

**LA GEOMETRÍA FRACTAL EN LA LICENCIATURA DE DISEÑO GRÁFICO:
PROPUESTA PEDAGÓGICA CENTRADA EN UN ENTORNO COMPUTACIONAL**

ENÍS CASTELLANOS SÁNCHEZ, ANA ISABEL SACRISTÁN ROCK

I. Introducción

En este artículo se presenta una propuesta pedagógica basada en un ambiente de aprendizaje computacional a través de la cual se pudieron enseñar conceptos de la Geometría Fractal a los estudiantes de la licenciatura de Diseño Gráfico.

Nuestra preocupación es hacer que a través de ciertas actividades realizadas de una manera colaborativa, el aprendizaje de los conceptos de la geometría fractal les sean significativos a los estudiantes a través de una perspectiva constructivista.

A continuación se describe la naturaleza de un ambiente de aprendizaje computacional desarrollado para el aprendizaje de conceptos fractales. Se presenta una de las actividades como un ejemplo de lo que se hizo y algunos ejemplos de los resultados obtenidos por los estudiantes al emplear el conocimiento de fractales en el diseño de un producto. Finalmente presentamos algunas de las conclusiones y recomendaciones.

2. Breve explicación de la incorporación de la Geometría Fractal en los estudios de licenciatura de Diseño Gráfico a través de un ambiente computacional

La incorporación de la geometría fractal en el Diseño Gráfico responde a la necesidad de proporcionarle al diseñador gráfico nuevas herramientas que le permitan generar productos de diseño más originales. El reto para conseguirlo dará como resultado una propuesta pedagógica que de alguna manera garantice que el proceso de enseñanza aprendizaje se lleve adecuadamente. El conocimiento adquirido le deberá ser significativo, para que así pueda encontrar posibles utilidades del mismo. Sin embargo,

es imprescindible que el alumno construya su conocimiento, de la misma manera que construirá sus propuestas de diseño.

El estudio fue efectuado a lo largo de tres años (un año para el estudio prepiloto, un año para el piloto y un año para el principal).

3. El estudio prepiloto arrojó principalmente un resultado sorprendente

Dentro de las actividades que entonces se diseñaron para el aprendizaje de fractales, se incluían apenas algunas a realizarse con el lenguaje de programación Logo. Se esperaba que tuvieran preferencia por las actividades realizadas en restirador sobre las actividades de logo. Se creía que el manejo de la geometría descriptiva dentro de logo traería cierta tensión (por el uso de la aritmética, la geometría descriptiva y el mismo lenguaje de programación). El resultado fue sorprendente. Los mismos alumnos explicaban la manera en la que podrían resolver las actividades de restirador dentro de logo. Inclusive se aventuraban a intentarlo. Logo resultó ser (tal y como lo dijo Papert) en “una herramienta que sirve para pensar.”

Se propone que el contenido del curso de geometría fractal parta de un tema que permita el cambio de un conocimiento previamente adquirido a uno desconocido, lo que permitirá que con la nueva información se tenga una relación sustancial mediante esquemas de conocimiento que pueden estarse creando y modificando para llegar a un aprendizaje significativo. Frida Díaz Barriga Arceo y Gerardo Hernández (1998) establecen varias condiciones para que el aprendizaje sea significativo. Consideran que es necesario que la información nueva se relacione de manera no arbitraria y sustancial con los conocimientos que el alumno ya tiene. El éxito también depende de la disposición entendida como la motivación y actitud que tenga por aprender, así como de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje.

De darse este aprendizaje significativo, el alumno de diseño gráfico relacionará los conceptos nuevos sobre fractales con las experiencias anteriores y afines del quehacer del diseño.

4. Del estudio piloto al estudio principal: la evolución en el diseño del curso

El estudio piloto consistió en poner en prueba las actividades diseñadas para Logo y ajustarlas de manera tal que se llevaran a cabo con el mayor aprovechamiento posible de las bondades que presenta el uso de un lenguaje de programación como Logo.

De la misma manera el diseño del curso fue sufriendo modificaciones, ajustes que se efectuaron para conseguir tener un diseño de curso que fuera más natural y le permitiera al alumno ir profundizando en el tema de fractales.

5. Características de los participantes

Se tuvieron cinco participantes voluntarios:

Nombre	Conocimiento de fractales:	Conocimiento de Logo:
Moisés	No	No
Francisco	No	No
Mónica	No	No
Aurora	No	No
Vanessa	No	No

6. Técnicas de recopilación de datos

Las técnicas de recopilación de datos fueron: notas, videgrabaciones, actividades, hojas de trabajo, narraciones, entrevistas, cuestionarios y encuestas contestadas por los participantes

7. Metodología del estudio principal

Desde un inicio el uso de la computadora tuvo un papel central.

Se incitaba a los estudiantes a trabajar de manera colaborativa lo que parece detonar ciertos mecanismos del aprendizaje significativo.

De acuerdo con Vygotsky (1978), algunos alumnos pueden alcanzar niveles intelectuales más altos cuando trabajan en situaciones colaborativas. La diversidad de situaciones de aprendizaje y experiencias contribuyen positivamente al proceso de aprendizaje.

Para causar una interdependencia positiva se limitaron los recursos que se les otorgaban.

8. Proceso colaborativo durante las actividades

Era común que se levantaran a ver las pantallas de los demás para después regresar y continuar resolviendo sus problemas.

El aprendizaje colaborativo es una situación que provoca un ambiente adecuado para el aprendizaje.

9. Naturaleza de un micromundo desarrollado para el aprendizaje de Fractales

En su libro *Mindstorms* (1980, p. 120), Papert describe al micromundo como una incubadora del conocimiento, en la cual lo primero a hacer es relacionar lo nuevo a aprender con algo que ya se conoce. Después se toma el conocimiento nuevo y se hace propio haciendo algo nuevo con él. De acuerdo con Hoyles y Noss (1992) la esencia de

este paradigma se refiere a la dialéctica entre el Diseño de ambientes de aprendizaje y el esfuerzo de investigación para describir cómo es que los estudiantes aprenden en él.

La necesidad de la creación de un micromundo fue evidente después del estudio piloto, pues se necesitaba “algo” que articulara todos los elementos que se iban empleando durante el curso, y ese “algo” resulto ser precisamente la creación de un micromundo.

Las actividades fueron diseñadas a la luz de las teorías constructivistas y contienen ejercicios construccionistas.

10. El rol del profesor investigador

Se observan tres momentos de la práctica docente: la tradicional, la transición a uno más del grupo, y la del profesor investigador.

La tradicional corresponde al momento en el que el profesor da la clase.

La transición a uno más del grupo es cuando el profesor deja a un lado su papel protagónico y vigila que el ambiente educativo no sea violentado.

Por último, el momento del profesor-investigador es aquel en el que, a través de la observación objetiva, va monitoreando el seguimiento del grupo, de los contenidos, y de la práctica didáctica.

11. El impacto de la interactividad en las actividades

Los interactivos con sus distintas secciones le dio un carácter de resolución de acertijos.

En general la interactividad les permitió llevar sus propios ritmos en las actividades.

Para ayudarlos a realizar las estructuras mentales que se necesitaban, se pusieron “ayudas” o detonadores que, sin resolver la duda, daban pistas para resolver el problema.

12. Descripción de la actividad de “Simetrías”

Esta actividad está dividida en dos partes: la informativa –donde se definen las diferentes simetrías- y la de los ejercicios guiados. Cuando el alumno se encuentra en la primera parte, puede pasar cualquier pantalla de simetría a cualquier otra. Una vez que pasa a la sección de los ejercicios guiados ya no puede regresar a la primera parte. Al terminar la segunda parte se refuerzan los conocimientos aprendidos con pantallas de contenido del tema para cerrar la actividad. Por la importancia del tema de recursividad, es factible que los alumnos trabajen solos y al terminar la actividad intercambien argumentos. El tratamiento interactivo que contiene esta actividad se basa en la prueba y error.

Primero se presentan ejemplos de simetrías horizontal, vertical, radial y de autosimilitud. Después de realizar la programación del ejercicio de simetría vertical y horizontal, el alumno debe realizar ejercicios de simetría radial en los que necesitará aplicar recursividad con una condición de parada. A medida que el alumno va programando, cuenta con botones en los que se ofrecen “pistas”, a pesar de estas pistas, no se soluciona el ejercicio, pero sí se ofrece ayuda en la condición de parada. Existe un botón para detener a la tortuga pues el error más frecuente es la falta de la condición de parada.

Los ejercicios que se pide que realicen en el interactivo quedan registrados y accesibles para ser recuperados para la investigación, y así poder analizar los procesos realizados.

Objetivo General: Que el alumno pase del conocimiento previo (simetría horizontal, vertical y radial) al nuevo conocimiento de la autosimilitud. Que intuya la recursividad en la programación.

Objetivos específicos: Que el alumno tenga una práctica del uso de los comandos básicos del lenguaje de programación de Logo, realice un análisis de la relación de los

giros en cada simetría, que pueda aplicar una la condición de parada y le sirva como introducción al tema de Recursividad.

La interdependencia positiva consiste en la discusión de sus propuestas de programación para realizar los ejercicios.

13. Descripción de la hoja de trabajo de la actividad de simetrías

Ejercicios: Encontrar las relaciones entre las programaciones del ejemplo de simetría vertical y simetría horizontal.

Estrategia: Se va a permitir que los alumnos trabajen como quieran (individual o en parejas o grupos). Al monitorear a los alumnos se les va a incitar a discutir las posibles soluciones entre los que tengan mucha dificultad para proponer una solución sin molestar a los que se encuentren concentrados. Al ir terminando se procuraba que se desarrollara una dinámica de discusión sobre las estrategias que tomaron.

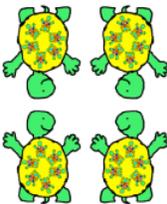
Imágenes de las pantallas:

<p style="text-align: center;">Simetría horizontal</p> <p>La simetría horizontal consiste en tener una figura idéntica a través del eje vertical. Ejemplo:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>La programación para esta figura es:</p> <pre>pd ff 60 lt 90 ff 15 lt 90 ff 45 rt 90 ff 15 rt 90 ff 15 lt 90 ff 15 lt 90 ff 15 lt 90 ff 30 lt 90 ff 45</pre> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> <div style="width: 45%;"> <p>La programación para esta otra figura es:</p> <pre>pd ff 60 rt 90 ff 15 rt 90 ff 45 lt 90 ff 15 lt 90 ff 15 rt 90 ff 15 rt 90 ff 15 rt 90 ff 30 rt 90 ff 45</pre> </div> </div> <p style="text-align: right;">Ir a simetría: vertical radial autosimilitud</p> <p>¿Qué relación encuentras entre ambas programaciones? Responde en tu hoja de trabajo.</p>	<p style="text-align: center;">Simetría radial</p> <p>La simetría radial consiste en tener una figura idéntica que gira en un vértice. Ejemplo:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>La programación para la figura base (cuadrado) es:</p> <pre>to ejemplo:cuadrado repeat 4 [ff 30 rt 90] end</pre> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> </div> <p>La programación para que la figura gire en uno de sus vértices es:</p> <pre>to simradial repeat 18 [rt 20 ejemplo:cuadrado] end</pre> <p>La repetición para la figura radial se llevó a cabo 18 veces dado que la rotación es de 20 grados, lo que si divides 360/20 tienes como resultado 18.</p> <p>Si la repetición es mayor, la tortuga estaría dibujando sobre una figura ya trazada.</p> <p>Si la repetición se llevara a cabo con un número que no fuera múltiplo de 360 se estaría dibujando en una segunda vuelta.</p> <p style="text-align: right;">Ir a simetría: horizontal vertical autosimilitud</p>
<p style="text-align: center;">Autosimilitud</p> <p>La autosimilitud consiste en que la figura esté hecha por la imagen de la misma figura. Ejemplo:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>La programación para la figura base (cuadrado) es:</p> <pre>to cuadrado repeat 4 [ff 10 rt 90] end</pre> </div> <div style="width: 45%; text-align: center;">  </div> </div> <p>La programación para realizar el cuadrado más grande formado por cuadrados es:</p> <pre>to cuadrado repeat 4 [pu ff 30 rt 90 pd cuadrado] end</pre> <p>La programación para realizar el cuadrado más grande formado por cuadrados formados a su vez por cuadrados más pequeños es:</p> <pre>to cuadrado:cuadrado repeat 4 [pu ff 90 rt 90 pd cuadrado:cuadrado] end</pre> <p style="text-align: right;">Ir a simetría: horizontal vertical radial autosim.2</p>	<p>Ejercicios guiados:</p> <p>Recuerda leer las relaciones que encontraste y que anotaste en tus hojas de trabajo.</p> <p>Simetría horizontal:</p> <p>Ejercicio 1.- Realiza el contorno de la siguiente figura con respecto a su simetría horizontal.</p> <pre>pd ff 20 lt 90 ff 100 lt 90 ff 55 lt 90 ff 25 lt 90 ff 25 rt 90 ff 35 rt 90 ff 80 rt 90 ff 60 lt 90 ff 35 lt 90 ff 100 lt 90 ff 125</pre> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: right;">borrar1 ejercicio2</p>

<p>Ejercicios guiados:</p> <p>Recuerda leer las relaciones que encuentres y que anotaste en tus hojas de trabajo.</p> <p>Simetría radial:</p> <p>Ejercicio 3 - Partiendo de un cuadrado, giralo de manera que vaya creciendo a razón de 2 unidades.</p>  <p>¡¡¡ALTO!!</p> <p>pista</p> <p>-borrar-</p> <p>-continuar-</p>	<p>Recursividad</p> <p>Lo que acabas de programar se conoce como recursividad.</p> <p>La recursividad es cuando el programa se llama a sí mismo.</p> <p>Para realizar figuras que responden a la autosimilitud, es útil recurrir a la recursividad.</p> <p>Lo importante es reconocer el momento en el que debe incorporarse la recursividad y la condición de parada.</p> <p>El uso de la condicionante te permitirá controlar la cantidad de llamadas recursivas que efectuará la tortuga pues no es sino hasta que sabe cuántas veces debe realizar el procedimiento que empiece a graficar.</p> <p>Procura hacer un empleo adecuado de la condicionante de manera tal que siempre tengas el control.</p> <p>Fin de la actividad de Tipos de Simetrías</p>
--	---

Hoja de trabajo

Nombre completo del alumno: _____ Hoja de trabajo número 5



Simetrías

Simetría Horizontal

¿Qué relación encuentras entre ambas programaciones?

Simetría Vertical

¿Qué relación encuentras entre ambas programaciones?

14. Aplicación del nuevo conocimiento de fractales en los productos de diseño gráfico

El trabajo final consistió en la aplicación del nuevo conocimiento de fractales en un proyecto de diseño gráfico. Los alumnos tenían que presentar un prototipo del proyecto, de la misma manera que un trabajo escrito sobre la intención, y el proceso de diseño con todo y su bocetaje. Para considerar el nivel de aplicación del nuevo conocimiento, consideramos tres niveles. Frauenstein (1993) asume que los modelos

mentales del conocimiento contienen tres tipos de conocimiento: El primero es el conocimiento declarativo: donde el alumno debe recibir la información de hechos acerca del contenido de un área -el momento intraobjetual piagetiano-. En este momento se da la información de hechos acerca del contenido de un área. Esto es lo que para Piaget y García (2000) es el momento intraobjetual o intrafigural. Proceso en el que la persona interpreta la realidad y se hace su propia versión de ésta, con base en los conocimientos y experiencias previas, realizando un análisis de los objetos.

El segundo es el conocimiento de procedimiento: donde a través de su propia experiencia la información acerca de cómo usar el conocimiento -el momento interobjetual piagetiano-. Aquí la información que se da gira en torno al cómo usar el conocimiento nuevo. Nuevamente, en la tríada que presentan Piaget y García (2000), es el momento interobjetual o interfigural y se estudian las relaciones y las transformaciones de los objetos y, finalmente, el conocimiento condicional: decidir cuando usar el conocimiento -el momento transfigural piagetiano-. Aquí es cuando se explica el momento en que se debe usar el conocimiento. Lo que en dicha tríada se reconoce como el momento transobjetual o transfigural. Momento en el que se construyen las estructuras nuevas que permiten ir más allá del simple conocimiento del objeto, se llega al reconocimiento de la repercusión de dicho objeto en el entorno. Este tercer punto muestra el carácter constructivista y dialéctico de las actividades cognoscitivas.

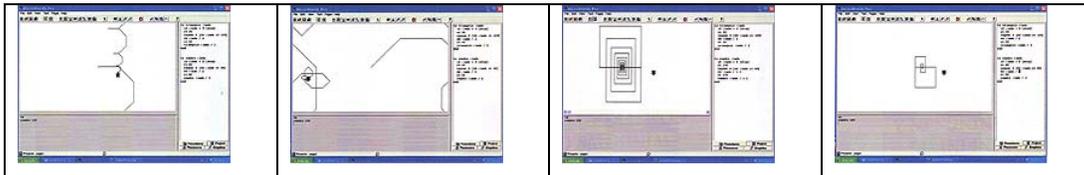
15. La evaluación de los proyectos finales

Establecimos tres niveles para saber el tipo de conocimiento que se había construido.

Nombre	Proyecto	Nivel de transferencia	Tipo de conocimiento	Momento	Concepto fractal empleado como:
Mónica	Rediseño de un juego	Muy alta	Procedimiento y condicional	intrafigural y transfigural	estructural y conceptual
Francisco	Diseño página de internet	Media	procedimiento	intrafigural	estructural
Moisés	Diseño tipográfico	Media	procedimiento	intrafigural	estructural y decorativa
Aurora	Diseño de un parque	Muy alta	procedimiento	intrafigural y transfigural	estructural y conceptual
Vanessa	Diseño de imago tipo	No	ninguno	ninguno	Ni siquiera decorativa

15.a Mónica - Rediseño de un juego

Bocetos:

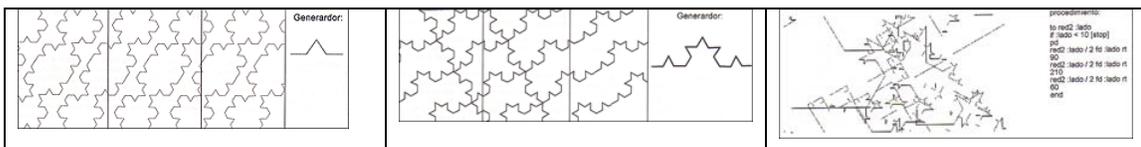


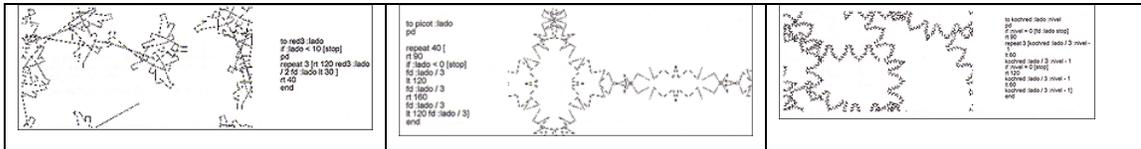
Diseño final:



15.b Francisco - Diseño de una página de internet

Bocetos:





Diseño final:



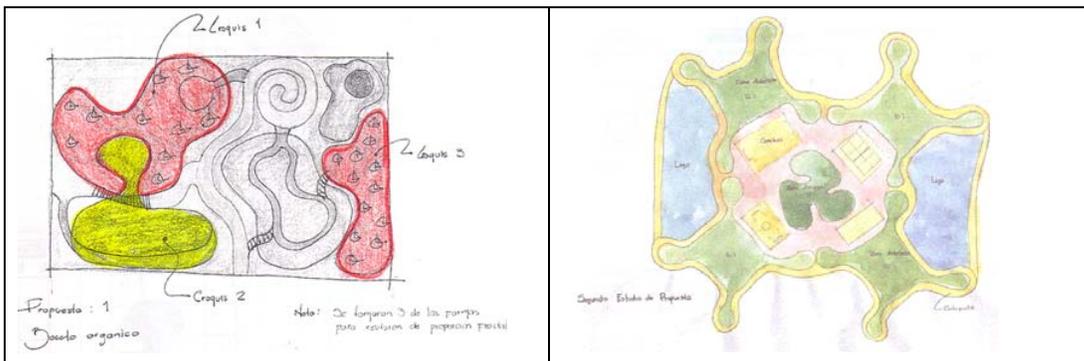
15.c Moisés - Diseño Tipográfico

Este estudiante no empleo Logo para su proceso de bocetaje, pero empleó una parte de otra de las actividades del curso para medir la dimensión fractal de su tipografía y saber si era o no fractal.

12.d Aurora - Diseño de un parque

Esta estudiante tampoco empleó Logo para bocetar su idea, pero también empleó parte de otra actividad para ver la fractalidad de su propuesta.

Boceto y propuesta final:



El último proyecto no se reporta ya que no contuvo ningún concepto fractal.

16. Conclusiones

La participante que no consiguió hacer ninguna transferencia de conocimiento del área de la geometría fractal a la del diseño gráfico fue la que mejor trabajó durante las sesiones. Al parecer no tuvo los suficientes errores durante las actividades ni se interesó en los problemas de sus compañeros como para construir ciertas estructuras mentales. Sí programar en Logo y fractales pero no sabe como aplicarlos en sus diseños.

El contenido debe ser presentado de una manera que les sea significativa a los estudiantes y se debe motivar a que el estudiante construya su propio conocimiento para que pueda realizar las conexiones entre el conocimiento que ya tiene y el nuevo, para que así pueda realizar transferencias de los nuevos conceptos a otras áreas del conocimiento.

Las actividades deben ser cortas. Durante las entrevistas y en los videos pudimos ver que cuando las actividades eran largas los estudiantes se sentían cansados y desmotivados, pero si la misma actividad les era presentada dividida en pequeñas actividades, los estudiantes sentían que iban avanzando rápidamente.

Referencias

- Díaz Barriga Arceo, F. y Hernández Rojas, G. (1998). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo: una interpretación constructivista*. Mc. Graw Hill. México, D.F.
- Elliot, J. (1990). *La investigación acción en la educación*. Ediciones Morata. Madrid, España.
- Frauenstein, T. (1993). *Process-oriented Applicative Programming*. [En Internet]: <http://uebb.cs.tu-berlin.de/lehre/fpTech/SS96/papers/published/TR93-19-tf.html>
- Hoyles, C. & Noss, R. (Editors). (1992). *Learning Mathematics and Logo*. MIT Press. Massachusetts, EE.UU.
- Hoyles, C. & Sutherland, R. (1989). *Logo mathematics in the classroom*. Routledge. Kent, Great Britain

- Hoyles, C. & Noss, R. (1987). *Synthesizing mathematical conceptions and their formalization through the construction of a Logo-base school mathematics curriculum*. International Journal of Mathematics education in science and technology. Vol. 18. No. 4. pp. 581-595
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children. Computers and Powerful ideas*. Basic Books. Inc. N.Y., EE.UU.
- Piaget, J. & García, R. (1982). *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. Siglo XXI. México, D.F.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press. Cambridge, EE.UU.