

2015-01-01

## Diseño de una estrategia metodológica basada en MICEA para la enseñanza de la geometría fractal mediante aulas virtuales

Jaime Andrés Jaramillo Ferro

Secretaria de Educación Distrital de Bogotá, j\_and82@hotmail.com

John Alexander Ruiz Higuera

Secretaria de Educación Distrital de Bogotá, joalruhi@hotmail.com

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ap>

---

### Citación recomendada

Jaramillo Ferro, J. A., y J.A. Ruiz Higuera. (2015). Diseño de una estrategia metodológica basada en MICEA para la enseñanza de la geometría fractal mediante aulas virtuales. *Actualidades Pedagógicas*, (66), 103-125. doi:<https://doi.org/10.19052/ap.3385>

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas científicas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Actualidades Pedagógicas by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact [ciencia@lasalle.edu.co](mailto:ciencia@lasalle.edu.co).

# Diseño de una estrategia metodológica basada en MICEA para la enseñanza de la geometría fractal mediante aulas virtuales

*Jaime Andrés Jaramillo Ferro*

IED Marruecos y Molinos, Bogotá, Colombia

*J\_andrs2@hotmail.com*

*John Alexander Ruiz Higuera*

IED Marruecos y Molinos, Bogotá, Colombia

*joalruhi@hotmail.com*



*Resumen:* El artículo presenta los resultados de la investigación adelantada sobre los aspectos relevantes que se deben tener en cuenta para implementar una estrategia basada en la metodología interdisciplinaria centrada en equipos de aprendizaje (MICEA) y apoyada en aulas virtuales, que permita a los docentes abordar contenidos de la geometría fractal, a la vez que dinamice y potencie el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la Institución Educativa Distrital Marruecos y Molinos, situada en la localidad Rafael Uribe Uribe, de Bogotá, la investigación se realizó con un enfoque descriptivo interpretativo, con apoyo en herramientas estadísticas, como medidas de tendencia central, gráficos y tablas de frecuencia.

*Palabras clave:* estrategia metodológica, MICEA, geometría fractal, aprendizaje significativo, aula virtual.



Recibido: 21 de marzo del 2015

Aceptado: 27 mayo del 2015

---

Cómo citar este artículo: Jaramillo Ferro, J. A. y Ruiz Higuera, J. A. (2015). Diseño de una estrategia metodológica basada en MICEA para la enseñanza de la geometría fractal mediante aulas virtuales. *Actualidades Pedagógicas* (66), 103-125. doi: <http://dx.doi.org/10.19052/ap.3385>



*Design of a MICEA-Based  
Methodological Strategy for  
Teaching Fractal Geometry  
through Fractal Geometry  
by Virtual Classrooms*

*Abstract:* The paper presents the results of an investigation about the relevant aspects that must be considered to implement a strategy based on an interdisciplinary methodology focused on learning teams (MICEA) and supported with virtual classrooms, allowing teachers to approach fractal geometry content, while at the same time streamlining and strengthening the teaching-learning process. At the district school Marruecos y Molinos in the Rafael Uribe Uribe locality in Bogota, the investigation was conducted from an interpretive-descriptive approach, supported with statistical tools, such as the measures of central tendency, graphics and frequency tables.

*Keywords:* methodological strategy, MICEA, fractal geometry, significant learning, virtual classroom.



*Desenho de uma estratégia  
metodológica baseada em MICEA  
para o ensino da geometria fractal  
por meio de salas de aula virtuais*

*Resumo:* O artigo apresenta os resultados da pesquisa realizada sobre os aspectos relevantes que devem ser levados em conta para programar uma estratégia baseada na metodologia interdisciplinar centrada em equipes de aprendizagem (MICEA) e apoiada em salas de aula virtuais, que permita que os docentes abordem conteúdos da geometria fractal, ao mesmo tempo vez que dinamize e potencie o processo de ensino-aprendizagem. Na Instituição Educativa Distrital Marruecos e Molinos, situada na localidade Rafael Uribe Uribe, de Bogotá, a pesquisa foi realizada com um enfoque descritivo interpretativo, apoiado em ferramentas estatísticas, como as medidas de tendência central, gráficos e tabelas de frequência.

*Palavras chave:* estratégia metodológica, MICEA, geometria fractal, aprendizagem significativa, sala de aula virtual.



## Introducción

**E**s notable que las actuales estrategias metodológicas y didácticas con las que se aborda el proceso de enseñanza de las matemáticas en la Institución Educativa Distrital Marruecos y Molinos son insuficientes para generar un ambiente de aprendizaje significativo; más aún, uno que motive y permita a los estudiantes apropiarse del conocimiento para aplicarlo en situaciones cotidianas.

De igual forma, las prácticas pedagógicas desarrolladas por los docentes del área no tienen un enfoque adecuado que beneficie una asimilación efectiva del contenido curricular, puesto que sigue imperando el aprendizaje mecánico, además no hay una relación palpable entre los nuevos contenidos que se enseñan y el conocimiento que el estudiante posee. Asimismo, el estudiante no ve significativa la apropiación de la información brindada, ya que no encuentra fácilmente su aplicación en el contexto cotidiano.

Según el resultado de la investigación, se puede afirmar que los inconvenientes que se presentan al abordar los contenidos propios del área son dos, básicamente: existen carencias y dificultades de carácter metodológico y didáctico, como el poco uso de material pedagógico que ayude a potenciar el aprendizaje, o la falta de formación tecnológica en los docentes que no permite implementar asertivamente las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el aula, lo cual disminuye la motivación del estudiante en lugar de fomentarla.

Además, no hay una intención pedagógica clara que dirija un proceso contundente para que el estudiante asimile de manera significativa los contenidos abordados y logre aplicarlos en su contexto. Esto se evidencia analizando las diferentes estrategias que proponen los docentes en su proceso de enseñanza, cuya intencionalidad pedagógica no contempla, de manera



importante, la contextualización de los contenidos y tampoco la unificación de criterios en términos metodológicos.

Lo anterior tiene una incidencia puntual en el proceso de aprendizaje del estudiante, puesto que se genera poca dinámica, mínima participación, desmotivación y resultados insuficientes en la apropiación de conocimientos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la institución no existe una propuesta metodológica unificada en el área de matemáticas que permita potenciar las habilidades del estudiante, ya que de acuerdo con los resultados de la investigación cada docente afronta el proceso de enseñanza con diversas estrategias que surgen de la experiencia individual, en ocasiones incluso sin atender las necesidades de aprendizaje del estudiante o las condiciones del entorno.

Además, los docentes hacen un uso limitado de las herramientas tecnológicas en el desarrollo de sus prácticas pedagógicas, en gran medida porque no poseen las habilidades de manejo, no hay una buena disposición para su implementación y no se ofrecen las capacitaciones suficientes para dar un buen uso al material tecnológico que tiene la institución, lo que deja de lado la posibilidad de innovar las estrategias de enseñanza.

Por otra parte, cuando se afronta el proceso de enseñanza en el aula, se desconocen las necesidades, los gustos, el entorno y el mundo tecnológico en el cual se encuentran inmersos los estudiantes, a la vez que se ignora que la tecnología es el medio por el cual ellos acceden al conocimiento.

En consecuencia, los nuevos sistemas de comunicación como el chat, el correo electrónico, los foros, los blogs, las páginas especializadas, buscadores como Google y las comunidades virtuales son herramientas que deben ser tomadas en cuenta y aprovechadas a través de una estrategia metodológica organizada y unificada, que permita enriquecer el escenario escolar y potenciar el aprendizaje de los estudiantes.

## **Fundamentación teórica**

Para brindar un proceso de aprendizaje bien fundamentado, es esencial acudir a los modelos pedagógicos, que en teoría describen los aspectos generales y específicos que han de tenerse en cuenta en la construcción de la estructura cognitiva del estudiante. Este referente teórico permite orientar las acciones educativas necesarias para abordar los contenidos conceptuales y alcanzar los objetivos de aprendizaje deseados.

El constructivismo, como teoría de enseñanza y aprendizaje, propone que el estudiante pase de ser un elemento pasivo a ser un agente activo cuya imaginación, creatividad, responsabilidad e interacción se vean reflejadas en los diferentes aspectos de la vida cotidiana. Aquí, el individuo construye su propio conocimiento a través de experiencias, de sus conceptos previos y de innovaciones que, relacionadas con el entorno social, dan paso a nuevas elucubraciones que se van enriqueciendo con la ayuda del profesor o por motivación propia.

Coll *et al.* (2002) plantean que en el constructivismo, el nuevo conocimiento es fruto de una construcción individual en la que no solo interviene el sujeto que aprende, sino otros agentes significativos como la cultura y los pares, que se configuran en piezas importantes e indispensables para elaborar su propio saber. El sujeto, por ser un ser social, reconstruye, en interacción con los demás, su estructura cognitiva a partir de la nueva información, y en este proceso enseña y aprende simultáneamente.

Aplicar los principios del constructivismo como referente teórico en la enseñanza significa situar al estudiante en el centro del proceso educativo, para brindarle las herramientas necesarias que le permitan formarse en el aspecto cognitivo, social y afectivo. Este aprendizaje se fundamenta en la relación que el individuo establece con los demás y con su entorno social, y allí ha de tenerse en cuenta su propia percepción, sus preconcepciones y motivaciones.

### *Aprendizaje significativo*

Esta teoría propone que el aprendizaje del estudiante depende de la estructura cognitiva previa, que guarda relación con la nueva información. De acuerdo con Acuña (2006), un aprendizaje es significativo cuando los contenidos son relacionados de modo no arbitrario y sustancial con lo que el estudiante ya sabe. Su principal característica se basa en la interacción que se produce entre los conocimientos más relevantes de la estructura cognitiva del individuo y las nuevas informaciones.

Según Rodríguez (2004), para que se produzca aprendizaje significativo han de darse dos condiciones fundamentales: la predisposición del individuo para aprender de manera significativa y la presentación de un material potencialmente significativo. En otras palabras, que este material sea relacionable con la estructura cognitiva del que aprende de manera no

arbitraria y sustantiva, y que existan ideas de anclaje o subsunsores adecuados en el sujeto que permitan la interacción con el material nuevo que se presenta.

Moreira (2012) describe *subsunsores* como aquellos conocimientos específicos de la estructura cognitiva del individuo que permiten darle significado a la información que le es presentada o que este descubre por su propio esfuerzo. De acuerdo con esta autor, tanto el material potencialmente significativo como la predisposición del estudiante dependen fuertemente del conocimiento previo que este posea. Si no existe un conocimiento previo, cualquier clase de material que direcciona la nueva información hacia el estudiante carecerá de significatividad.

Asimismo, Moreira (2012) afirma que cuanto mayor sea el dominio significativo de un campo de conocimiento, mayor será la predisposición a nuevos aprendizajes en dicho campo. Ello es contrario a lo que sucede con el aprendizaje mecánico, por cuanto entre más deba memorizar el aprendiz, más será su predisposición contra esos contenidos o disciplinas.

En la programación del contenido de una disciplina encaminada a la consecución de aprendizajes significativos en el estudiante han de tenerse en cuenta los principios de *diferenciación progresiva* y *reconciliación integradora* que conforman los procesos de la dinámica de la estructura cognitiva. Para que sea posible la asimilación de los conceptos, es importante ir reconociendo diferencias que los distinguen a unos de otros, pero también se debe reconocer las similitudes que los relacionan.

Según Moreira (2012), en la construcción de la estructura de conocimientos, los dos procesos suceden de forma simultánea, pues si solo se diferenciaran los significados, finalmente todo resultará percibiéndose diferente, y si solo se integran los significados indefinidamente, se terminará percibiendo todo igual.

### ***Didáctica de la geometría***

Cada ciencia del conocimiento tiene su propia estructura y fundamentación teórica que la hace única y diferente entre las demás. Esto supone una forma particular de abordar los procesos de enseñanza y aprendizaje a la hora de plantear las actividades pedagógicas que permitan asimilar sus contenidos. Si bien los modelos pedagógicos aportan elementos importantes dentro del

proceso de aprendizaje, también es necesario contemplar la dinámica propia de la ciencia que se desea orientar.

Según Fouz y de Donosti (s. f.), se puede encontrar en el modelo de razonamiento de Van Hiele una herramienta útil para promover el aprendizaje de la geometría y organizar el currículo de esta área para el desarrollo de las clases. El modelo se debe al matrimonio formado por Dina y Pierre Van Hiele, que data de finales de los años cincuenta del siglo XX; sin embargo, sus ideas principales, de acuerdo con la didáctica y la pedagogía actuales, no han perdido vigencia.

Este modelo sostiene que cualquier persona, ante un conocimiento geométrico nuevo, independientemente de la edad, debe pasar por determinados niveles de pensamiento y razonamiento de forma secuencial. Los niveles son cinco, que del más básico al más complejo se denominan así: visualización o reconocimiento, análisis, ordenación o clasificación, deducción formal y rigor.

García, Franco y Garzón (2006) mencionan que los cinco niveles son secuenciales y su orden no es posible alterar; por ejemplo, no se puede clasificar un elemento si antes no hay un reconocimiento de este. También indican que son recursivos, es decir, que los elementos implícitos en un nivel deben hacerse explícitos en el siguiente.

Mas Fouz y de Donosti (s. f.) agregan dos elementos importantes: el lenguaje utilizado y la significatividad de los contenidos. También plantean que los niveles y sus características dan cuenta de cómo se pueden secuenciar los contenidos curriculares de geometría y su diseño para una determinada etapa educativa. Lo anterior se hace evidente a través de las cinco fases que se proponen en el mismo modelo de Van Hiele, que sugiere una forma de abordar la enseñanza de esta ciencia según los cinco niveles de razonamiento.

En la primera fase, denominada *información o preguntas*, se pretende acercarse lo más posible a la situación real del estudiante. Siguiendo a Ausubel, sería indagar sobre los conocimientos previos. En la segunda fase, *orientación dirigida*, el docente plantea actividades concretas y bien secuenciadas para que el estudiante descubra, comprenda, asimile y aplique los conocimientos, lo cual se corresponde muy bien con la estrategia del docente según la metodología interdisciplinaria centrada en equipos de aprendizaje (MICEA) que desarrolla Velandia (2005).

En la tercera fase, la *explicación*, se prioriza la interacción entre estudiantes, permitiendo ordenar sus ideas, analizarlas y expresarlas, lo cual tiene relación con el trabajo en equipo que se plantea en MICEA. En la cuarta fase, de *orientación libre*, se pretende que el estudiante aplique lo anteriormente adquirido en problemas abiertos, para que estos puedan ser abordados de diferentes maneras. En la quinta fase, la *integración*, se sintetizan los contenidos trabajados para crear una red interna de conocimientos aprendidos.

Finalmente, como lo plantean Fouz y de Donosti (s. f.), este modelo requiere una gran interacción entre el docente y el estudiante, dado que no se trata solo de adquirir conocimientos, sino de ampliar las capacidades referidas al lenguaje. Por consiguiente, es importante considerar el test-entrevista en la evaluación del proceso, por cuanto permite identificar lo que el estudiante sabe y cómo lo expresa.

Dado que el proceso educativo implica una interacción activa entre el docente, los contenidos, los materiales y el estudiante, para que exista una motivación fuerte en el proceso de aprendizaje es indispensable no solo pensar en las estrategias pedagógicas que permitan fortalecer la estructura cognitiva del estudiante, sino también tener en cuenta una metodología orientada a motivarlo y a dinamizar su proceso de formación.

### *Metodología interdisciplinar centrada en equipos de aprendizaje (MICEA)*

Velandia (2005) presenta una serie de pasos para abarcar el proceso de enseñanza: MICEA. Esta “se puede sintetizar como una metodología de construcción interdisciplinaria del conocimiento en equipo y a través de la práctica, que puede complementarse con las nuevas tecnologías de información y comunicación” (p. 170). Son cinco las estrategias que desarrolla MICEA:

- a. *Aprendizaje centrado en el maestro*. Proceso de mediación entre el estudiante y el conocimiento, guiado por el docente.
- b. *Aprendizaje centrado en el propio estudiante*. Se fortalece el autoaprendizaje, la autorreflexión y la autocrítica sobre el conocimiento adquirido.
- c. *Aprendizaje centrado en el equipo*. Se reconoce como fuente inagotable de conocimiento a los grupos y la interacción entre sus integrantes.

- d. *Aprendizaje centrado en la asesoría.* Se enfoca en el consejo, en caso de haber dudas en el proceso.
- e. *Aprendizaje centrado en la socialización de experiencias.* Se aprende del ejemplo de los mejores, de la articulación de experiencias y del intercambio de información.

### *Aula dinámica*

Es una propuesta considerada en MICEA que proviene de las estrategias planteadas por el docente como agente dinamizador y orientador del proceso de aprendizaje. De acuerdo con Velandia (2005), dicha propuesta busca dinamizar el aula de trabajo para permitir integrar y cultivar las tres funciones cerebrales: la lógica, la creativa y la operativa. A partir de la organización de agendas de trabajo estructuradas en diez momentos, los cuales, según el autor, siguen un orden lógico, se logra fomentar un proceso colaborativo en la construcción de conocimiento, además de cultivar las funciones cerebrales del estudiante de manera proporcionada y desarrollar sus capacidades para transformar la realidad.

Los diez momentos que conforman el trabajo del docente, desde la estrategia del aula dinámica planteada en MICEA, son: 1) la motivación, 2) la ubicación, 3) la adquisición, 4) la asimilación, 5) la síntesis, 6) la creatividad, 7) el compromiso, 8) el desempeño, 9) la evaluación y 10) la reorientación. Su objetivo es hacer una retroalimentación al estudiante que le permita reforzar los logros alcanzados y llenar los vacíos encontrados.

Para llevar a cabo eficazmente una propuesta educativa, con el objetivo de potenciar el proceso de aprendizaje, se requiere, además de los sustentos pedagógicos, didácticos y metodológicos, introducir el uso de herramientas que faciliten la interacción y comunicación con el estudiante, que dinamicen los contenidos y permitan plantear diversas actividades pedagógicas que promuevan el aprendizaje significativo.

### *Aulas virtuales*

Es un hecho que la tecnología, con su progresivo y vertiginoso avance, ha comenzado a cambiar de manera relevante las prácticas pedagógicas y se ha convertido en una herramienta de gran utilidad para dinamizar y potenciar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Gallego y Peña (2012) expresan en

esta línea: “Las investigaciones tratan de determinar los posibles beneficios que la utilización de las TIC conlleva, así como diversas metodologías y entornos interactivos multimedia de aprendizaje que produzcan mejoras en los procesos de enseñanza y aprendizaje” (p. 11).

En la actualidad, la mayor parte de la población estudiantil tiene acceso a la información a través de nuevos sistemas de comunicación como el chat, el correo electrónico, buscadores como Google y la comunicación sincrónica y asincrónica. Allí radica la importancia de brindar orientación y apoyo a través de una metodología continua y organizada puesta al servicio del estudiante, que le permita adquirir el conocimiento y mejorar su proceso de aprendizaje a partir de estas nuevas herramientas, con una estrategia metodológica adecuada y adaptada a las necesidades de la educación de hoy.

Por esta razón, la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación obliga a replantear lo referente a la pedagogía, es decir, el cómo enseñar en este nuevo entorno educativo y social. Según Beltrán (2002), “nada cambiará en educación, ni siquiera con tecnología, si previamente no se modifican los procedimientos pedagógicos” (p. 299). En consecuencia, las TIC plantean nuevos escenarios como los ambientes virtuales de aprendizaje (AVA), lo cual hace necesario una revisión de la educación en todos los aspectos que la componen, como la modalidad de enseñanza, las metodologías utilizadas, las formas en las que se accede a la información y se adquieren nuevos conocimientos, los recursos y espacios utilizados, y los medios de comunicación. Puello y Barragán (2008) indican al respecto:

El ambiente de aprendizaje es el entorno fundamentado en un modelo pedagógico y soportado en herramientas informáticas y de comunicación desde donde se dinamizan los procesos de enseñanza-aprendizaje de un curso, es decir, es el conjunto de condiciones que definen la forma en que interactúan docentes y estudiantes y estudiantes entre sí, en el ciberespacio, con el propósito de desarrollar determinados niveles de competencias que garanticen su desempeño profesional y formación integral (p. 12).

El ambiente de aprendizaje es un espacio en el que interactúan docentes y estudiantes en torno a ciertos contenidos, haciendo uso de herramientas, técnicas y métodos educativos previamente establecidos, cuyo objetivo

es la construcción de nuevo conocimiento. Por otra parte, Mestre, Fonseca y Valdés (2007) plantean:

Un ambiente virtual de aprendizaje se trata de aquellos espacios donde se crean las condiciones para que el individuo se apropie de nuevos conocimientos, de nuevas experiencias, de nuevos elementos que le generen procesos de análisis, reflexión y apropiación. Llamémosle virtuales en el sentido que no se llevan a cabo en un lugar predeterminado y que el elemento distancia (no presencialidad física) está presente (p. 8).

Según estos autores, un AVA está conformado por mínimo cinco componentes: el espacio, el estudiante, los tutores, los contenidos educativos y los medios. Entre tanto, López, Ledesma y Escalera (2009) expresan que un AVA también se conforma de usuarios, currículo y especialista, componentes que permiten una adecuada estructura para favorecer el aprendizaje.

Por otro lado, Marcelo *et al.* (2000) plantean que para que haya un aprendizaje activo en las aulas virtuales, se debe planificar una serie de actividades que contribuyan con el crecimiento individual y grupal de los participantes de un curso. Entre las actividades didácticas que se pueden planear se encuentran: lecturas secuenciadas, explicación y práctica, estudio de casos, indagación guiada, trabajos en grupo, búsqueda de información, argumento y refutación, lluvia de ideas, aprendizaje a partir de una pregunta, debates activos, entre otras.

### *Geometría fractal*

De acuerdo con Mandelbrot (1997), desde el punto de vista histórico, la aparición de la geometría fractal comienza cuando se descubren estructuras matemáticas que no encajaban en los patrones de la geometría de Euclides y en la dinámica de Newton. Ello produjo toda una revolución en los conceptos matemáticos concebidos durante los siglos XIX y XX.

Una gran variedad de fenómenos y objetos matemáticos se gestaron en esta época, como el conjunto de Cantor, la curva continua no diferenciable de Von Koch, la línea que llena el plano de Peano, entre otras estructuras geométricas que reñían con el concepto regular, continuo y predecible de las figuras de la geometría tradicional.

Benoit Mandelbrot (1924–2010), que ha sido considerado el padre de la geometría fractal, plantea a través de sus investigaciones que las características normalmente consideradas como *ásperas, irregulares, desordenadas o caóticas*, como las nubes o las costas, en realidad tienen un grado de orden o de irregularidad medible a través de una propiedad que denomina *dimensión fractal*. A esta dimensión le dio un tratamiento bastante profundo y práctico, que ha servido enormemente al desarrollo científico en campos muy diversos, como la medicina, la psicología, la economía, la sociología y las artes.

Para Mandelbrot (1997), la geometría fractal es la ciencia que estudia lo irregular y lo fragmentado de las formas que se encuentran con mayor frecuencia en la naturaleza. Además es una herramienta muy útil que ayuda a describir el comportamiento azaroso o aleatorio de los sistemas dinámicos y caóticos. De acuerdo con el mismo autor, el término *fractal* proviene del adjetivo latino *fractus*, y su verbo correspondiente es *frangere*, que significa ‘romper en pedazos’. *Fractus* también se refiere a irregular, y ambos significados confluyen en el término *fragmento*.

Nápoles y Paloma (2012) describen cuatro propiedades que identifican a los fractales: la autosimilitud, la dimensión fractal, la infinitud o nulidad y la compleja estructura que se observa en un fractal a cualquier escala. A continuación se describen las dos primeras propiedades, por ser las de más relevancia en el estudio de los fractales. Las otras dos, sin embargo, se asumen de manera intrínseca dentro del proceso de construcción de dichas estructuras geométricas.

*Autosimilitud* es la característica de algunos objetos o figuras de repetirse a sí mismos en diferentes escalas; es decir, una parte de ellos mismos es semejante o igual al original, y solo cambia la escala de observación. *Dimensión no entera o dimensión fractal* es un valor generalmente fraccionario o decimal que determina el nivel de rugosidad de una superficie, la sinuosidad de una curva o la porosidad de una estructura. Este es un concepto que aporta información muy valiosa en cuanto a la medida de la forma y el nivel de irregularidad de una estructura geométrica.

De acuerdo con la propuesta metodológica de Figueiras *et al.* (2000), una forma de integrar la geometría fractal en el currículo educativo formal es acudiendo a los puntos de convergencia entre los conceptos básicos de esta nueva ciencia y los contenidos impartidos en matemáticas que se plantean en diferentes momentos de la enseñanza secundaria; por ejemplo, límites, sucesiones, azar y probabilidad.

## *La enseñanza de la geometría fractal y el currículo educativo*

Para Aguilera (2000) es conveniente diferenciar varios niveles en el estudio de fractales, ya sean clásicos o modernos, de los cuales se describen los primeros cinco. En un primer nivel se ubica apreciar los gráficos de los fractales como objetos estéticos. En el segundo, recrear fractales, ya sea usando *software* especializado o realizando unas pocas iteraciones para obtener objetos concretos. En el tercer nivel, entender los conceptos matemáticos involucrados en los niveles anteriores. En el cuarto, pasar del concepto a la acción, dibujando fractales en la computadora mediante programas hechos personalmente. En el quinto, estudiar propiedades más avanzadas como la dimensión fractal o el tipo de convergencia de las iteraciones.

Según lo planteado por Aguilera (2000), es mejor pensar las temáticas relacionadas con la geometría fractal como una forma de integrar distintos contenidos y conceptos en matemáticas, o como un paso previo para estudiar los fractales modernos. Por ejemplo, desde la geometría euclidiana —que se ve en los diferentes grados de bachillerato— se pueden reorganizar, desde una perspectiva más moderna y teniendo en cuenta la geometría fractal, los conceptos de las figuras geométricas (como segmentos, triángulos, etc.), así como las transformaciones (p. e., traslaciones y rotaciones), tanto desde un punto de vista elemental como algebraico.

115

## **Metodología**

La investigación se realizó dentro del paradigma sociocrítico, desde un enfoque descriptivo-interpretativo y mediante herramientas estadísticas como medidas de tendencia central, gráficos y tablas de frecuencia. De acuerdo con González (2003), en la investigación sociocrítica se distinguen tres formas básicas: la investigación-acción, la investigación colaborativa y la investigación participativa. Se pondera la participación como elemento base, es decir, la participación en la praxis para transformar la realidad mediante un proceso investigativo de reflexión crítica. La investigación fue diseñada en cuatro etapas:

- a. *Fundamentación del problema.* Se precisan las dificultades encontradas en el entorno y se consolidan los referentes teóricos existentes que aportan elementos para dar solución a la problemática.

- b. *Trabajo de campo.* Se diseñan instrumentos adecuados para recoger toda la información pertinente y necesaria, acorde con los objetivos propuestos.
- c. *Análisis de la información.* Proceso que permite detectar los factores que inciden o generan la dificultad encontrada.
- d. *Elaboración de la propuesta de intervención.* A partir del análisis de los aspectos pedagógicos, metodológicos, didácticos y tecnológicos que afectan el proceso de enseñanza de la matemática en la institución, se plantea una propuesta metodológica que potencie el aprendizaje del estudiante.

Los sujetos que participaron en la investigación fueron 160 estudiantes del grado décimo, del nivel de educación media de la Institución Educativa Distrital Marruecos y Molinos, jornada tarde. De los cuatro grupos que conforman el grado décimo, se seleccionó al curso 10-02, integrado por 38 estudiantes, a quienes se les aplicó una lista de chequeo de 18 ítems para determinar su grado de desenvolvimiento en las herramientas contenidas en un aula virtual. Se realizó también una entrevista en grupos de cinco estudiantes, constituida por diez preguntas abiertas.

También se contó con la participación de nueve docentes del área de matemáticas, a quienes se les aplicó una lista de chequeo de veinte ítems para determinar su grado de manejo y administración de las herramientas que conforman un aula virtual. También se les realizó un cuestionario para comprender las prácticas que desarrolla el docente en el aula, la efectividad de estas al enseñar contenidos de las matemáticas, el uso que hace de las herramientas tecnológicas en su quehacer pedagógico y su percepción acerca de la influencia y conveniencia del uso de la tecnología en el proceso de aprendizaje del estudiante.

## Resultados

La información obtenida de la lista de chequeo aplicada a estudiantes (tabla 1) mostró que estos tienen un buen nivel de apropiación en el manejo de las herramientas que componen un aula virtual. Teniendo en cuenta el uso pedagógico de esta herramienta, el desenvolvimiento fue adecuado; sin embargo, existen aspectos que deben ser reforzados para mejorar realmente el proceso de aprendizaje del estudiante a través de su aplicación.

**Tabla 1.** Lista de chequeo del uso de herramientas de un aula virtual (estudiantes)

Ítem observado	Sí		No	
	Rtas.	%	Rtas.	%
Ingresar a la plataforma	36	95	2	5
Se ubica en el tema que debe trabajar	33	87	5	13
Reconoce los íconos de las actividades del aula virtual (foros, wikis, chat, etc.)	35	92	3	8
Ingresar a los archivos de apoyo dejados por el docente	34	89	4	11
Descarga archivos de apoyo	27	71	11	29
Ingresar al chat cuando se le indica	34	89	4	11
Hace uso del chat	37	97	1	3
Ingresar al foro cuando se le indica	36	95	2	5
Hace uso del foro	33	87	5	13
Ingresar a la wiki cuando se le indica	37	97	1	3
Hace uso de la wiki	30	79	8	21
Sabe enviar una actividad al docente	29	76	9	24
Adjunta y envía documentos al docente	21	55	17	45
Ingresar al quiz	37	97	1	3
Desarrolla el quiz en línea	34	89	4	11
Ingresar y soluciona un cuestionario	32	84	6	16
Salir de la plataforma	32	84	6	16

Fuente: elaboración propia.

De esta tabla puede evidenciarse que los estudiantes presentan mejor desenvolvimiento en aspectos como ingreso a la plataforma, a los foros, a la wiki, a los quiz y el uso del chat. Entre las dificultades más relevantes se encontraron la descarga de material de apoyo y adjuntar archivos para su envío. Estas dos acciones son fundamentales, ya que permiten al estudiante acceder a la información suficiente y adecuada para desarrollar las actividades y presentar al docente los productos elaborados. Por ello es indispensable fortalecer dichos aspectos.

La información obtenida a través de la entrevista a estudiantes en grupos de cinco reveló que ellos consideran que el docente debe poseer

características esenciales como ser motivador, comprensivo, hábil para expresar sus ideas, tener paciencia a la hora de explicar un tema, ser estricto y exigente, de manera que pueda conseguir un óptimo dominio del grupo, de su asignatura y de las formas adecuadas para enseñar.

Además se descubrió que los estudiantes son autocríticos sobre las debilidades que presentan en el proceso de aprendizaje, al manifestar que les falta mejorar su atención en la clase y que no les gusta dedicar tiempo a estudiar por fuera del horario escolar; sin embargo argumentaron que en el momento de comprender significativamente la temática, logran aumentar su buena disposición en el desarrollo de las actividades relacionadas. Si no hay una interacción dinámica entre el entorno inmediato del estudiante y los conocimientos que se imparten, teniendo en cuenta su nivel de razonamiento, es más difícil la comprensión y, por ende, se pierde la motivación en el desarrollo de la clase.

Las estrategias pedagógicas que más les llaman la atención a los estudiantes, acorde con sus experiencias escolares, son aquellas que permiten una mayor actividad dinámica y no rutinaria, donde exista bastante interacción con el docente, pero no en el sentido unidireccional de los modelos tradicionales, sino donde el estudiante es escuchado e incluido como ente activo del proceso de aprendizaje. Se interesan en estrategias que les permitan visualizar la utilidad de los conocimientos enseñados para aplicarlos en su contexto cotidiano.

En cuanto a las metodologías, se manifestó que les llama la atención una clase con actividades de diversa índole, desarrolladas en diferentes momentos, que permitan orientar el proceso de enseñanza desde múltiples perspectivas, y no enfocarse solo en el aspecto teórico y procedimental. Por ejemplo, muchos estudiantes manifestaron que les gusta una clase que presente videos de reflexión o de introducción a la temática, dinámicas que permitan vincular el conocimiento a una actividad lúdica o la exposición de proyectos trabajados individual o grupalmente que den cuenta de la aplicación del tema.

Dentro de las herramientas didácticas mencionadas, manifestaron una gran inclinación por los recursos audiovisuales y aquellas que conciernen a las TIC. También se relacionaron la lúdica y los juegos como instrumentos útiles a la hora de lograr una mayor motivación en el proceso de aprendizaje; y, finalmente, aunque con poca acogida, se mencionó el uso de guías como material didáctico adecuado para desarrollar las temáticas.

Profundizando en el uso de las herramientas TIC, los estudiantes manifestaron mayor gusto por aquellas relacionadas con el uso del internet. El blog es la herramienta que mejor se identifican para la realización de actividades académicas, puesto que es de fácil acceso, permite opinar sobre los contenidos, plantear foros para hablar de temas específicos o resolver dudas relacionadas con estos. De igual manera, rescataron la importancia del uso de páginas especializadas para realizar consultas y de los tutoriales de Youtube como herramienta de apoyo para aclarar o profundizar un tema.

Aunque algunos de los estudiantes manifestaron estar de acuerdo con el uso de redes sociales, como Facebook, para complementar las actividades académicas, la mayoría opinó que sería inadecuado por la serie de distracciones que presentan este tipo de páginas y por el objetivo mismo de estas, ya que se utilizan más para el entretenimiento, para socializar y relacionarse con familiares y amigos, pero no en un sentido académico.

Los estudiantes ven en el uso del internet diversas ventajas como el manejo del tiempo, la disponibilidad de material y la facilidad para la entrega o el envío de trabajos; sin embargo, hacen notar dos grandes desventajas para el proceso de enseñanza-aprendizaje: la distracción que se genera en estos ambientes y la falta de acompañamiento presencial, ya que para ellos resulta más significativo que el docente esté pendiente de resolver las dudas que se generen en el proceso, y no tanto asignando actividades de manera virtual sin que haya una ayuda o una guía adecuada.

De acuerdo con el cuestionario que se aplicó a los nueve docentes que conforman el área de matemáticas de la institución, pudo establecerse que las metodologías usadas por ellos involucran métodos participativos y la realización de ejercicios en el tablero; no obstante, se nota ausencia de estrategias de trabajo colaborativo, socialización de experiencias o exploración creativa del estudiante, componentes que logran dinamizar mejor una clase. Esta situación puede hacer que las clases se tornen monótonas y predecibles, razones que pueden desmotivar al estudiante.

Por otra parte, se encontró que la mayoría de los docentes tienen sus propios métodos de enseñanza e implementan diversas estrategias pedagógicas que no guardan relación entre sí (figura 1); es decir, no existe un modelo pedagógico unificado que pueda direccionar las estrategias de enseñanza y enriquecerse de manera colaborativa para mejorar el proceso de aprendizaje.

**Figura 1.** Estrategias usadas por los docentes de matemáticas en el desarrollo de sus clases



Fuente: elaboración propia.

Los docentes utilizan una cantidad considerable de estrategias, como se puede observar en la figura anterior, pero no hay una dirección unificada que muestre una intención pedagógica clara, dirigida a suplir las necesidades y expectativas del estudiante. Aunque cada docente maneja sus propias estrategias, todas ellas se pueden relacionar con uno o varios aspectos de la metodología MICEA, lo cual la convierte en un buen soporte para reunir en una sola estrategia los diferentes esfuerzos de los docentes por mejorar el proceso de aprendizaje del estudiante, con el ánimo de fomentar un trabajo colaborativo e interdisciplinario.

Con relación a las herramientas pedagógicas que los docentes de matemáticas manifestaron implementar con mayor frecuencia en sus clases, se encuentran el análisis de situaciones problema, los talleres, las guías y el uso de los recursos de internet. También expresaron usar videos, mapas conceptuales y diagramas explicativos, aunque con poca frecuencia.

Respecto al uso de herramientas virtuales como apoyo para el desarrollo de las clases, solo algunos docentes manifestaron utilizar recursos como videos de Youtube, programas de Office, y con muy poca frecuencia, tableros inteligentes, simuladores y plataformas virtuales. Argumentan que la implementación de las TIC podría brindar mejores oportunidades para la enseñanza de las matemáticas, en aspectos como la práctica y la vivencia de experiencias, el modelamiento de situaciones, una mayor disponibilidad de recursos didácticos y una mejor interacción con los estudiantes.

Acorde con la información arrojada en la lista de chequea aplicada a los docentes, se pudo observar que, en términos generales, ellos no tienen una buena apropiación y manejo de los recursos y las herramientas disponibles

en un aula virtual para el desarrollo del proceso de aprendizaje del estudiante. En consecuencia, se les dificulta plantear actividades que potencien y posibiliten de manera efectiva este proceso con el uso de herramientas tecnológicas, específicamente las informáticas.

De acuerdo con la información de la tabla 2, los aspectos en los que mejor se desenvuelven los docentes son el ingreso y salida a la plataforma, el reconocimiento de íconos, el ingreso a chats y el uso de las wikis. Las demás actividades que se desarrollaron en el aula virtual no fueron realizadas satisfactoriamente.

**Tabla 2.** Lista de chequeo del uso de herramientas de un aula virtual (docentes)

Ítem observado	Sí		No	
	Rtas.	%	Rtas.	%
Ingresa a la plataforma	9	100	0	0
Identifica los módulos de la plataforma	2	22	7	78
Se ubica en el tema por trabajar	4	44	5	56
Reconoce los íconos de las actividades del aula virtual (foros, wikis, chat, etc.)	7	78	2	22
Sube archivos de apoyo a la plataforma	2	22	7	78
Descarga archivos enviados por los estudiantes	1	11	8	89
Sabe ingresar a los chats en el aula virtual	4	44	5	56
Establece un chat con relación a un tema	3	33	6	67
Hace uso del chat para interactuar con los estudiantes	6	67	3	33
Sabe ingresar a foros en el aula virtual	5	56	4	44
Utiliza herramientas del foro para la discusión en torno a un tema	4	44	5	56
Crea una wiki para tratar un tema	6	67	3	33
Hace uso de las wiki como herramienta de trabajo colaborativo	3	33	6	67
Envía actividades de temas a estudiantes	3	33	6	67
Plantea un quiz en el aula virtual	2	22	7	78
Publica las notas de los estudiantes	5	56	4	44
Identifica herramientas para efectuar retroalimentación a los estudiantes	5	56	4	44

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

Las opiniones de los estudiantes acerca de la motivación que se necesita para desarrollar un mejor proceso de aprendizaje guardan relación con los conceptos abordados en la teoría del aprendizaje significativo. Moreira (2012) establece que entre mayor sea la comprensión significativa de un tema, mayor predisposición tendrá el estudiante hacia el nuevo conocimiento. Lo anterior indica que el sentir de los estudiantes está en concordancia con estos referentes pedagógicos planteados inicialmente.

En su mayoría, los docentes manifiestan usar herramientas TIC para planificar y desarrollar sus clases; sin embargo, solamente se apoyan en las más comunes para actividades generales, como observar videos de Youtube o manejar programas ofimáticos, y aunque son conscientes del aporte didáctico que estas herramientas tecnológicas pueden brindar en el aprendizaje de las matemáticas, es necesario profundizar en un sentido más amplio y pedagógico sobre su uso, para que se decidan a incorporarlas efectivamente en sus clases.

122 ■ En lo relacionado con la propuesta metodológica basada en el uso de aulas virtuales, se requiere una relación estrecha entre el docente y las TIC, para que su implementación sea realmente efectiva. Asimismo se evidencia que en los instrumentos aplicados a docentes y estudiantes existen falencias específicas en el manejo de las herramientas de un aula virtual, las cuales deben atenderse antes de emprender su uso dentro de la propuesta que habrá de implementarse. Por lo tanto, para que la dinámica propia de este ambiente virtual no sea un obstáculo y realmente se logre fortalecer el proceso de aprendizaje, antes es necesario que tanto estudiantes como docentes adquieran habilidades mínimas que sean suficientes para el desarrollo adecuado de las actividades pedagógicas que se deseen plantear.

Ahora bien, según la entrevista hecha a los estudiantes, es poco el tiempo que ellos manifestaron dedicar al estudio por fuera de su horario escolar, lo cual puede llegar a convertirse en un gran inconveniente a la hora de planear la estrategia metodológica mediante el uso de un aula virtual, ya que en principio el estudiante no estaría en la disposición de invertir tiempo adicional para el ingreso a la plataforma, la consulta de material o el desarrollo de actividades digitales. Por ello es necesario que se plantee una estrategia que no distancie el acompañamiento presencial del docente, donde las actividades de aprendizaje autónomo o colaborativo sean realizadas

presencialmente en mayor medida. Es importante implementar una metodología que presente el uso del aula virtual solo como una herramienta para mejorar el proceso de enseñanza o como una modalidad de aprendizaje del estudiante alterna a la clase presencial, pero sin sustituir de ninguna manera el acompañamiento permanente del docente.

Es también importante apuntar a una dinamización del proceso de aprendizaje, puesto que los estudiantes manifiestan la necesidad de plantear actividades que realmente generen motivación y despierten una actitud diferente frente a los procesos académicos. Y aunque los docentes manifiestan usar individualmente estrategias pedagógicas que no se relacionan entre sí, lo cierto es que en conjunto se estaría hablando de las mismas estrategias de MICEA. Esta, por tanto, puede usarse en favor de un mejor proceso de aprendizaje, respaldado por el compromiso pedagógico del docente.

## **Conclusiones**

Existe hoy una gran oportunidad de implementar nuevas estrategias pedagógicas que involucren las herramientas TIC, como el uso de internet y aulas virtuales, no solo aisladamente a través de proyectos de área, sino de manera institucional, ya que además de que los estudiantes tienen gran habilidad para su manejo, se cuenta con una buena predisposición e inquietud en la mayoría de docentes por implementarlas en su quehacer pedagógico. Sin embargo, el nivel de apropiación de los docentes en el manejo de aulas virtuales es mínimo, y los estudiantes, aunque utilizan estas herramientas, no tienen mayor conocimiento de su uso académico.

En este orden de ideas, es necesario, antes de implementar la estrategia metodológica en la institución, capacitar a los docentes en el manejo de Moodle u otras plataformas similares para el diseño de aulas virtuales y realizar actividades que permitan utilizar los recursos que se encuentran en estos ambientes de aprendizaje, con el fin de incorporarlos efectivamente al proceso educativo.

Por otra parte, los componentes pedagógicos, metodológicos y didácticos que sustentan la base teórica de la propuesta van acorde con los planteamientos que expusieron los estudiantes dentro de sus preferencias. En consonancia, es necesario que el educando asuma un rol protagónico en su proceso de formación, establecer acciones pedagógicas para fomentar un

aprendizaje significativo, lo que repercutirá en una mayor motivación hacia el estudio y dinamizar el proceso de enseñanza que se puede favorecer con el desarrollo de actividades a través de las TIC.

MICEA, como marco de referencia metodológico de la estrategia por implementar, brinda un componente dinamizador del proceso, ya que contiene elementos esenciales para que el estudiante desarrolle diversas actividades tanto individual como colaborativamente, que le permiten no solo descubrir nuevos conocimientos, sino motivar la exploración de sus habilidades. Además es perfectamente adaptable con el uso de herramientas tecnológicas en el aula.

Aún no hay una formación sólida en ambientes mixtos de aprendizaje donde se empiecen a aprovechar de manera importante las herramientas TIC en las instituciones educativas, por lo que tanto docentes como estudiantes no las consideran como una alternativa viable en el desarrollo de actividades pedagógicas encaminadas a mejorar el proceso de aprendizaje. Por tanto, es necesario aumentar el uso de espacios virtuales para la interacción entre docentes y estudiantes, con el fin de incentivar y sacar el mayor provecho al uso de estas herramientas, sobre todo en el aspecto comunicativo.

124



## Referencias

- Acuña, A. (2006). *Manual de uso intensivo de tecnologías en el salón de clases*. México: Edimend.
- Aguilera, N. (2000). Dibujando fractales geométricos en la computadora (conferencia). Buenos Aires.
- Beltrán, J. (2002). *Enciclopedia de pedagogía* (vol. II: El profesor). Madrid: Espasa.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A. (2002). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Figueiras, L, Morelo, M, Salvador, A. y Zuasti, N. (2000). Una propuesta metodológica para la enseñanza de la geometría a través de los fractales. *Suma*, 35, 45-54.
- Fouz, F. y De Donosti, B. (s. f.). Modelo de Van Hiele para la didáctica de la geometría. Recuperado de <http://goo.gl/5afke7>
- Gallego, C. y Peña, D. (2012). *Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación, retos y posibilidades*. Bogotá: Santillana.
- García, M., Franco, F. y Garzón, D. (2006). *Didáctica de la geometría euclídeana*. Bogotá: Magisterio.

- González, A. (2003). *Los paradigmas de investigación en las ciencias sociales*. La Habana: Islas.
- López, A., Ledesma, R. y Escalera, S. (2009). *Ambientes virtuales de aprendizaje*. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Mandelbrot, B. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets.
- Marcelo, C., Puente, D., Ballesteros, M. y Palazón, A. (2000). *E-Learning teleformación: diseño, desarrollo y evaluación de la formación a través de internet*. Barcelona: Gestión.
- Mestre, U., Fonseca, J. y Valdés, P. (2007). *Entornos virtuales de enseñanza aprendizaje*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Moreira, M. (2012). ¿A final, qué es aprendizaje significativo? *Qurrículum*, 25, 29-56.
- Nápoles, J. y Paloma L. (2012). Fractales a nuestro alrededor. Recuperado de <http://goo.gl/zBLNjn>
- Puello, J. y Barragán, R. (2008). Un modelo para el diseño de cursos virtuales de aprendizaje por competencias y basados en estándares de calidad. *Pedagogía y Medios Digitales*, 1. Recuperado de <http://goo.gl/Qvy60A>
- Rodríguez, M. (2004). *La teoría del aprendizaje significativo*. Santa Cruz de Tenerife: Centro de Educación a Distancia.
- Velandia, C. (2005). *Metodología interdisciplinar centrada en equipos de aprendizaje*. Medellín: Teoría del Color.