, 2010

Colección Saberes Compartidos
Número 3
Caminos para construir calidad educativa en Matemáticas y TIC

ISBN
978-958-20-1034-8

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DEL DISTRITO

Alcalde Mayor de Bogotá
Samuel Moreno Rojas

Secretario
Carlos José Herrera Jaramillo

Subsecretario de Calidad y Pertinencia
Jaime Naranjo Rodríguez

Directora de Formación de Docentes
e Innovaciones Pedagógicas (A)
Luz Maribel Páez Mendieta

Diseño
Martha Patricia Jiménez R.

Diseño e ilustración de cubierta
Jessica Sierra

Revisión de textos
Juan Amaya

Impresión y terminados
Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.

Impreso en Colombia

Contenido

Presentación 7

¿Arte o Matemáticas? 13
Javier Alberto Gutiérrez Chaparro

Transformar la práctica de enseñanza de la Matemática mediante reflexión y crítica de la experiencia pedagógica 27
Margarita Lascano García

Uso pedagógico de la informática 41
Álvaro Pío Rojas Duarte

Desarrollo de habilidades en un ambiente hipermedia. Sujetos con estilo cognitivo 'dependiente de campo' 53
John Alexander Caraballo Acosta

Presentación

En el informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI, presidida por Jacques Delors, se planteó el principio de "La educación a lo largo de la vida". Tal imperativo se convertiría, con el transcurso del tiempo, en un desafío para las maestras y los maestros y, a su vez, en derrotero de su formación como profesionales.

Desde entonces, la educación se ha manifestado como un hecho social, político y cultural que intenta superar todo tipo de barreras –generalmente discriminadoras– como los límites de la edad, las cuatro paredes de un establecimiento, algunos formalismos curriculares y determinadas creencias o costumbres que suelen circunscribir los procesos educativos al contexto de la escolaridad, reservado este último, casi exclusivamente, a niñas, niños y jóvenes, y limitado a las fronteras espaciales del aula de clase o a la rigidez de programas preestablecidos.

En el ámbito de la continuidad de los procesos educativos a lo largo de la existencia humana, se han promulgado en América Latina políticas tendientes al logro de una óptima calidad de la educación. Esta revitalización de las normas ha encontrado eco en la Secretaría de Educación de Bogotá D.C., entidad que ha implementado una serie de proyectos encaminados a la transformación de las prácticas pedagógicas, a partir del Plan Sectorial 2008-2012, que ha tomado como uno de los criterios primordiales de sus lineamientos la valoración de los maestros como sujetos de saber pedagógico. En este sentido, iniciativas como la "Cátedra de pedagogía" y "Maestros que aprenden de maestros" han venido enriqueciéndose en los últimos años con ajustes y variaciones que les han otorgado mayor alcance y más proyección.

La colección de libros Saberes Compartidos es el resultado de la gestión entre el sector oficial –Secretaría de Educación del D.C.– y el sector privado –Corporación Magisterio–, entidades que han unido sus esfuerzos e intenciones a partir de una meta común: propender por la calidad de la educación desde la óptica capitalina, consistente en resaltar la labor profesional de los maestros.

Se trata de un modelo de enseñanza y de aprendizaje que, en consonancia pedagógica, articula dos ideales de formación de los maestros: por parte de la Secretaría de Educación, el apoyo a las innovaciones y cambios

positivos liderados por directivos y docentes de las instituciones, y, por cuenta de la Corporación Magisterio, el despliegue de su bagaje en materia de difusión del conocimiento e implementación de propuestas de actualización docente basadas en la investigación y el trabajo colaborativo.

De esta manera, la historia de la Secretaría de Educación en materia de convocatorias y proyectos para mejorar la calidad de la educación y lograr la permanencia de las y los estudiantes en el sistema, sumada a la trayectoria de la Corporación Magisterio en el terreno de la publicación de obras pedagógicas y el desarrollo de procesos de formación docente, se han constituido en los pilares de la consolidación del trabajo de divulgación de los proyectos diseñados y llevados a cabo por los maestros participantes en este proceso.

Para la edición de estas obras se ha escogido la ruta de la sistematización de experiencias, en atención a las características primordiales de este tipo de intervenciones que permiten la reflexión crítica sobre la actividad docente, la comunicación profesional entre los maestros, la interpretación y construcción de significados en el campo de la enseñanza y el aprendizaje, la articulación entre la teoría y la práctica y la socialización de saberes inéditos. Tal es el escenario propicio para el diálogo, la sana convivencia y la creación: tres detonantes que han abierto el espacio para que los maestros escriban sus propuestas, como una forma de plantear alternativas de solución a los problemas que enfrentan en la vida diaria escolar y hallar respuestas a una serie de interrogantes suscitados en el devenir de su práctica profesional.

El contenido de los cinco libros que componen la colección Saberes Compartidos representa el fruto del trabajo de los cuerpos directivo y docente de instituciones de educación preescolar, básica y media del sector oficial de Bogotá D.C., cuyas experiencias pedagógicas fueron seleccionadas por la Secretaría de Educación como las más relevantes por su excelente calidad, la acogida en el medio educativo y su impacto académico y social. En otras palabras, se trata de la consolidación del proyecto de formación "Maestros que aprenden de maestros", como un suceso vital que demuestra el compromiso de quienes tienen la responsabilidad de educar a las niñas, los niños y los jóvenes de la capital del país.

Por haberse producido en ambientes pedagógicos de comunicación y construcción de conocimiento, esta colección se constituye en un semillero de ideas, una fuente de consulta y un material de análisis y estudio. A su vez, se trata de una evidencia de trabajo mancomunado que invita al establecimiento de comunidades académicas.

Profesionales de la educación de todas las disciplinas del saber encontrarán en estas páginas elementos fundamentales para interpretar variadas formas de recorrer "Caminos para construir calidad educativa" en diversos campos del conocimiento: matemáticas y nuevas tecnologías de la

información y la comunicación; ciencias naturales y formación ambiental; artes y educación física; derechos humanos; lectura, escritura y oralidad. Los aspectos éticos, pedagógicos y metodológicos inherentes a los procesos de sistematización de estas experiencias serán motivo de aprendizaje y debate para los lectores y las lectoras que accedan a estos libros.

Como una forma de abonar el terreno para hacer realidad el principio universal de la "Educación para toda la vida", cada uno de los libros de la colección Saberes Compartidos, así como el proceso que los ha precedido, recogen las palabras del informe a la Unesco, en tanto a través de estas páginas, escritas por maestros y maestras, se revela la capacidad de estos profesionales del magisterio para "dirigir sus destinos en un mundo en que la aceleración del cambio, acompañada del fenómeno de la mundialización, tiende a modificar la relación de hombres y mujeres con el espacio y el tiempo".

¿Arte o Matemáticas?

JAVIER ALBERTO GUTIÉRREZ CHAPARRO

Javier Alberto Gutiérrez Chaparro

Magíster en Matemáticas, Universidad Nacional de Colombia. Docente del Colegio Reino de Holanda, localidad 18 de Bogotá (Rafael Uribe Uribe).

Resumen

Presentamos la sistematización de una propuesta de innovación pedagógica, llevada a cabo con estudiantes de octavo grado de educación básica del Colegio Reino de Holanda, localidad 18 de Bogotá, Colombia. En ella se plantea la importancia de trabajar la clase de Geometría con teselados, desde una metodología de resolución de problemas. Además, se plantean diversas discusiones sobre la importancia de actualizar el conocimiento geométrico en el currículo de Matemáticas, extendiéndolo a geometrías no euclidianas, y mostrando cómo los teselados son una excelente herramienta para ello.

Abstract

We present the systematization of an innovating pedagogical proposal, accomplished with eighth grade students from secondary of the Reino de Holanda School, Bogota, Colombia. It raises the importance of working the class of geometry with tessellations, from a methodology of solving problems. Several discussions arise about the importance of updating knowledge in the geometry curriculum, adding it to non-Euclidean geometries, and showing how tessellations are an excellent tool for this.

Introducción

Tal vez para muchas personas las Matemáticas y las artes son conocimientos diametralmente opuestos. En ocasiones podemos pensar que los artistas están demasiado alejados de las Matemáticas debido a su precisión y formalidad, o que los matemáticos distan de la labor del artista dadas su flexibilidad y sensibilidad. Sin embargo, aunque ellas guardan profundas diferencias, no son totalmente distintas.

Cuando un artista realiza una obra de arte utiliza altos niveles de abstracción y concentración[1], en los que de forma precisa interpreta el mundo y genera belleza. Difícilmente pasaríamos por alto en alguna demostración matemática de nivel avanzado su originalidad y creatividad, tal vez solo comparadas a las de un artista. No debemos confundir la falta de subjetividad en las labores del matemático con debilidades artísticas, ni en cómo se aprenden, enseñan y hacen Matemáticas.

Son precisamente estas ideas, las que impulsan a usar los "teselados" como disculpa didáctica en la clase de Matemáticas, y con ello enseñar esa disciplina usando creaciones artísticas. En el cuerpo del trabajo se comentarán aquellas habilidades geométricas que se aprenden al realizar teselados y la manera en que las y los estudiantes se motivan a crear diferentes diseños paralelamente a su aprendizaje.

Se advierte que la propuesta no presenta un conocimiento del arte superior, ni se pretende irrespetar este constructo de conocimientos al utilizarlos como herramientas de aprendizaje en Matemáticas; tampoco se considera que su importancia, únicamente, radique en las matemáticas que esconden. Esta forma de hecer arte es aprovechada para mostrar al estudiantado que las Matemáticas y el arte no son tan inseparables como el agua y el aceite.

Una de las intenciones de fondo de la propuesta es implicar de manera clara las geometrías no euclidianas en la clase; en este momento se enseñan en nuestras aulas conocimientos desactualizados frente a los conocimientos geométricos que se han desarrollado últimamente. Es prioridad que nuestros currículos cambien de la mano de la evolución histórica de las Matemáticas, incluyendo temáticas que se hayan creado el siglo pasado. El caso de la Geometría es lamentable; aún la enseñanza se restringe en muchos casos al aprendizaje de los tomos de *Los elementos*, escritos por Euclides hace aproximadamente 2.000 años.

La experiencia fue llevada a cabo con estudiantes de grado octavo del Colegio Reino de Holanda, perteneciente a la localidad 18 de Bogotá (Rafael Uribe Uribe), en el marco del proyecto "Desarrollo del pensamiento matemático mediante la resolución de problemas".

1 Note por ejemplo la habilidad de Kseniya Simonova en el siguiente enlace: http://www.youtube.com/watch?v=vOhf3OvRXKg

Problemática

En los años sesenta[2], en Colombia se enseñaba la Geometría restringida a la interpretación de cálculos y volúmenes; no había un desarrollo sobre las propiedades de los objetos geométricos y su naturaleza. Durante los ochenta empieza a aparecer, desde un marco legal[3], la importancia de la Geometría como área diferente a la Aritmética. Se empieza a reconocer el estudio de sus objetos, la importancia de la Geometría deja de ser, exclusivamente, el aprendizaje del cálculo de áreas o volúmenes. En los años noventa[4] y a principios del siglo XXI[5], la Geometría adquiere estatus propio, se delimitan los contenidos y habilidades y se establecen los requerimientos básicos de su aprendizaje. Sin embargo, aún se escapan de las aulas dichos lineamientos. En ocasiones, la Geometría no adquiere ese carácter deductivo y dinámico que la acompaña, y todavía los signos y la manipulación de símbolos son la prioridad en su aprendizaje, dejando en un segundo plano el análisis de las formas y sus posibles habilidades para comprender la Geometría desde lo intuitivo y concreto o lo abstracto y formal.

La Geometría gusta a las y los estudiantes y posee un gran mundo de posibilidades lúdicas. Encontramos material concreto, actividades y software, que crean un puente entre el mundo concreto y abstracto, puente que es de difícil acceso para la mayoría de nuestros estudiantes. Así que deben generarse análisis sobre su enseñanza que exhiban formas adecuadas de aprovechar estos recursos.

La última problemática por mencionar tiene que ver con la importancia de relacionar las Matemáticas y sus aplicaciones, no porque ellas sean importantes únicamente por sus utilidades, sino porque estos ecosistemas de información permiten crear mayores conexiones frente a los objetos matemáticos y, por ende, lograr mayores conceptualizaciones.

Los teselados

Los teselados son principalmente reconocidos en la obra de M.C. Escher. En sus obras se encuentran diversos teselados del plano euclídeo, hiperbólico y del espacio (en ocasiones llamadas "las tres geometrías básicas"). El estudio de los teselados se realiza desde varios campos, como por ejemplo, el álgebra, grupos cristalográficos o –desde luego– la Geometría.

2 Decreto 1710 de 1963.

3 Marcos curriculares y Decreto 1002 de 1982.

4 Lineamientos curriculares.

5 Estándares básicos para le educación.

El siguiente resultado entre los teselados y las geometrías no euclidianas[6] establece condiciones para la realización de teselados regulares en cada una de las geometrías básicas.

> *Considere p y q números enteros positivos, y el siguiente producto (p-2)(q-2)=r. Si r es un entero positivo menor que 4 o 0, tenemos una teselado regular del espacio, si r es igual a 4 tenemos una teselado regular del plano euclídeo, y si r es mayor que 4 tenemos una teselado regular del plano hiperbólico; p es el número de lados del polígono regular y q el número de polígonos regulares que se encuentran en un mismo vértice* (Dunham, 1998, pp. 286-296)[7].

Entendemos por un *teselado regular del plano euclídeo* un cubrimiento del plano euclídeo usando un mismo polígono regular, de tal manera que ninguno de los polígonos se sobreponga ni queden espacios sin recubrir. Análogamente, es definido para el espacio y el plano hiperbólico.

El anterior resultado describe, entre otras cosas, que los únicos sólidos regulares son los platónicos. Es decir, el tetraedro, el hexaedro, el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro, lo que es fabuloso. De la misma manera, establece que las únicas figuras que teselan el plano euclídeo son el triángulo equilátero, el cuadrado y el hexágono. En cuanto al plano hiperbólico, tenemos infinitas posibilidades de teselados regulares.

Ventajas didácticas

Son bien conocidos los niveles del desarrollo del pensamiento geométrico introducidos por los esposos van Hiele. Los presentamos a continuación:

- Nivel 0: visualización o reconocimiento
- Nivel 1: análisis
- Nivel 2: ordenación o clasificación
- Nivel 3: deducción formal
- Nivel 4: rigor.

Los niveles de van Hiele son reconocidos ampliamente en el ámbito nacional e internacional, debido a la manera en que ayudan en el establecimiento de diseños pedagógicos. También, muestran el aprendizaje de la Geometría diferente al de la Aritmética.

6 Geometrías que no aceptan el quinto postulado de Euclides.

7 Traducción y adecuación hecha por el autor.

Los niveles se adecúan al aprendizaje de cada objeto geométrico en particular; es decir, si aprendemos sobre el objeto geométrico, el triángulo, debemos superar cada uno de los niveles, pero, aunque esto influye de manera razonable en el aprendizaje del cuadrado, si queremos acercarnos al concepto de cuadrado debemos superar cada uno de los niveles frente a este nuevo objeto geométrico. Esto no restringe la posibilidad de explorar campos de fenómenos que exploren las propiedades de varios objetos geométricos a la vez. Un ejemplo de ello, son los teselados.

Otra de las ventajas se relaciona estrechamente con la motivación y originalidad de este trabajo. Las y los estudiantes, usualmente, no están acostumbrados a aprender Matemáticas lejos de la cuantificación de cantidades. Vemos en los niveles de van Hiele que en Geometría la prioridad no es solamente aprender sobre magnitudes y sus medidas sino también lograr niveles altos de abstracción geométrica. Los teselados son una excelente herramienta para ello.

En los teselados podemos aprender sobre movimientos rígidos del plano, coloreado de mapas, construcción de figuras geométricas, invariantes topológicos, geometrías no euclidianas, grupos cristalográficos[8], entre otros. Esto aumenta el campo de fenómenos a los que un estudiante puede enfrentarse una vez culmine su educación secundaria. Si adicionalmente realizamos las clases de Geometría usando una metodología en resolución de problemas, potenciaremos habilidades geométricas al interior de cada uno de los cinco subcampos del pensamiento matemático (MEN, 2009)[9].

Abstracción geométrica y geometrías no euclidianas

Es conocida la discusión frente a las geometrías no euclidianas. La experiencia no comparte la idea de que el estudiantado únicamente aprenda la Geometría euclídea en el colegio. Esto parcializa el conocimiento geométrico, además de mantenerlo desactualizado. Es necesario que las ideas geométricas para enseñar en el bachillerato se amplíen a geometrías diferentes a la euclídea.

Por ejemplo, los teselados pueden analizarse en Geometría del espacio, plana e hiperbólica; en la Geometría usual sucede que la suma de los ángulos interiores de un triángulo es igual a 180 grados y, que dado un punto exterior a una recta, pasa una y solo una recta paralela. En la Geometría del

8 Siendo mucho más ambiciosos, formas modulares.

9 Resolución de problemas, modelación, ejercitación de procedimientos, comunicación y razonamiento.

espacio, la suma de los ángulos interiores es mayor o igual a 180 grados y por un punto exterior a una recta no pasan paralelas a la recta dada. En Geometría hiperbólica la suma de los ángulos interiores de un triángulo es menor o igual a un llano y por un punto exterior a una recta pueden pasar más de una paralela (para más detalles consultar Penrose, 2006).

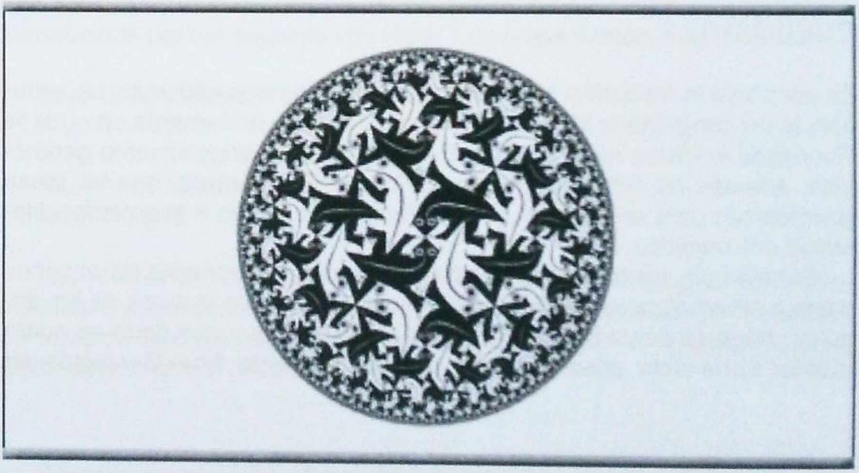
Realizar representaciones de la geometría hiperbólica puede ser bastante difícil y requiere de un nivel de abstracción bastante avanzado; el hecho de considerar que por un punto exterior a una recta pasen más de una paralela no es natural. Afortunadamente, existen formas de acercarse a representaciones de este tipo. El teselado de la figura 1 está sobre el plano hiperbólico[10]. Las y los estudiantes podrían en algún nivel construir y acercarse a esta geometría desde esa perspectiva.

Situaciones adidácticas

Una situación adidáctica desde la teoría de las situaciones didácticas (Brousseau, 1986, pp. 33-115) es una situación que la o el estudiante resuelve por adaptación de manera autónoma. Un o una docente organiza un cúmulo de situaciones adidácticas con el objetivo de enseñar algo. A esto se le llama situación didáctica.

A continuación se muestran las situaciones adidácticas que enfrentaron los estudiantes. Más que una descripción, es una propuesta de trabajo.

Teselado sobre el plano hiperbólico *Figura 1*



10 En realidad, esta es una representación euclidea del plano hiperbólico.

Situación adidáctica uno

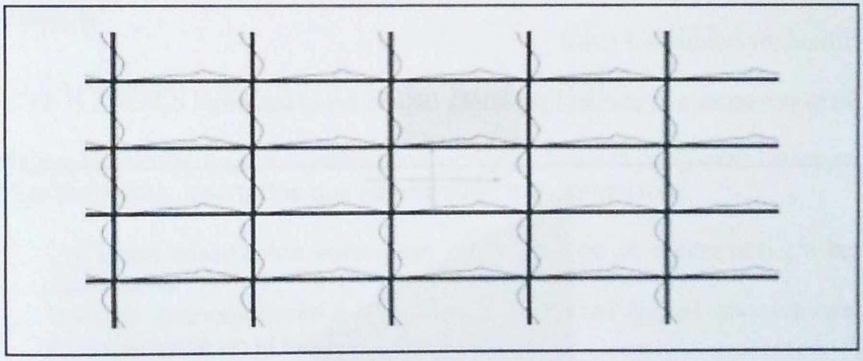
Las y los estudiantes reciben polígonos regulares de diferentes cantidades de lados y con ellos deben resolver el siguiente interrogante.
¿Con cuáles de las siguientes figuras puedes teselar el plano? (únicamente se puede usar una).
Objetivo. Permitir que las y los estudiantes, al explorar propiedades de las formas, especialmente en los ángulos que las conforman, descubran qué figuras tienen la posibilidad de teselar regularmente el plano euclídeo.

Situación adidáctica dos

Podemos con un triángulo equilátero, un hexágono o un cuadrado realizar un teselado del plano.
¿Cuál es la mínima cantidad de colores que debo utilizar para colorear el teselado, de tal manera que ninguna figura quede al lado de otra del mismo color?
Objetivo. Explorar propiedades topológicas de coloración[11], y observar diferencias entre las posibles coloraciones[12].

Situación adidáctica tres

Explora la siguiente forma de construir un teselado, sobre una plantilla rectangular.



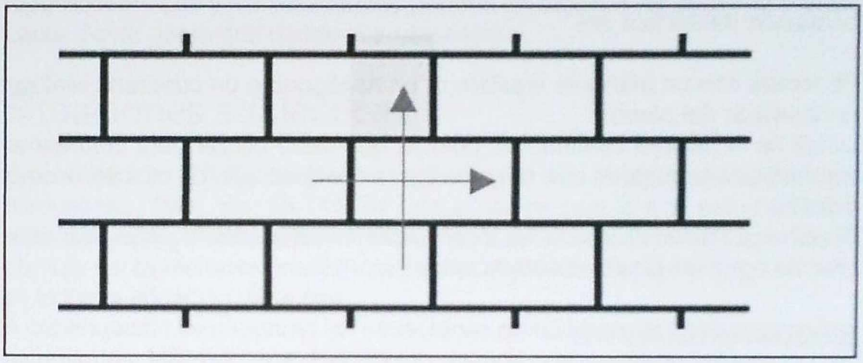
11 Una coloración usa un color para cada región perteneciente al cubrimiento del plano. La idea es que ninguna región que comparta en la frontera distinta a un punto tenga el mismo color.

12 Una coloración mínima es una coloración que usa la mínima cantidad de colores.

Construye un teselado diferente a este, en el cual puedas observar una figura en particular, un animal, un objeto, etc.
Objetivo. Permitir que la o el estudiante analice la transformación de figuras de igual área y explore su creatividad.

Situación adidáctica cuatro

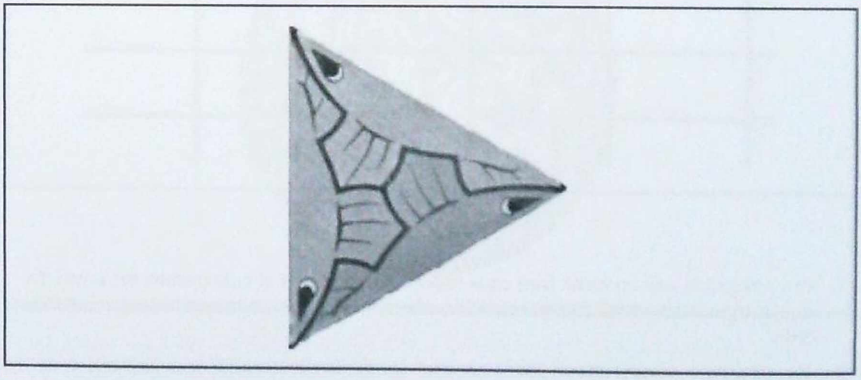
Sobre la plantilla para teselados siguiente, construye un teselado cuya cantidad mínima de colores sean tres.



Objetivo. Posibilitar que la o el estudiante genere estrategias de coloreados, considerando fronteras entre regiones poligonales.

Situación adidáctica cinco

Se le presenta a la clase el siguiente diseño en el tablero:



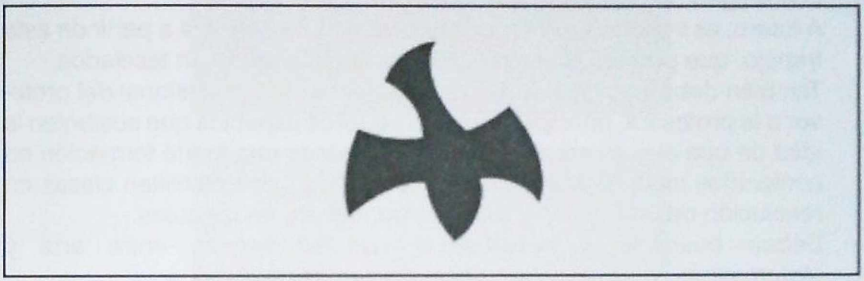
Luego, deben construir un teselado sobre la plantilla triangular regular, usando el diseño de tal manera que se observen pescados entrelazados.
Objetivo. Identificación de reflexión de figuras, ejes de simetrías.

Situación adidáctica seis

Colorea el teselado anterior usando la mínima cantidad de colores.
Objetivo. Permitir afianzar estrategias para la identificación de cantidad mínima de colores sobre un teselado dado.

Situación adidáctica siete

Usando esta figura se construyó un teselado, ¿cuál es?



Objetivo. Explorar rotaciones, reflexiones y traslaciones sobre una figura irregular.

Conclusiones del trabajo pedagógico

El trabajo mostró logros significativos y originó diversas preguntas de investigación futura, resultados que se muestran a continuación:

- Las y los estudiantes estuvieron motivados en la realización de las actividades.
- Tuvieron avances frente a la construcción de las figuras geométricas, especialmente en el triángulo equilátero.
- Identificaron algunas propiedades de las figuras geométricas, prioritariamente aquellas que tienen que ver con rotaciones, traslaciones y reflexiones.
- Exploraron desde otra perspectiva las propiedades de los triángulos.
- Desarrollaron habilidades en la ejercitación de procedimientos no numéricos, únicamente geométricos.

- Exploraron forma de coloreado, lo que puede catalogarse como una propiedad topológica.
- Ampliaron el campo de fenómenos en donde se puede estudiar la Geometría.
- Lograron conjeturar y comprobar hipótesis a partir de situaciones geométricas.
- Exploraron su creatividad artística en la clase de Geometría.

Frente a nuevas preguntas de investigación, se concluye que:

- Es importante realizar otro documento en el cual se analicen las diferentes estrategias de solución de los estudiantes, buscando nuevas preguntas de investigación en didáctica de la Geometría.
- Debe investigarse y sistematizar una experiencia que involucre teselados en geometrías no euclidianas.
- A futuro, es importante crear una experiencia innovadora a partir de este trabajo, que permita el uso de software especializado en teselados.
- También debe investigarse sobre el conocimiento profesional del profesor o la profesora, principalmente en aquellos aspectos que sustenten la idea de que el profesor de Matemáticas posea una fuerte formación en contenidos matemáticos, pues son estos los que posibilitan clases en resolución de problemas y cambios educativos en las aulas.
- Deben buscarse e investigarse más conexiones entre arte y Matemáticas.
- La forma en que representamos y entendemos nuestro mundo empieza en nuestras nociones geométricas primigenias. Pero, ¿tiene nuestro cerebro algo que ver con la forma en que hacemos Geometría?

Bibliografía y referencias bibliográficas

Brousseau, G. (1986) Fondements et méthodes de la didactiques des mathématiques. En Centeno, J. (ed.). *Recherches en didactique des Mathématiques* 7 (2).

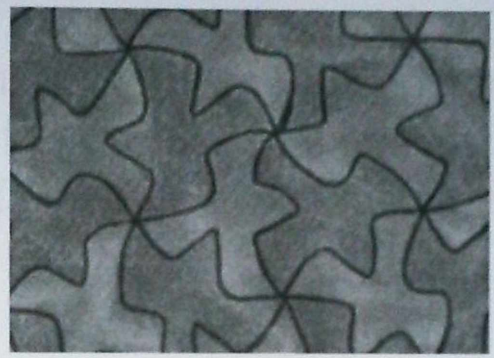
Dunham, D. (1998). Families of Escher patterns. En D.S. (eds.). *M.C. Escher's Legacy*, Rome: M.C. Escher Centennial Conference.

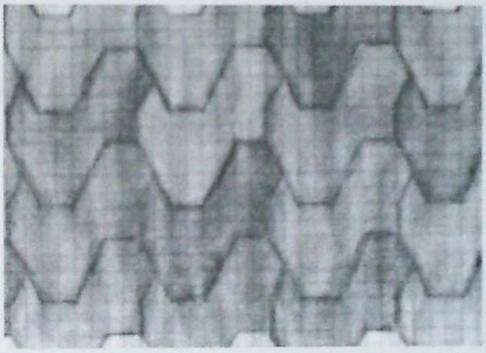
Ministerio de Educación Nacional (2009). *Estándares básicos en Matemáticas*. Bogotá: MEN.

Penrose, R. (2006). *El camino a la realidad*. México: Debate.

Anexos

Algunos trabajos de las y los estudiantes frente a cada situación adidáctica.





Transformar la práctica de enseñanza de la Matemática mediante reflexión y crítica de la experiencia pedagógica

MARGARITA LASCANO GARCÍA

Margarita Lascano García

Licenciada en Matemáticas y especialista en Educación Matemática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; estudiante de maestría en Educación de la Universidad Externado de Colombia. Profesora de educación básica y media; profesora hora cátedra del proyecto curricular de la licenciatura en Educación Básica con énfasis en Matemáticas de la Universidad Distrital.
Correo electrónico: margalascano@hotmail.com.

A pesar de todos nuestros esfuerzos, nunca conseguimos realizar a la perfección aquello que concebimos en nuestro espíritu y que equivocadamente creemos "contemplar". Después de una serie larga de intentos, vertemos al fin, más o menos resignados, el hermoso sueño en la insuficiente forma de un esbozo detallado. Luego comienza –casi como recreación– la segunda etapa: la confección de la estampa. Durante ella, nuestro espíritu descansa mientras nuestras manos trabajan.

M.C. Escher

Resumen

Este escrito da a conocer algunas situaciones significativas y hechos específicos que contribuyeron a pensar, razonar y reflexionar sobre la práctica pedagógica para la enseñanza de la Matemática y lograr su transformación. Se presentan las preguntas planteadas, la síntesis del camino recorrido y los aspectos centrales que favorecieron su transformación.

Abstract

This paper reveals some significant situations and specific events that contributed to think, reason and reflect on pedagogical practices for teaching mathematics and achieve its transformation. Questions are presented, the synthesis of the path and the central aspects that favored its transformation.

Introducción

Develar la huella que deja estampada en la conciencia la experiencia acaecida en el transcurrir de quince años de práctica pedagógica, como profesora de Matemáticas, acompañante y acompañada de escolares que acuden a la educación básica en el Colegio Rodrigo Lara Bonilla[1], convoca a una reflexión analítica sobre la experiencia pedagógica y, con una mirada crítica que la interpela e interroga para interpretarla y comprenderla, deviene la recreación de esta historia[2]. Así, siguiendo a Escher en "*...el hermoso sueño en la insuficiente forma de un esbozo detallado*", se ponen en la escena de este escrito las preguntas, los actores y los lugares que dieron y siguen dando sentido al quehacer del profesor o la profesora, con el propósito de resignificar los aprendizajes logrados en el desarrollo de esta experiencia.

La práctica pedagógica profesional del sujeto profesor o profesora de Matemáticas está inmersa en transformaciones socioculturales[3] de una época histórica específica y, así como el viento posibilita que una hoja seca caiga del árbol que la sostiene para renovar su naturaleza y convertirse en nutriente de la tierra, análogamente la declaración y respuesta de una estudiante puede contribuir a la transformación de la práctica de un profesor. ¿Por qué transformarla?, ¿cómo transformarla?, ¿qué se transforma?, son tres de las múltiples preguntas que emergieron, en y desde la conciencia, por el hecho de ser profesora de Matemáticas de estudiantes que pertenecen al siglo XXI y que necesitan insertarse en un mundo cada vez más complejo, que algunas veces resulta absurdo, contradictorio, difícil de ser entendido y, por tanto, vivido.

Una práctica de enseñanza de la Matemática, que centra la mirada en su transformación y para ello observa, estudia, analiza, cuestiona y reflexiona la práctica de la enseñanza que realiza –para dar cuenta de los cambios personales y curriculares necesarios y posibles de realizar, teniendo como referencia los viejos y nuevos paradigmas[4] que nuclean la

1 Colegio de carácter oficial, ubicado en el suroccidente de la ciudad de Bogotá, en la localidad 19 (Ciudad Bolívar). Su proyecto educativo institucional (PEI) tiene como fundamento los derechos humanos y la democracia en la escuela formal, y tiene como propósito de formación, ser sujeto de Derecho.

2 En el marco de esta sistematización, se entiende por historia la narración de sucesos acaecidos en la práctica pedagógica y que contribuyeron a transformarla.

3 Son transformaciones de carácter estructural que ocurren en el contexto socio-cultural en que cohabita el ser humano e inducen y conducen a la necesidad de renovar las prácticas de enseñanza al sujeto profesor o profesora de Matemáticas.

4 Término acuñado por Kuhn (1962, p. 13), quien manifiesta: "Considero a estos como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica".

transformación–, hace que se identifique la importancia de hacer de esta experiencia pedagógica un objeto de sistematización, porque involucra la construcción de marcos de referencia y metodológicos para nuclear el hacer en el aula y compartir la vida con las y los estudiantes protagonistas-acompañantes de esta experiencia.

Camino recorrido

¿Por qué transformar la práctica de enseñanza de la Matemática?

En agosto de 1995, una tarde cualquiera, llegó al colegio la profesora de esta historia, que impartía la clase a niños y niñas de séptimo grado[5], cuando sucedió el siguiente diálogo:

–Profesora, no entiendo.
–¿Qué es lo que no entiendes?, replica la profesora.
–Nada, respondió la estudiante.

Escuchar la declaración de la escolar, incrementó la inquietud que venía latente desde los años en que se encontraba en calidad de discente, cuando compartía la vida con sus compañeros y compañeras de colegio. Ahora, como docente, estaba al frente de una situación problema que se vive en la escuela colombiana desde hace varias décadas: para un alto porcentaje de la población escolar, la Matemática se ha convertido en el terror, y ronda la incomprensión del alumnado, lo que provoca una declaración como la de la estudiante. ¿Qué hay detrás de ese "*nada*"?, ¿qué hacer frente a esta situación?

En el devenir de la profesora, con respecto a las preguntas anteriores, se dieron dos posibilidades: hacer caso omiso y proseguir desconociendo e invisibilizando la declaración de la escolar, o interesarse por la necesidad de los estudiantes y la propia, abordar la situación y emprender una exploración para identificar qué es lo que pasa con la enseñanza-aprendizaje de este conocimiento, que forma parte del currículo escolar colombiano y, que lejos de posibilitar el desarrollo de los talentos y potencialidades de los individuos, lo que genera es incomunicación e incomprensión.

La enseñanza-aprendizaje de los conocimientos dispuestos, usual y culturalmente en el currículo de la escuela colombiana –entre estos la Matemática– como acto consciente, debe posibilitar, tanto al estudiante que

5 En el ámbito colombiano, la edad promedio de los estudiantes que cursan este grado es de 12 años.

acude a ellas como al profesor, el desarrollo de su ser integral[6], lo que involucra su pensamiento y por ende su lenguaje, para que lea, interprete, explique y comprenda su mundo circundante. En consecuencia, querer atender las necesidades presentes en el aula para posibilitar un desarrollo integral, con su pensamiento-lenguaje, específicamente desde el ámbito de la clase de Matemáticas, se convirtió en el motor que dinamizó las búsquedas intencionadas para la transformación de la práctica pedagógica en la escuela.

¿Cómo transformar la práctica de la enseñanza de la Matemática?

El diálogo sucede en el aula escolar de un colegio que se declara promotor de los derechos humanos, y la pregunta expuesta trae palabras y hechos específicos que están presentes en la escena del aula. En esta se parte del acto de reconocer la humanidad de los actores participantes; por tanto, invita a no invisibilizar que en ella acontece un encuentro entre seres humanos, cargados de voluntades, intencionalidades y expectativas[7] frente a la vida y a los fenómenos que suceden en el acontecer del mundo cotidiano y, por consiguiente, concurren a ella diversas formas de ser, leer, interpretar y comprender los acontecimientos. Aquí ocurre la primera transformación para el escenario y los actores participantes en el hecho de enseñar-aprender Matemáticas.

El pequeño diálogo que contiene tres simples oraciones: profesora, no entiendo; ¿qué es lo que no entiendes? y *Nada*, revela que existe un clima de confianza en el cual la estudiante se siente tranquila para expresar su sentimiento-pensamiento, contrario a lo que sucedió en las clases de Matemática en las que estuvo inmersa la profesora, en las que por nada del mundo se tenía derecho a participar –salvo que el docente pasara al tablero a algún estudiante–, porque el profesor era quien tenía la palabra y escribía

6 El ser humano que cohabita y convive en la escuela, independiente de su rol: estudiante, profesor, coordinador, director, entre otros, comporta consigo una multiplicidad de dimensiones que se integran en la mente-cuerpo. Estas dimensiones es necesario atenderlas en la escuela. Ese ser humano es sentimiento-emoción-pensamiento, se desenvuelve y desarrolla en un contexto social impregnado de cultura, tiene una historia personal y social que comunica a través de sus expresiones corporales, gestuales o códigos lingüísticos propios de su cultura.

7 Es necesario reflexionar sobre estas tres palabras: voluntad, intenciones y expectativas, ¿en qué consiste cada una de ellas? ¿cómo se relacionan la voluntad y las intenciones, si es que existe alguna relación entre estas? Tal reflexión desborda el contenido de este escrito, pero se invita a las lectoras y los lectores a profundizar sobre ellas y sostener conversaciones que las tengan y contengan como tema.

en el tablero; las y los estudiantes escuchaban y copiaban en sus cuadernos las lecciones impartidas por él; después, en las previas o exámenes, transcribían lo mismo que tenían en sus apuntes, sin derecho a pensar, razonar o hablar sobre el contenido de la clase.

En esa aula de entonces no existió un elemento vital que contribuyera a configurar y caracterizar lo que nos hace humanos: la acción comunicativa. De acuerdo con Habermas (1987, p. 493), esta acción "fuerza u obliga a considerar también a los actores como hablantes u oyentes que se refieren a algo en el mundo objetivo, en el mundo social y en el mundo subjetivo", para otorgar sentido, reconocer y apropiar aquello de lo que se siente, piensa o dice. Así mismo, la enunciación de la estudiante, "no entiendo nada", deja entrever que lo enseñado en las clases de Matemáticas, desde el inicio de su escolaridad, no ha tenido contexto de significación para que logre aprendizajes en el ámbito de este campo de conocimiento.

En los años siguientes de la práctica pedagógica que aquí se narra, ocurrieron hechos que contribuyeron, significativamente, a pensar, razonar y reflexionar sobre lo que sucede en las escuelas con la enseñanza de las Matemáticas, en los profesores que se dedican a esta labor e iniciar la comprensión sobre qué es lo que provoca el "*Nada*" de la estudiante. El primer hecho significativo fue la participación en una estrategia de intervención aplicable al profesorado de esta área del saber, realizada por los integrantes de Una Empresa Docente[8], de la Universidad de los Andes; luego se continuó participando en programas de formación profesional con la Universidad Distrital Francisco José de Caldas[9], desarrollados en convenio con la Secretaría de Educación del Distrito.

Estas participaciones dieron inicio a la actuación en el aula de manera distinta y se intervino en ella con proyectos de investigación que abordaron objetos de enseñanza de la Matemática escolar. Entre los más significativos, se encuentran los siguientes: "Una estrategia didáctica para la enseñanza de la función coseno"[10], "Propuesta para la enseñanza de las fracciones"[11], "Propuesta didáctica para el tránsito del pensamiento

8 Esta empresa venía funcionando en Bogotá desde el año 1988, su objeto era la investigación e innovación en educación matemática, hacer públicos los trabajos realizados por las profesoras y los profesores participantes, organizar eventos de carácter académico en el campo de la educación matemática y tenía como lugar de encuentro el Club EMA.

9 Universidad de carácter público ubicada en la ciudad de Bogotá.

10 El proyecto de investigación enfatizó en la importancia del empleo de un instrumento manipulable que facilitara la construcción de significado de la función coseno; se utilizó la metodología investigación-acción. Los hallazgos y la reflexión sobre ellos se comunicó en la reunión anual del club EMA, en junio de 1996. El reporte de esta investigación se publicó en la *Revista* EMA, 2 (3), en julio de 1997.

11 El reporte de esta investigación se publicó en la *Revista* EMA, 6 (2), en marzo de 2001.

numérico al variacional"[12], "Homotecias con cabri géomètre para posibilitar desarrollos de pensamiento geométrico, numérico y métrico en los estudiantes de educación básica y media"[13] y "El álgebra geométrica como recurso didáctico para iniciar a los estudiantes en el álgebra escolar"[14].

En el desarrollo de estos proyectos de investigación se pudo observar que los problemas sobre la enseñanza-aprendizaje de los objetos de la Matemática escolar involucran tanto a estudiantes como a profesores, al currículo y al sistema de creencias con respecto a qué es el aula, el profesor o la Matemática, además de que en las políticas educativas se estaba proponiendo la presencia de un profesor investigador y se identificó que el campo de actuación de este no era la Matemática sino la educación matemática.

Simultáneamente, permitió reconocer que la didáctica de las Matemáticas es una disciplina multi e interdisciplinar, por cuanto convoca la Matemática, la pedagogía, la Historia, la historia de la Matemática, la Antropología, la Filosofía, la Sociología, la epistemología y la Psicología. Siguiendo a Gutiérrez (1995, p. 1), "la Didáctica de la matemática se interesa por todo aquello que influye en el aprendizaje y comprensión de las matemáticas, no solo en el contexto educativo, sino también fuera de él". En consecuencia, con la participación en las estrategias de intervención a los profesores fue posible que el "*Nada*" fuera susceptible de ser explicado y comprendido.

Los componentes disciplinares inmersos en la didáctica de la Matemática se convirtieron en referentes para contrastar la práctica del profesor en la escuela de antes con la práctica de este en el hoy. En la primera, los profesores impartían sus enseñanzas sin detenerse a observar y conocer los procesos implicados en el acto de aprender, el estudiante se dedicaba a memorizar y luego a repetir; en la escuela del hoy se reconoce que, si bien es cierto que la naturaleza ha dotado al ser humano con la capacidad para aprender, también es cierto que es necesario preguntarse: ¿qué es aprender?, ¿en qué se manifiesta que algo fue aprendido?, ¿cuáles son las habilidades implícitas en este acto? Estas preguntas obligan a acudir a los teóricos de la Psicología cognitiva.

Desde esta perspectiva, Skemp (1993, p. 26) sostiene lo siguiente:

> *Hoy se admite, de manera generalizada, que el aprendizaje es un proceso constructivo, entendiendo por tal aquel proceso en el que se adquieren nuevos conocimientos mediante la interacción de las*

12 Publicado en las memorias del XXI Coloquio Distrital de Matemáticas y Estadística (t. VI), 2005.

13 En http://www.iberocabri.org/iberocabri2008/MEMORIAS_2006/Talleres/MargaritaLascano_T17.pdf.

14 En http://www.calameo.com/books/000081202ad483dce4b36.

estructuras presentes en el individuo con la nueva información que le llega; de forma que los nuevos datos, en cuanto que se articulan con la información preexistente, adquieren un significado y un sentido para el sujeto que aprende.

Hasta aquí se tienen cinco aspectos de naturaleza distinta, pero estrechamente relacionados entre sí y necesarios a tener en cuenta para atender el cómo transformar la práctica de enseñanza de la Matemática, a saber:

- La acción comunicativa, que involucra aspectos de carácter lingüístico[15], como son los sistemas de expresión y representación. Esto implica que el profesor debe ser cuidadoso en el tratamiento del lenguaje simbólico para que el estudiante pueda ir apropiándolo, porque esto le permite conceptualizar y proceder sobre los objetos matemáticos que son tratados en la escuela.
- Atender las actividades cognitivas de los estudiantes, porque el desarrollo de habilidades como conceptualizar, razonar y resolver problemas, entre otras, se potencian desde el ámbito de la Matemática.
- La ubicación de contextos como el campo de la Biología, el arte, la Geografía, las prácticas sociales, entre tantos contextos posibles, para proponer situaciones que posibiliten encontrar sentido a los aprendizajes que se quieren lograr en los estudiantes. Aquí se vislumbra el aprendizaje significativo, propuesto por Ausubel hacia el año 1960.
- La importancia de la didáctica de la Matemática como disciplina específica que le posibilita al profesor orientar y sustentar sus diseños didácticos para sus intervenciones en el aula.
- La importancia de la investigación en la labor del profesor, porque le permite ir con cuidado y con método; esto es, de manera rigurosa, frente al ser y hacer: propio, del estudiante, de la escuela, la comunidad y de la sociedad.

Estos aspectos se tuvieron en cuenta en el diseño de secuencias didácticas para intervenir en el aula. A continuación se presentan tres de ellas (cuadros 1, 2 y 3). A través del desarrollo de acciones de carácter investigativo, fue posible construir conocimiento para aprender a enseñar Matemáticas y compartir con otros, en particular con las lectoras y los lectores de esta historia. En cada experiencia se encuentra el qué, cómo, cuándo, con quiénes y los productos obtenidos en ellas. Se acompañan con trabajos elaborados por las y los estudiantes participantes en las experiencias.

15 La enseñanza-aprendizaje de la Matemática, requiere de la instalación de un lenguaje propio, que a su vez ha sido y es producto del mismo devenir histórico del desarrollo de las sociedades y de la Matemática.

Sobre el establecimiento de regularidades, procesos de generalización algebraica y construcción de lenguaje algebraico

Cuadro 1

Qué: diseño, aplicación y análisis de secuencias didácticas para encontrar patrones de regularidad, potencializar procesos de generalización e iniciarse en el lenguaje algebraico.

Cómo: proyecto de investigación enmarcado en la metodología de investigación-acción. Se aplicaron propuestas didácticas en 2000, 2001 y 2003 a estudiantes de grado séptimo y en 2004 a estudiantes de grado octavo del Colegio Distrital Rodrigo Lara Bonilla.

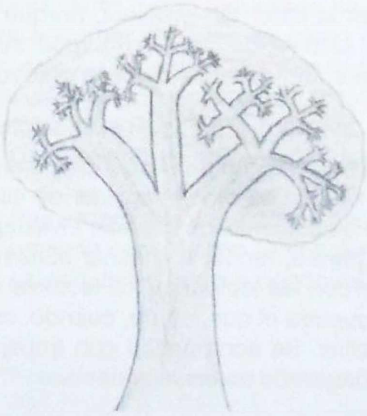
Cuándo: en el marco de la práctica profesional educativa que realicé como docente en esta institución en los años 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005.

Con quiénes: con las y los estudiantes matriculados en estos cursos.

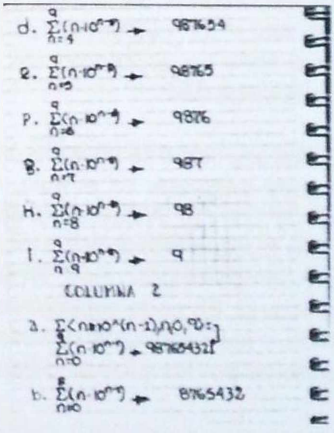
Productos obtenidos: comunicación de las experiencias en,

1. La sexta reunión anual del Club EMA, con la ponencia titulada "Secuencia para apoyar el desarrollo del pensamiento variacional en diferentes grados, usando tecnología", realizada el 12 de mayo de 2001.
2. La séptima reunión anual del Club EMA, con la ponencia titulada: "Construcción de lenguaje simbólico para potencializar procesos de generalización", efectuada el 28 de septiembre de 2002.
3. El marco del XXI Coloquio Distrital de Matemáticas y Estadística, con el taller titulado "Del pensamiento numérico al pensamiento variacional", realizado los días 27, 28, 29 y 30 de abril de 2005.

Creación del artículo titulado "Del pensamiento numérico al pensamiento variacional", publicado en el VI tomo de las memorias del XXI Coloquio Distrital de Matemáticas y Estadística de 2005. Este documento da cuenta del problema abordado, los objetivos planteados, el proceso desarrollado y los resultados obtenidos a la luz de los marcos de referencia utilizados y de los objetivos planteados.



Crecimiento de un árbol que en su desarrollo lleva implícita una progresión geométrica. Dibujo de Leidy Johana Camacho, curso 702.



Cuaderno de trabajo de la estudiante Rossmary Suárez, curso 803.

El álgebra geométrica como recurso didáctico para iniciar a las y los estudiantes de grado octavo en el álgebra escolar

Cuadro 2

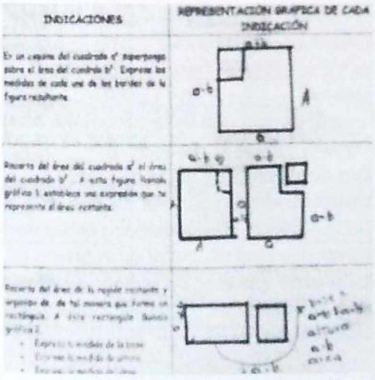
Qué: se desarrolló un proyecto que tuvo como objeto de investigación el álgebra geométrica como recurso didáctico para iniciar a los escolares en el álgebra escolar.

Cómo: se diseñó, aplicó y analizó una propuesta didáctica que se fundamentó en el origen y primeros desarrollos del álgebra. De la reflexión sobre la experiencia en el aula, se derivó y construyó saber sobre cómo iniciar en el álgebra a los estudiantes que acuden al mundo escolar. Como resultado de la aplicación de la propuesta se logró: hacer un acercamiento al algebra escolar haciendo uso del algebra geométrica como recurso didáctico; poner en escena el objeto algebraico ecuación; familiarizar al estudiante con el lenguaje algebraico y hacer posible para los estudiantes el establecimiento de relaciones de equivalencia, encontrando sentido y significado a las expresiones algebraicas que modelan las situaciones planteadas, conocidas en el mundo algebraico como productos notables. En particular, se encontró que el álgebra geométrica, de manera didáctica, le otorga sentido a los objetos algebraicos. Al analizar los trabajos de los escolares participantes en el desarrollo de la propuesta, en las categorías de análisis establecidas, se observó que lograron dotar de significado las expresiones algebraicas.

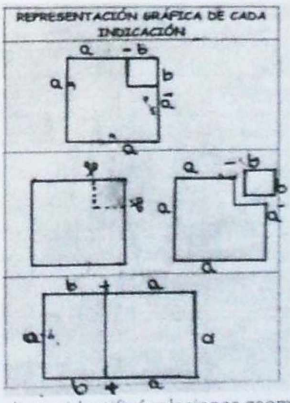
Cuándo: fue aplicada y analizada de los años 2006 a 2008 con estudiantes de grado octavo de tres colegios distritales de la ciudad de Bogotá, en el marco de las prácticas docentes que se desarrollan en el proyecto curricular de licenciatura en educación básica, con énfasis en Matemáticas, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Con quiénes: además de las y los escolares, con las estudiantes en formación como profesoras Gladys Mejía y Ninfa Yaneth Barrios, para conseguir el título como licenciadas en educación básica, con énfasis en Matemáticas, de la Universidad Distrital FJ de Caldas.

Productos obtenidos: con los resultados de esta investigación se escribió un artículo para el X Simposio en Educación Matemática, realizado en Argentina en abril de 2009. Con su participación, se obtuvo una valoración de 21 puntos de los 25 posibles por parte de los organizadores del evento, y fue destacada como una propuesta de innovación que aporta conocimiento en el campo de la educación matemática.



La estudiante efectuó la construcción geométrica a partir del enunciado dado. Erika Reyes, 14 años.

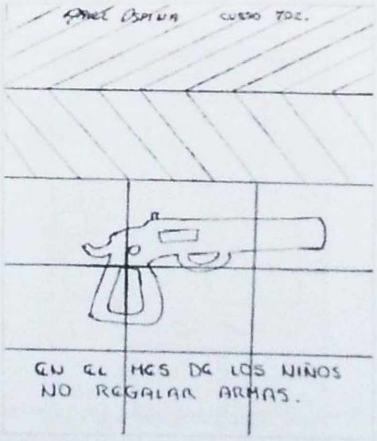


El estudiante identificó relaciones geométrico-métricas. Jeison Camargo, 14 años.

El aula, un lugar de encuentro en donde es posible construir conocimiento de la mano con las y los estudiantes

Cuadro 3

Sobre la enseñanza: aprendizaje de las fracciones.
Qué: diseño, aplicación y análisis de una secuencia didáctica para la enseñanza de fracción como relación a una parte del todo.
Cómo: proyecto de investigación enmarcado en la metodología de investigación-acción.
Cuándo: se aplicó la propuesta didáctica en 1999 a estudiantes de grado séptimo, en el marco del desarrollo de la especialización en educación matemática de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Años 1998 y 1999.
Con quiénes: Edna Ruth Perilla y Carmen Martínez, y con 36 estudiantes del curso 702 del Centro Educativo Distrital Brazuelos, jornada tarde, ubicado en la localidad 5 (Usme). El trabajo fue dirigido por el profesor Pedro Javier Rojas y codirigido por el doctor en Matemáticas Oriol Mora.
Productos obtenidos: un documento escrito que da cuenta tanto del problema abordado, como de los objetivos planteados, el proceso desarrollado, los resultados obtenidos y el análisis de estos sobre la base de los marcos de referencia utilizados y de los objetivos planteados. Comunicación de la experiencia en: 1. El Primer Encuentro Colombiano de Educación Matemática, desarrollado los días 14, 15 y 16 de octubre de 1999. 2. La sexta reunión anual del Club EMA, ponencia titulada "Acerca de dificultades para la enseñanza y aprendizaje de las fracciones", celebrada el 12 de mayo de 2001. Creación del artículo "Acerca de dificultades para la enseñanza y aprendizaje de las fracciones", publicado en el volumen 6, N° 2, marzo de 2001, de la *Revista* EMA, de Investigación e Innovación en Educación Matemática de la Universidad de los Andes.



Ariel Ospina del curso 702.

Para la elaboración de este dibujo se presentó a los estudiantes la siguiente situación problema:

Se quiere diseñar una valla publicitaria con las siguientes características:

- Dos de las quintas partes de la valla se pintan de verde.
- Debe llevar un dibujo en cinco de las nueve partes que está sin pintar de verde.
- En la parte que está sin pintar y sin dibujo se escribe el aviso.

Diseñe la valla.

¿Qué se transformó en la práctica de enseñanza de la Matemática?

Con carácter concluyente y evaluativo se presentan las transformaciones ocurridas entre la práctica de enseñanza del antes y del hoy de la autora de esta historia, para ello se dan a conocer los aspectos sobre los que se posó la mirada para observarla. En el cuadro 4 se muestra un paralelo entre estos aspectos.

Antes y después de cada aspecto durante la experiencia *Cuadro 4*

ASPECTOS	ANTES	DESPUÉS
Perspectiva	Matemática.	Educación matemática.
Énfasis centrado	En contenido matemático.	En las características del desarrollo cognoscitivo, comunicativo y socio-afectivo del estudiante.
Lenguaje	No asociado al pensamiento.	Pensamiento y lenguaje en estrecha relación (el lenguaje es el medio para expresar el pensamiento).
Estudiante	Pasivo. El medio cultural en el que se desenvuelve y desarrolla no es tenido en cuenta.	Explorador, activo y curioso, que desempeña una función importante en su propio desarrollo y en el medio cultural en el que se desenvuelve. Incide en sus procesos cognoscitivos, comunicativos y socio-afectivos.
Rol del profesor o profesora	Dictador de clase, informa, da instrucciones y corrige.	Investigador y mediador, simultáneos, entre el conocimiento y el aprendiz; propicia la metacognición (dar cuenta del propio pensamiento) y la autorregulación. Promueve el desarrollo de la autonomía.
Aula	Lugar donde se dicta la clase, el estudiante escucha, copia y luego repite.	Encuentro entre seres humanos que se interrelacionan e interactúan socialmente para construir conocimiento.
Aprendizaje	Cambio de conducta.	Proceso constructivo. El estudiante se involucra y compromete con su propio proceso de aprendizaje.
Enseñanza	Contenidos matemáticos aislados que no están en relación con el contexto que rodea al sujeto.	Integración curricular que atiende lo multidisciplinar y lo interdisciplinar.
Uso del error	Implica castigo y es para corregir.	Informa sobre los obstáculos cognitivos, el estado de los estudiantes y sirve para reorientar las acciones didácticas en el aula.
Evaluación	Al estudiante, la hace el profesor y decide sobre ganar o perder.	Al proceso. Es una práctica social, cultural, participativa, de carácter formativo, dialógica e integral, comporta una actuación intencional que promueve y pretende un cambio en las actuaciones y procesos para transformar una realidad personal o social.

Bibliografía y referencias bibliográficas

Gutiérrez, A. y Jaime, A. (1995). *Geometría y algunos aspectos generales de la educación Matemática. La didáctica de las Matemáticas: fuente de reflexiones sobre la enseñanza de las Matemáticas.* México: Grupo Editorial Iberoamericano.

Habermas, J. (1987). *Teoría de la acción comunicativa*. Madrid: Taurus.

Kuhn, T. (1962/1983). *La estructura de las revoluciones científicas* (5ª. reimp.). México: FCE.

Koninklijke, E. (1959/2002). M.C. *Escher. Estampas y dibujos*, Alemania: Taschen.

Skemp, R. (1993). *Psicología del aprendizaje de las Matemáticas.* Madrid: Morata.

Uso pedagógico de la informática

ÁLVARO PÍO ROJAS DUARTE

Álvaro Pío Rojas Duarte

Licenciado en Biología y Química, Universidad de Caldas; especialista en Educación Matemática, Universidad Autonoma de Colombia; especialista en Docencia Universitaria, Universidad El Bosque; magíster en Docencia de la Química, Universidad Pedagogica Nacional. Docente de Informática del Colegio Miguel Antonio Caro.
Correo electrónico: arojasdu@redp.edu.co

Resumen

El documento presenta la sistematización de una experiencia pedagógica realizada en el Colegio Miguel Antonio Caro (IED), jornada tarde, cuyo objetivo es incluir la informática en la educación básica secundaria y media vocacional, para lograr un cambio paradigmático a partir del entorno inmediato. El proyecto se apoya en un referente teórico epistemológico y constructivista, basado en el aprendizaje significativo y la enseñanza para la comprensión, en un marco didáctico contemporáneo y con una metodología bi-modal; es decir, procesos de encuentro presencial y trabajo autónomo, haciendo uso de la web, proceso conocido como aprendizaje mixto (blended learning).

Abstract

The document shows a pedagogical experience developed in the Miguel Antonio Caro School aiming to include computer science tools in the daily learning of the students, achieving a paradigmatic change in their environment. The project is supported by a constructivist theory based on a meaningful learning and the teaching methods for its understanding in a modern way using a dual mode methodology, which means, different processes of group and individual work using the web, so called "blended learning".

Introducción

El documento socializa una experiencia pedagógica desarrollada e implementada en el Colegio Miguel Antonio Caro (IED), jornada tarde, cuyo objetivo es incluir la informática en el currículo de educación básica secundaria y media vocacional, ante un hecho histórico contractual como es el registro de nuevas características en el perfil del estudiante, producto de su entorno inmediato, nativo de una sociedad audiovisual e informatizada en la que la rapidez de la información, la capacidad de selección y el predominio de los elementos audiovisual y simbólico modificaron sus estilos de atención, el interés por los temas de estudio y sus estrategias de aprendizaje.

Lo anterior implica en la actuación docente, una revisión de los métodos didácticos y modelos pedagógicos de la enseñanza-aprendizaje, para enfrentar el actual paradigma: un nuevo perfil de estudiante. En consecuencia, se estructuró una metodología para la experiencia en tres fases: diagnóstico, diseño, y validación, cuya fundamentación conceptual se ilustra en el referente teórico y factores asociados, para buscar solución a la pregunta problema siguiente: ¿Cómo usar pedagógicamente la informática y convertirla en herramienta didáctica?

Antecedentes

La idea nació durante la docencia de informática en el Colegio Distrital Miguel Antonio Caro, año 2004 en la ciudad de Bogotá, para dar solución a una problemática en la asignatura de Química, específicamente en el tema del enlace químico, idea enriquecida con las disertaciones realizadas en el programa de maestría en docencia de la Química, como estudiante durante el periodo 2003-2006, mediante la reflexión en torno a las implicaciones educativas de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química. La idea maduró y se concretó en un programa guía de actividades, complementado por un software diseñado en lenguaje HTML para páginas web, con Macromedia Studio 8, hoy Adobe CS4. Dicho programa se aplicó con éxito en los cursos de media vocacional durante el año 2005, con la participación de la colega docente Edelmira Ortiz.

El programa, cuyo nombre es "Estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje por investigación del enlace químico a partir de modelos moleculares diseñados por computador", no continuó por circunstancias adversas (tiempo y espacio), que comprometieron su existencia como material de estudio para los nuevos estudiantes de los cursos de media vocacional. Ante la eventualidad presentada, se optó por trabajar desde el aula

de informática, investigando cómo integrar la informática al currículo y darle un uso pedagógico mediante su conversión en herramienta didáctica.

Referente teórico

Informática y currículo académico

Articular la informática al currículo académico es conectar el aprendizaje del aula con las vidas y mentalidades de todos los estudiantes y las estudiantes, a través de una estrategia didáctica contemporánea. La estrategia se valida en un referente teórico conformado por un componente epistemológico constructivista, el cual define que a partir de esquemas previos dados a través de la percepción y la construcción de saberes prácticos, teóricos o conceptuales se establece una relación dinámica entre el sujeto y el objeto de conocimiento, un componente psicológico basado en la propuesta de Ausubel denominada "aprendizaje significativo" y un componente didáctico cuyo enfoque es: enseñanza para la comprensión en un marco didáctico contemporáneo (De Zubiría Samper, 2004, pp. 15-16), cuya característica principal es superar la vieja oposición maniquea entre imponer o liberar; es decir, ni la dirección del docente coarta la libertad del estudiante, ni la libertad del estudiante significa estudiar lo que se le antoje cuando lo desee.

Las didácticas contemporáneas son interestructurales, pues tanto el docente como los estudiantes son protagonistas diferenciados y complementarios, lo que se traduce en que ni el docente impone autoritariamente el conocimiento, porque lo estudiantes poseen mente, ni estos pueden imponer caprichosamente sus deseos o acciones en aspectos académicos.

Pretender que los estudiantes aprehendan y no que memoricen o sepan, se convierte en un reto en el que son imprescindibles procesos mentales de atención-motivación. Y retomando a Ausubel, "la motivación, aunque no es indispensable para el aprendizaje limitado y de corto plazo, es necesaria para el sostenimiento de un aprendizaje en una disciplina de estudio dada". Así mismo, es importante evaluar el proceso de enseñanza de forma permanente; es decir, al principio, durante y al concluir cualquier proceso.

Enseñanza para la comprensión (EPC)

Comprender va desde la aprehensión misma de disciplinas hasta la apropiación de valores que garantizan la convivencia, la comprensión de sí mismo y de los otros; en el proceso EPC, al jerarquizar el conocimiento se priorizan aquellos que por su profundidad generen múltiples campos de exploración, en los que sea posible abarcar cuatro dimensiones: contenidos, métodos, propósitos y formas de comunicación.

Teoría del aprendizaje

Diversas teorías permiten comprender, predecir y controlar el comportamiento humano y tratan de explicar cómo los sujetos acceden al conocimiento. Su objeto de estudio se centra en la adquisición de destrezas y habilidades, así como en el razonamiento y la adquisición de conceptos. Tomando a Khun (Rojas, 2001, pp. 136-145), el concepto del autor se enfrenta a una revolución científica, relacionada con el perfil del estudiante; es decir, el abandono de un paradigma y la adopción de otro nuevo, que entraña un marco conceptual a través del cual se ve el mundo y se le describe, y un determinado conjunto de técnicas experimentales y teóricas para hacer que el paradigma se compagine con la naturaleza. Cuando se desarrolla una crisis, el paso revolucionario de reemplazar todo el paradigma por otro resulta esencial para el progreso efectivo de la ciencia.

Sobre las tecnologías de la información y la comunicación, como parte del nuevo paradigma en la educación y sus componentes enseñanza-aprendizaje, Moran (2000) y Lowy (1999) afirman que las TIC organizadas en torno al computador permiten aplicaciones educativas multi-mediales interactivas y abren un nuevo paradigma para la educación en todos sus niveles. La internet se posiciona como medio que proporciona una gama de recursos y posibilita nuevas formas de comunicación y relaciones de aprendizaje (Barthes, 1993; Collins, 1998, y Dede, 2000). Considerado como nuevo instrumento de aprendizaje, el hipertexto electrónico ofrece didácticamente un espacio propicio para nuevos modelos de comprensión y participación activa del estudiante e interactividad con la información, en un proceso formativo-constructivo.

Metodología

Fase 1. Diagnóstico

La planificación del trabajo se realizó partiendo de lo que es la institución y de lo que aspira a alcanzar, en un proceso dialéctico que requiere tiempo para su concreción a corto, mediano y largo plazos. En esta fase se tomaron aspectos arrojados por investigaciones efectuadas, en primer lugar, por la Universidad Javeriana, en el año 2006, que buscaba construir un proyecto integral participativo con rasgos particulares, como la construcción del PEI, un modelo pedagógico, un perfil del estudiante y una articulación entre los saberes pedagógico, didáctico y disciplinar, así como el contexto actual del estudiante.

En segundo término, el trabajo realizado por la Universidad Externado de Colombia, desde el año 2009, sobre reorganización por ciclos y periodos

académicos que dan cuenta, entre otros aspectos, de las características de los actores educativos, el análisis comparativo entre el enfoque pedagógico 'enseñanza para la comprensión' y la propuesta de organización por ciclos educativos.

Fase 2. Diseño

Se concretó la planeación del nuevo programa de informática en la educación básica secundaria y media vocacional tomando como base las características que identifican el nuevo perfil del estudiante, la brecha digital existente con sus compañeros de estudio, su nivel socioeconómico y la posibilidad de acceder a estudios superiores. La programación parte de unos ejes temáticos, el diseño de la unidad didáctica y la estructura de las guías de trabajo en las que las actividades propuestas identificaron en el estudiante, entre otras cosas, su conocimiento y manejo de hardware, software libre, software especializado con licencia, diseño gráfico, consulta de información en internet y uso de recursos, según el nivel de educación básica secundaria y media vocacional. Para el desarrollo de la fase 2 se tuvieron en cuenta dos aspectos: los ejes temáticos y la unidad didáctica.

a. *Ejes temáticos*
Corresponden al conocimiento específico alrededor del que se construye el proceso educativo (Barrera, 2004). Para este caso, los ejes temáticos son:

- procesamiento y manipulación de información con ayuda del computador,
- resolución de problemas cotidianos con ayuda de la tecnología,
- desarrollo y comunicación de proyectos de manera efectiva y eficaz,
- trabajo interdisciplinario para lograr resultados superiores a los individuales.

b. *La unidad didáctica*
Para el desarrollo de los ejes temáticos se diseñó la unidad didáctica, que permite al docente partir de las siguientes preguntas: ¿qué incluyo en la lección?, ¿por dónde comienzo su desarrollo?, ¿qué experiencias debo realizar?, interrogantes esenciales en la planificación para la toma de decisiones, el diagnóstico de los estudiantes y la selección de contenidos y materiales curriculares.

La experiencia se llevó a cabo bajo el enfoque didáctico 'enseñanza para la comprensión' (EPC), cuyo marco conceptual implica, en la fase de preparación de la unidad temática, una selección de temas o tópicos generativos y metas de comprensión, desempeños que el docente con sus estudiantes seleccionan; de igual manera, la forma como se llevará a cabo la evaluación

diagnóstica continua. Una vez definidos estos aspectos, las clases se desarrollaron siguiendo la dinámica de exploración del tema, la investigación dirigida, la construcción de proyectos personales de síntesis y la evaluación[1].

Después de elaborada la unidad didáctica, se procedió al diseño de las actividades, para cuya elaboración se tuvieron en cuenta unos aspectos y una estructura.

Los aspectos:

- Un marco de referencia familiar para las y los estudiantes que respondiera a los intereses y expectativas de los destinatarios.
- El nivel de desarrollo de las y los estudiantes (rasgos psico-evolutivos) y el proyecto educativo institucional (PEI) "Mejoramiento del ambiente educativo y su incidencia en la calidad de vida".
- Los conceptos previos de las alumnas y los alumnos.
- Las estrategias que se emplean para la evaluación (actividades de aprendizaje), ya que permiten exigir el desarrollo de capacidades y no solo la apropiación de conocimientos, poniendo el énfasis en la forma de interpretar, argumentar y proponer en lo concerniente a formación científica y a formación ciudadana.
- Realización de encuestas programadas para determinar el impacto de la propuesta en los estudiantes como evolución diagnóstica continua (nuevo en el año 2010)[2].
- Comprensión de los estándares básicos de competencias en tecnología e informática[3].
- La implementación de trabajo asincrónico compatible con modelos de aprendizaje cognitivo o constructivista.

La estructura guía de actividades:

La guía se desarrolló en forma presencial y virtual, complementada con una actividad didáctica en clase, tarea factible y atractiva para las y los estudiantes, que manipularon la información desde el análisis, la síntesis y la comprensión, para compartirla y publicarla, (Adell, 2004). El formato de la guía es webquest[4], por cuanto se inserta en el modelo constructivista,

1 La programación de informática de educación básica secundaria y media vocacional de la experiencia pedagógica se muestra en el vínculo http://www.box.net/shared/kbjshmq9l5. Asimismo, una unidad didáctica de último grado de educación, cuyo tópico generativo es ¿Cómo diseñar páginas web en Dreamweaver Studio 8 para construir conocimiento?, en http://www.box.net/shared/iy2kunxm7v

2 En http://www.box.net/shared/ydgyoulnfi

3 En http://www.eleducador.com/col/contenido/contenido.aspx?catID=1&conID=2245

4 En http://webquest.org/

el cual propone una secuencia de los procesos cognitivos facilitadores del aprendizaje significativo y de la adquisición de habilidades instrumentales para que la o el estudiante utilice su autonomía[5].

Fase 3. Validación e implementación de la experiencia pedagógica

El proceso de construcción de la experiencia generó varias versiones por cambios en la estructura de las guías didácticas para los cursos de educación básica secundaria y media vocacional de la institución y en el referente teórico. El objetivo de la actividad abordó la misión de dar solución a un problema apoyado por las TIC y de facilitar la interacción del estudiante con un micromundo semejante a una situación real, que le permitieron aprender procedimientos, entender fenómenos y tomar acciones frente a las circunstancias (Galvis, 1992).

Se introdujo la web como un recurso de apoyo, de extensión o de sustitución a los esquemas tradicionales de enseñanza presencial o a distancia. Su aplicación da origen a una nueva forma de comunicación para el estudiante MAC, permitiéndole dar solución a necesidades particulares y usar las posibilidades tecnológicas y de contenidos de este recurso (Vassileva, 1997; Aggarwal y Bento, 2000). Sobre las formas de participación de la web en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en esta experiencia se orientó una enseñanza en dos medios: instrucción presencial y a través de la web, sistema conocido como aprendizaje mixto (blended learning).

Las y los estudiantes de educación básica y media vocacional se registraron[6] inicialmente en la página del colegio (http://colegio.redp.edu.co/miguelantoniocar/), y el docente activó el registro desde la administración del sitio. Luego, cada estudiante ingresó a la página con nombre de usuario y clave, que le daban acceso al botón de nombre académico (sin registro ni activación de este no puede visualizar el botón académico), encontrando la sección de informática desde la cual tuvo acceso a la programación, las unidades didácticas, las guías de actividad y la rúbrica desde la que se evaluó el trabajo desarrollado por el estudiante para demostrar su comprensión de temas del periodo académico en curso. Para mayor facilidad de cada estudiante, se "bajaron" las guías al PC de trabajo, directamente o con una memoria USB, accediendo a internet. En algunas ocasiones no fue posible ingresar a la red, lo que obligó a las y los estudiantes a adquirirlas en un sitio acordado con el docente.

El trabajo se dio asincrónicamente, ajustado al tiempo y al nivel académico de cada estudiante, pero con límite de entrega. En clase, el alumno, con

5 Un ejemplo se encuentra en el enlace http://www.box.net/shared/uusmpq29rb

6 Ver http://www.box.net/shared/pjd83thu5u

la orientación del docente, realizó diferentes actividades que le permitieron poner en juego su capacidad intelectiva, sorteando diversas situaciones con base en lo aprendido. Lograron avanzar hacia niveles de comprensión más profundos a través de un proyecto final en el que se demostró el logro de la meta de comprensión (De Zubiría Samper, 2004). Para validar la experiencia pedagógica, se utilizaron instrumentos que confrontan el desempeño de las y los estudiantes y su evaluación personal de la misma.

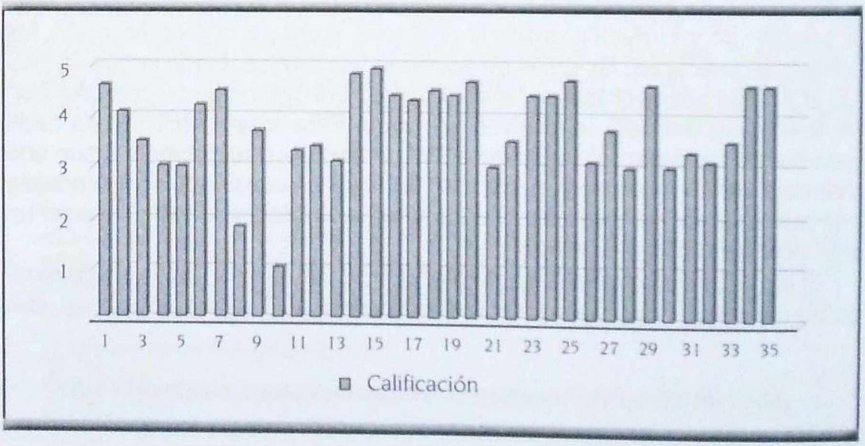
En el gráfico 1 se muestran los resultados de la actividad académica con estudiantes de un curso de educación media y vocacional (35 estudiantes, de los 59, a quienes se aplicó la encuesta).

El instrumento más reciente es una encuesta aplicada a 59 estudiantes de educación media y vocacional, que evaluó las actividades realizadas en el primer periodo académico escolar, con preguntas que giraron alrededor del nuevo paradigma. La imagen del gráfico 2 da cuenta de la evaluación de los estudiantes sobre la metodología utilizada en clase de informática. El análisis de la pregunta 11 de la encuesta indica que la didáctica aplicada tuvo una aceptación del 76,3%. Las y los estudiantes consideran importantes para su consolidación aspectos como una mayor explicación de los temas y más dinamismo en el trabajo de aula.

Evaluación y conclusiones

En resumen, sobre al nuevo perfil del estudiante y las TIC como herramienta didáctica, se mencionan algunos aspectos como evaluación y conclusiones:

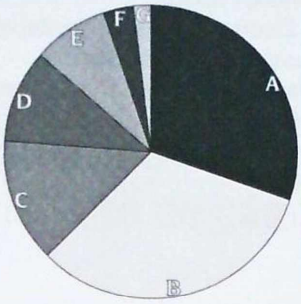
Resultados de la experiencia en uno de los grupos. Calificaciones del primer bimestre *Gráfico 1*



Respuestas a la pregunta 11: ¿Cómo le gustaría que fuera la clase de informática? Explique su respuesta

Gráfico 2

A. Está bien así	18
B. Más explicaciones	19
C. Más dinámica	8
D. Menos talleres y más fáciles	6
E. Menos exigencia	5
F. Más computadores con internet	2
G. Aprender a crear más programas	1
Total	59



- La incorporación del computador como herramienta didáctica proporciona a la o el docente una estrategia poderosa para dar soporte a la participación activa de las y los estudiantes, quienes profundizan más en la asignatura, permitiéndoles alcanzar altos niveles de comprensión conceptual.
- Las tutorías en línea refuerzan la autoestima de los estudiantes cuando reciben retroalimentación adecuada, motivándolos a contribuir más con su participación, ideas y argumentación.
- Los incentivos a la participación en las actividades virtuales tiene más efecto si, además, vienen acompañados de desincentivos que penalizan al estudiante cuando no hay participación.

Bibliografía y referencias bibliográficas

Adell, J. (2004). Internet en el aula: las WebQuest. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 17. Edutec.

Aggarwal, A.K. y Bento, R. (2000). Web-based education. En A. Aggarwal (ed.). *Web based learning and teaching technologies: Opportunities and Challenges*. Hercshey/London: Idea Group, pp. 198-215.

Barthes, R. (1993). *El grado cero de la escritura y nuevos ensayos críticos*. México: Siglo XXI.

De Zubiría Samper, M. (2004). *Enfoques pedagógicos y didácticas contemporáneas*. Bogotá: Fundación Internacional de Pedagogía Conceptual Alberto Merani.

Dede, C. (2000). *Aprendiendo con tecnología*. Buenos Aires: Paidós.

Galvis, A.H. (1992). *Ingeniería del software educativo*. Bogotá: Ediciones Uniandes.

Lowy, E. (1999). Utilización de internet para la enseñanza de las ciencias. *Didáctica de las Ciencias*, 19, Alambique, pp. 65-72.

Morán, J.M. (2000). *Novas tecnologías e mediação pedagógica*. São Paulo: Editora Papirus.

Rojas Osorio, C. (2001). *Invitación a la filosofía de la ciencia* (cap. octavo). Humacao, Puerto Rico.

Barrera R. M. (2001). Plan de estudios: Una estructura para la enseñanza del diseño y la informática orientada hacia la comprensión, En http:// www.eduteka.org/pdfdir/infocurric_1.pdf>, consultado el 10 de junio de 2004.

Desarrollo de habilidades en un ambiente hipermedia. Sujetos con estilo cognitivo 'dependiente de campo'

JOHN ALEXANDER CARABALLO ACOSTA

John Alexander Caraballo Acosta

Docente del Colegio Ofelia Uribe de Acosta, IED, de la localidad 5 de Bogotá (Usme)
Correo electrónico: John.carabal@gmail.com

Resumen

El propósito del estudio radicó en observar la importancia del estilo cognitivo, en la dimensión denominada "dependencia de campo", a la hora de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje basados en computador. Para ello se efectuaron medidas de intervención o vías de influencia en el procesamiento de información. La experiencia se vivió con 58 estudiantes de grado décimo del Colegio Ofelia Uribe de Acosta, IED, con estilo cognitivo en la dimensión dependencia de campo, y en edades comprendidas entre los 13 y los 17 años.

Abstract

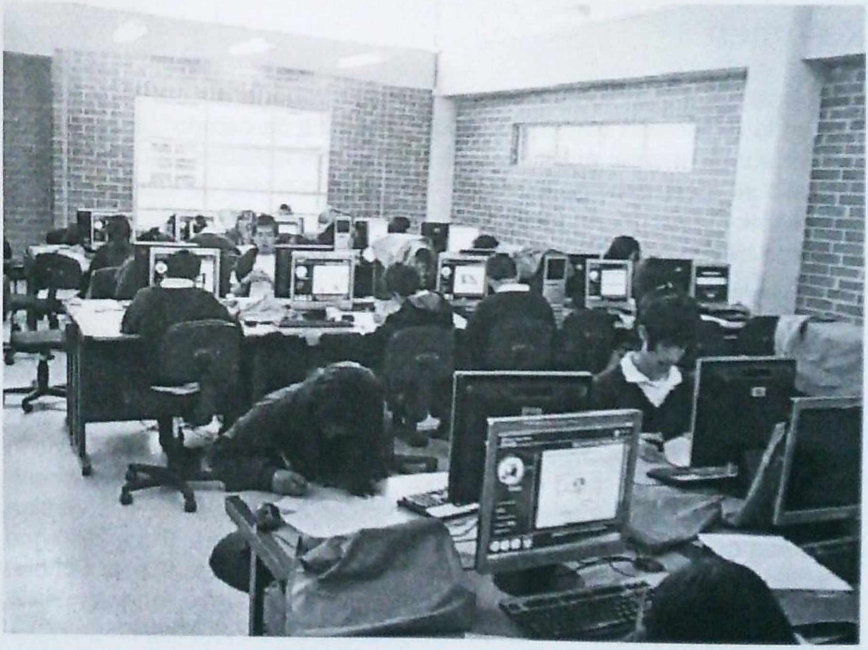
The purpose of the study is to observe the importance of cognitive style in the dimension called "field dependence," when designing and implementing learning environments based on computer. his took place intervention measures or ways of influence on information processing. The experience included 58 students of tenth grade of the Ofelia Uribe de Acosta School, with cognitive style in the dimension of field dependence, and aged between 13 and 17 years.

Marco teórico

Múltiples investigaciones sitúan el estilo cognitivo 'dependiente de campo' como un posible factor de riesgo para el fracaso escolar, tanto en el plano intelectual como en el rendimiento académico (Tinajero y Páramo, 1998). Las investigaciones describen bajos niveles en el espacio atencional, la codificación, el almacenamiento, la recuperación de la información, la comprensión y el análisis.

Como medida de intervención, se plantea que es posible dotar a los sujetos dependientes de campo de estrategias cognitivas de las que carecen (Collings, 1985; Globerson, Weinstein y Sharabany, 1985, y Strawitz, 1984). En concreto, parece factible enseñar a los dependientes de campo a adoptar una aproximación analítica (Strawitz, 1984 a y b), brindándoles configuraciones perceptivas y simbólicas graduales, en las que la información irrelevante no se enmascare en lo relevante en la etapa de entrenamiento.

Canelos, Taylor y Gates (1980); Roda (1982) y Threadgill-Swoder, Moyer y Moyer (1985), entre otros, ven la necesidad de tender un puente entre las condiciones educativas y la forma de procesar la información de los dependientes de campo. Confirman el efecto diferencial de distintas formas de instrucción y evaluación en el rendimiento, según el estilo cognitivo (Boutin



y Chinien, 1992; Hayes y Allison, 1993; Liu y Reed, 1994; Meng y Patti, 1991); se busca entonces compensar la desventaja en el nivel académico por medio del diseño de métodos instruccionales y de entrenamiento cognitivo, adaptado al estilo cognitivo en la dimensión dependencia de campo (Tinajero y Páramo, 1998).

De acuerdo con las directrices de López (2008), se recomiendan algunas pautas para diseñar ambientes de aprendizaje basados en computador, que favorezcan el logro académico de los sujetos dependientes de campo, entre las cuales se resaltan:

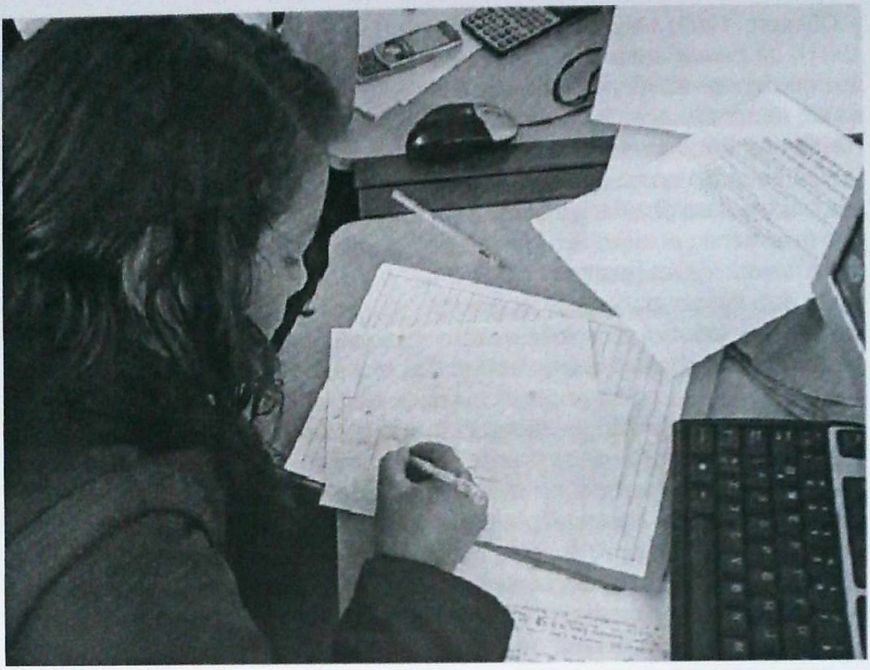
- Analizar los recursos más usados cuando interactúan en ambientes de aprendizaje basados en computador, que atienden las diferencias individuales, para implantar diseños computacionales más eficaces que permitan la adquisición, la integración y la generación de conocimiento.
- Articular el diseño de ambientes hipermediales con la teoría de agentes inteligentes, que apoyen el monitoreo de las y los estudiantes en su proceso de aprendizaje, para que de esta forma puedan desarrollar habilidades metacognitivas, las cuales posibilitan la obtención de mejores logros académicos y la autonomía en el aprendizaje.
- Por último, implementar módulos de autorregulación para que la o el estudiante dependiente de campo pueda fortalecer sus dificultades de regulación en el aprendizaje.

Desarrollo de la experiencia

Una vez identificada la problemática que enfrentan las y los estudiantes con estilo cognitivo dependiente de campo en las actividades académicas, se desarrolló un ambiente de aprendizaje basado en una hipermedia que propiciara métodos instruccionales y de entrenamiento cognitivo en la solución de problemas relacionados con circuitos eléctricos, para el área de tecnología.

La solución de problemas es una tarea intelectualmente compleja que supone el empleo tanto de conocimiento declarativo como procedimental, por lo que es un escenario propicio para el desarrollo de una estrategia de entrenamiento centrado en un conocimiento, en este caso los circuitos eléctricos, y de los procedimientos necesarios para la solución de los mismos.

Las herramientas tecnológicas que existen para desarrollar esas habilidades de forma virtual son escasas en la enseñanza de la tecnología en la escuela, y si, además, se consideran las deficiencias que presentan estos estudiantes a la hora de interpretar, analizar y solucionar problemas de un contexto –que es la finalidad de la educación en tecnología y cuya pertinencia va más allá del ámbito escolar–, no es fácil hacer realidad un proceso de aprendizaje, basado en la forma natural en que el ser humano adquiere



conocimiento y lo usa en la satisfacción de necesidades y la solución de problemas, desarrollando competencias mediante actividades ligadas a la realidad y su transferencia a otros campos de desempeño. Desde este punto de vista, se busca desarrollar ambientes de aprendizaje computacionales en los que los niños, las niñas y los jóvenes del Distrito Capital apliquen nuevas metodologías y adquieran habilidades para comprender y resolver problemas en un contexto específico, y para dar respuesta eficiente a entornos cambiantes que requieren de habilidades nuevas.

Pedagógicamente, el ambiente propuesto se sustenta, primero, en la caracterización de los sujetos con estilo cognitivo dependiente de campo desde el punto de vista del *aprendizaje*: su preferencia por la percepción global, la forma como interpretan la información proveniente del entorno mediato, que debe ser organizado, estructurado, con pocos distractores, claro y altamente representado; segundo, el estilo de *enseñanza*, en el que se prefieren situaciones que permitan la interacción y en el que las y los estudiantes necesitan de preguntas orientadoras para regular su proceso de aprendizaje durante la instrucción, además de hacerlo en un ambiente de aprendizaje que debe ser cálido y altamente llamativo, y, tercero, la *motivación*, porque el sujeto dependiente de campo requiere elogios verbales, recompensas o frases alentadoras.

El diseño instruccional se elaboró teniendo en cuenta las necesidades cognitivas de los sujetos dependientes de campo y de los objetivos trazados para el ambiente de aprendizaje. La planeación de actividades y pruebas de evaluación responden a teorías de la cognición y la metacognición que regulan el aprendizaje en términos de procesos de pensamiento, capacidades y habilidades que se van desarrollando durante las sesiones de entrenamiento. Para representar el dominio de conocimiento, se desarrolló una ontología en solución de problemas en circuitos eléctricos, punto de partida para la elaboración del sistema de marcos usado para la construcción del hipermedia, centro del ambiente de aprendizaje, que respeta la percepción global y el estilo de enseñanza y de aprendizaje que requieren los estudiantes dependientes de campo.

En cuanto a los aspectos metodológicos, la investigación fue de corte cuasiexperimental, que da respuesta a la relación de la variable dependiente *–solución de problemas en circuitos eléctricos–* y la variable independiente, en dos valores –ambiente de aprendizaje *sin preguntas metacognitivas* y ambiente de aprendizaje *con preguntas metacognitivas*–. La población objetivo estuvo conformada por 58 estudiantes de grado décimo del Colegio Ofelia Uribe de Acosta, IED de Bogotá, con estilo cognitivo en la dimensión dependencia de campo y edades que oscilan entre los 13 y los 17 años.

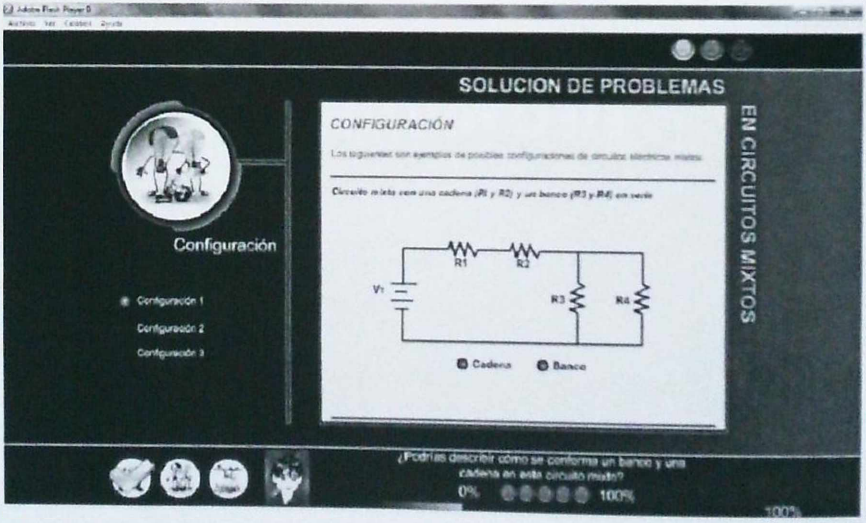
Etapas del proceso de aprendizaje

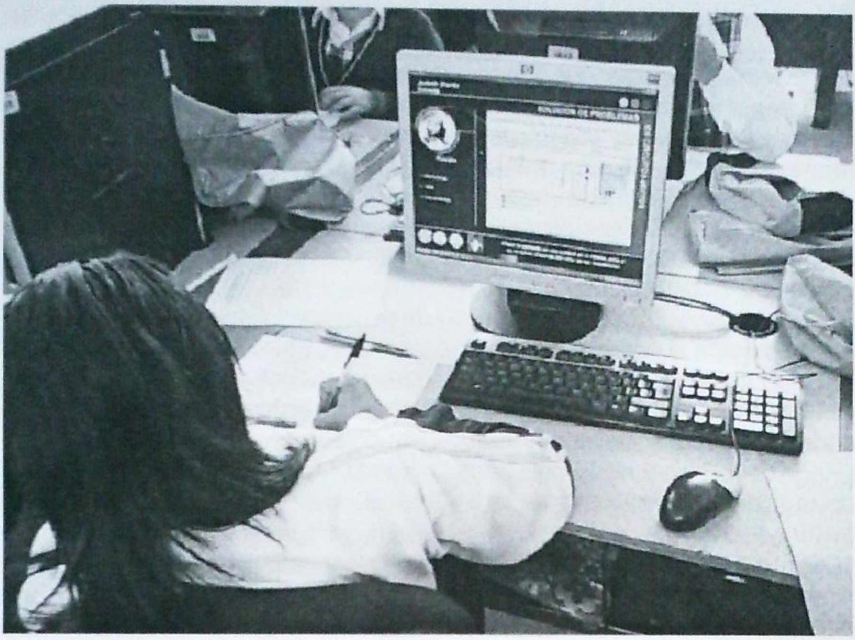
El estudio establece la incidencia de las preguntas metacognitivas en el desempeño de las y los estudiantes, dependientes de campo, en la solución de

problemas en circuitos eléctricos. El proceso de aprendizaje se divide en las siguientes etapas:

- La primera consiste en la familiarización con el ambiente de aprendizaje y contextualización del tema por medio de un video introductorio.
- En la segunda, ingresan al sistema de representación, interactúan a medida que se hace la lectura de los textos y las representaciones de analogías presentes en el mismo y desarrollan una guía de aprendizaje dividida en dos momentos. En el primer momento, el estudiante se concentra en responder conceptos a partir de los conocimientos previos, la lectura del sistema y responde preguntas metacognitivas; la segunda parte se trata de resolver problemas, guiados por medio de una estrategia metacognitiva, y luego se propone la solución de problemas usando la misma estrategia o una similar o propia, adquirida a partir de sus experiencias.

El estudio pretende encontrar diferencias en la comprensión de conceptos y la solución de problemas sobre circuitos eléctricos entre estudiantes con estilo cognitivo dependiente de campo, a partir de la lectura de un ambiente de aprendizaje computacional basado en un sistema de marcos para el grupo control y un sistema con las mismas características para el grupo experimental, solo que con preguntas metacognitivas. Con el proceso de navegación se pretende incidir en el control del conocimiento y la solución de problemas. Ambos grupos se enfrentan a una prueba posterior en solución de problemas, en tres niveles de complejidad (serie, paralelo y mixto).





El proceso metodológico se desarrolló, inicialmente, con la clasificación de las y los estudiantes de grado décimo por medio del test de figuras enmascaradas, para establecer el estilo cognitivo de ellos y seleccionar los estudiantes con estilo cognitivo dependiente de campo. Con posterioridad, se conformaron los grupos de forma aleatoria hasta conseguir dos grupos de 28 estudiantes.

Luego, se realizó una inducción a cada grupo sobre los sistemas computacionales y la contextualización a la temática, por medio de un video. La experimentación se realizó en seis sesiones de dos horas cada una. Las dos primeras sesiones de trabajo se centraron en circuitos eléctricos básicos; la tercera, en circuitos eléctricos en serie; la sesión cuatro, en circuitos eléctricos en paralelo; la quinta en circuitos eléctricos mixtos, y en la sesión seis, ocho días después, se aplicó una prueba retención en solución de problemas.

Para el análisis de los datos cuantitativos, se usaron métodos de estadística inferencial que permitieran generalizar los resultados y, de esta forma, probar las hipótesis. Estos análisis se hicieron por medio del software Statistica 5.5.

Las conclusiones que arroja este estudio se presentan desde tres ejes que responden a la incidencia de las preguntas metacognitivas en relación con habilidades cognitivas, solución de problemas y prueba de retención.

Relación entre preguntas metacognitivas y habilidades cognitivas

Las y los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje con preguntas metacognitivas evidenciaron acciones tales como identificar ideas principales, organizar la información y representar la misma de forma autónoma. En este sentido, se consiguió que las y los estudiantes desarrollaran habilidades del nivel interpretativo, con sus subhabilidades de categorización, decodificación y clasificación, de forma más elaborada que los estudiantes que interactuaron con el ambiente de aprendizaje sin preguntas metacognitivas.

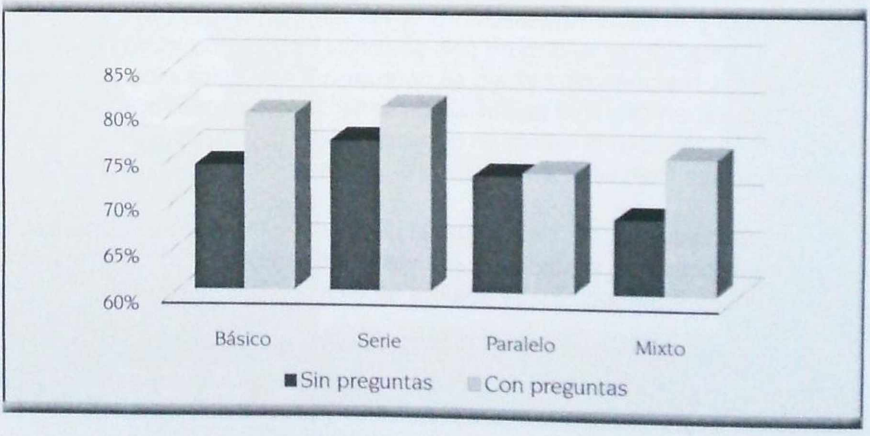
Lo anterior se evidencia por medio de la comparación del aprendizaje obtenido durante el proceso de conceptualización. Estos resultados evidenciaron un efecto positivo de las preguntas metacognitivas en la interpretación de contenidos, hecho que confirma que este tipo de ambientes desarrolla habilidades cognitivas en los estudiantes objeto de esta investigación (gráfico 1).

El proceso de interacción de la pregunta metacognitiva y la respuesta de la misma –es decir, en la habilidad de codificación y decodificación– mejora el procesamiento de la información, ya que este proceso logra que el sujeto haga una mejor representación conceptual caracterizada por la incorporación de nuevos elementos y nuevas relaciones en la estructura cognitiva existente.

Relación entre preguntas metacognitivas y solución de problemas

Con respecto a la aplicación de procedimientos necesarios para la solución de problemas, se hallaron diferencias significativas a favor de las y los

Aprendizaje en el nivel cognitivo *Gráfico 1*



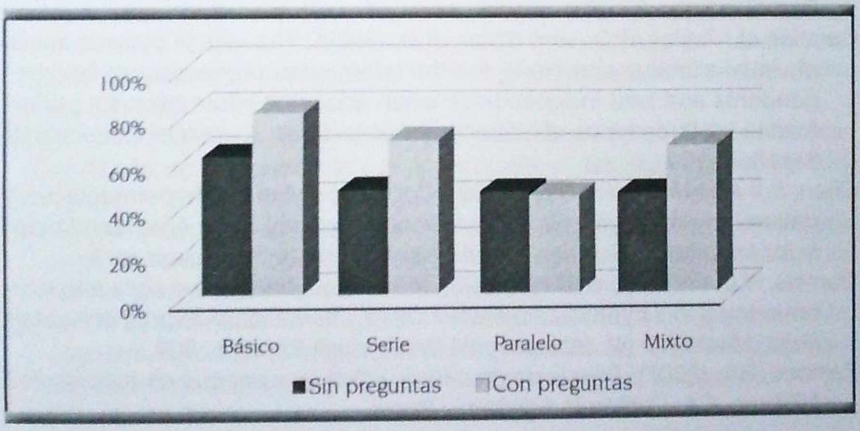
estudiantes que usaron el ambiente de aprendizaje con preguntas metacognitivas, en las sesiones de trabajo correspondientes a circuitos eléctricos básico, serie y mixto.

En este sentido, es contundente la incidencia de las preguntas metacognitivas en el desempeño de los estudiantes para el control de habilidades en la solución de problemas. Se observó que los estudiantes activaron de forma más eficiente los procesos de planeación en relación con sus objetivos, procedimientos y evaluación (gráfico 2). La interacción entre el ambiente de aprendizaje y las respuestas a las preguntas metacognitivas mostró que los estudiantes activaron juicios de metamemoria, lo que los indujo a tener mejores resultados en la aplicación y toma de decisiones sobre las estrategias sugeridas para la solución de problemas.

En la sesión de circuitos eléctricos en paralelo, los dos grupos tuvieron un desempeño bajo, debido a que los ejercicios en esta sesión implicaron un cambio en las operaciones matemáticas que se venían desarrollando en las dos sesiones anteriores. En esta circunstancia, los estudiantes mostraron un conflicto entre lo que venían desarrollando como procedimiento y la aplicación de otros algoritmos que incluían números fraccionarios.

Las razones por las que no se obtuvo un efecto significativo en la lección de circuitos paralelos responden a que es una sesión de trabajo compleja. Los resultados guardan relación con la naturaleza de la metacognición, que surge cuando el proceso de cognición ha llegado a cierto nivel de consolidación, y que en esta sesión de trabajo no se alcanzó, lo cual significa que se requiere de mayores niveles de comprensión conceptual para que el efecto de la metacognición se haga notorio. Ello sugiere el uso de periodos más largos de interacción en esta sesión, para que tenga mayores efectos.

Aprendizaje en el nivel procedimental *Gráfico 2*



Bibliografía y referencias bibliográficas

Allan, D.R.; Roberts, D.E. and Mcintire, W.G. (1982). The influence of intensive training in decoding skills on field dependence-independence in first grade children. *Research in Rural Education*, 1 (1).

Amador, J.A. y Forns, M. (1994). Dependencia-independencia de campo y eficacia en tareas cognitivas. *Anuario de Psicología*, 60, Universidad de Barcelona, pp. 35-48.

Canelos, J., Taylor, W.D., and Gates, R.B. (1980). The effects of three levels of visual stimulus complexity on the information processing of field-dependents and field-independents when acquiring information for performance on three types of instructional objectives. *Journal of Instructional Psychology*, 7.

Chen, S.Y. and Macredie, R.D. (2002). Cognitive styles and hypermedia navigation: Development of a learning model. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 53 (1), Hoboken, p. 3.

Daniels, *H.L.* and *Moore*, D.M. (2000). Interaction of cognitive style and learner control in a hypermedia environment. *International Journal of Instructional Media*, 27 (4), International Universities Press, p. 369.

Facione, P.A. (2007). *Pensamiento crítico: ¿Qué es y por qué es importante?* Millbrae, CA: California Academic Press.

Frederiksen, N. (1984). Implication of cognitive theory for instruction in problem solving. *Review of Educational Research*, 54 (3), pp. 363-407.

Hayes, J. R. (1981). *The complete problem solving*. Philadelphia: The Franklin Institute Press.

Hederich Martínez, C. (2004). Estilo cognitivo en la dimensión de independencia-dependencia de campo. Influencias culturales e implicaciones para la educación. Tesis doctoral, Bellaterra, España: Universidad Autónoma de Barcelona.

Karampiperis, P.; Lin, T.; Sampson, D. and Kinshuk. (2006). Adaptive cognitive-based selection of learning objects. *Innovations in Education and Teaching International*, 43 (2), pp. 121-136.

Khelif, K., Dieng-Kuntz, R. and Barbry, P. (2007). An ontology-based approach to support text mining and information retrieval in the biological domain. *Journal of Universal Computer Science*, 13 (12), pp. 1881-1907.

Maldonado, G.L.F.; Sanabria, R.L.B. y Macías, M.D. (2001). *Ontología y aprendizaje de la geografía: software para representar y software para comprender*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional y Colciencias.

Mayer, R.E. (1985). *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona: Paidós.

Montenegro, I. (2001). *Influencia de preguntas cognitivas y metacognitivas en el proceso de aprendizaje en ciencias con el apoyo de un sistema inteligente*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Pieters, J.M. (2004). Designing artefacts for inquiry and collaboration when the learner takes the lead. *European Educational Research Journal*, 3 (1), University of Twente.

Quillian, M. (1996). *Semantic memory*. Pittsburgh, PA.: Carnegie Mellon University.

Sanabria, L. y Macías, D. (2001). *Formación de competencias docentes* (1ª. ed.), Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, p. 183.

Sathi, A.; Fox, M.S. and Greenberg, M. (1985). Representation of activity knowledge for project management. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, PAMI, 7 (5), Carnegie-Mellon University, pp. 531-552.

Schon, D.A. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid: Paidós.

Scriven, M. (1980). Prescriptive and descriptive approaches to problem solving. En Tuma, D.T. y Reif, F. (eds.). *Problem solving and education: issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: LEA.

Stoyanov, S. and Kirschner, P. (2007). Effect of problem solving support and cognitive styles on idea generation: implications for technology-enhanced learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 40 (1), Fall, pp. 49-64.

Threadgill-Sowder, J., Sowder, L., Moyer, J.C. and Moyer, M.B. (1985). Cognitive variables and performance on mathematical story problems. *Journal of Experimental Education*, 54.

Tinarejo, C. y Páramo, M.F. (1998). DIC y procesamiento de la información: el origen de una desventaja. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 51 (3-4), Universidad de Santiago de Compostela, pp. 415-429.

El contenido de los cinco libros que componen la colección *Saberes Compartidos* representa el fruto del trabajo de directivos y docentes de instituciones de educación preescolar, básica y media del sector oficial de Bogotá, D.C., cuyas experiencias pedagógicas fueron seleccionadas por la Secretaría de Educación como las más relevantes, por su excelente calidad, la acogida en el medio educativo y su impacto académico y social. En otras palabras, se trata de la consolidación del proyecto de formación *Maestros que aprenden de maestros*, como un suceso vital que demuestra el compromiso de quienes tienen la responsabilidad de educar las niñas, los niños y los jóvenes de la capital del país.

ISBN 978-958-20-1034-8