

## DIMENSIÓN FRACTAL EN EL AULA CON OBRAS DEL MUSEO THYSSEN-BORNEMISZA

Joaquín Comas Roqueta - Ana Pérez-Nieto Mercader  
[jcmages@gmail.com](mailto:jcmages@gmail.com) - [anapereznieto@hotmail.com](mailto:anapereznieto@hotmail.com)  
IES Mar Menor - IES Sierra Minera; España

Núcleo temático: Matemáticas y su integración con otras áreas

Modalidad: CB

Nivel educativo: Medio o Secundario, Terciario o Bachillerato

Palabras clave: dimensión fractal, cuadro, investigación, interdisciplinaridad

### Resumen

*A través de distintas actividades, hemos comprobado que los fractales son siempre una potente herramienta de motivación en el aula. Mostramos una novedosa investigación realizada con alumnos de 2º de ESO en la que se relaciona el concepto de dimensión fractal con las líneas presentes en un cuadro, en este caso en obras seleccionadas del Museo Thyssen-Bornemisza. Tras una presentación de los conceptos de fractal y de dimensión fractal, se muestra una propuesta de trabajo en la que cada alumno selecciona una obra y realiza los pasos diseñados para estimar la dimensión fractal de la obra. Presentamos el método de trabajo y los resultados obtenidos con la finalidad de comparar la “cantidad de líneas” en las obras estudiadas.*

### Introducción

Son numerosas las actividades que los autores de esta comunicación han realizado relacionando la Educación Plástica y las Matemáticas durante sus años de docencia. No es una labor complicada teniendo en cuenta la experiencia adquirida colaborando con otros compañeros en la elaboración y desarrollo de varias Semanas Matemáticas, en las que se trabajan las matemáticas desde todas las áreas. Cada uno en su aula, la búsqueda de nuevas experiencias educativas y metodologías ha sido una constante. Este trabajo es el resultado de dos de estas experiencias diseñadas para los alumnos.

Los fractales han sido un elemento de motivación para el autor y sus alumnos. Sobre ellos se realizó la VIII Semana Matemática, y una investigación junto con la profesora M<sup>a</sup> Jesús Herrera sobre la dimensión fractal de las localidades donde residen nuestros alumnos.

Por otra parte, en el aula de Plástica, la autora colabora con la comunidad Musaraña, gestionada por Educathysen (Departamento de Educación del Museo Thyssen-Bornemisza). Diariamente utiliza las obras del museo para crear experiencias con las que los alumnos aprenden contenidos de esta área.

“*Marrón y Plata I*”, obra de Jackson Pollock (1951. Museo Thyssen Madrid) es el punto de partida de esta experiencia ya que está directamente relacionada con los fractales. Los alumnos participaron en una actividad previa con esta obra como protagonista, “Reinterpretando a Pollock”. En ella pudieron experimentar con nuevas técnicas pictóricas como el dripping (utilizada por Pollock en esta obra) y nuevos conceptos matemáticos, todo esto mediante el juego.

### **Objetivo de la experiencia**

Teniendo en cuenta el interés mostrado por los alumnos hacia el tema, mostramos una novedosa investigación realizada con alumnos de 2º de ESO. Son dos los objetivos principales de la investigación: poder calcular la rugosidad de las líneas presentes en un cuadro (consideramos dichas líneas como un fractal aleatorio o estadístico), aplicando técnicas de geometría fractal, en particular estimaciones de la dimensión fractal de las líneas presentes en un cuadro. Y dar a conocer el comportamiento y utilidad de los fractales, mediante un trabajo de investigación, ayudando a reforzar la presencia de las matemáticas y el arte en nuestra sociedad, entendiéndolos, respetándolos y valorándolos

### **Conceptos previos necesarios**

Antes de poder realizar la investigación, los alumnos debían familiarizarse con varios conceptos matemáticos y plásticos.

Por un lado tratamos de dar a conocer a nuestros alumnos los conceptos de fractal y de dimensión fractal; para ello apoyamos nuestras explicaciones con varios vídeos y páginas web.

Por otro lado, para la obtención de las líneas debíamos clarificar lo que se considera línea en el cuadro. Fue necesario presentar diversos ejemplos para que los alumnos entendiesen lo que se podía o no considerar línea.

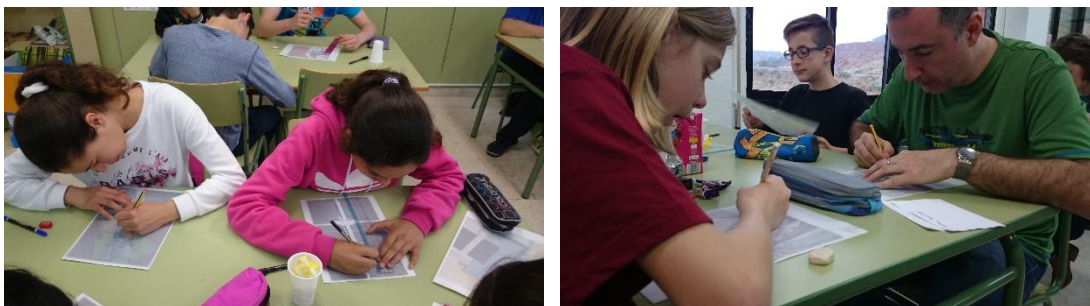
### **Investigación paso a paso**

Se seleccionaron veintiséis obras de veintitrés autores. Todas las obras pertenecen a la colección expuesta en el Museo Thyssen Bornemisza de Madrid, más concretamente obras contemporáneas pertenecientes al cubismo, surrealismo, abstracción...

Las obras seleccionadas para este trabajo están cercanas a este último movimiento artístico por dos motivos. El primero de ellos es que en estas obras, es donde se pueden identificar mejor los elementos del lenguaje visual, y con ello la línea en sus distintas aplicaciones. El otro motivo por el cual hemos elegido estas obras es meramente motivacional. Los alumnos se encuentran más cómodos trabajando con obras más “cercanas”.

Comenzamos el trabajo directo con los alumnos explicándoles durante una sesión los conceptos matemáticos y plásticos básicos para entender el trabajo.

En la segunda sesión se les invitó a “apadrinar” una de las obras seleccionadas del Museo Thyssen-Bornemisza, con el objetivo de conocer al autor, la obra y obtener su dimensión fractal. Cada alumno escogió una obra y se mostraron varios ejemplos para tener un mismo criterio de lo que se puede o no considerar línea.



Figuras 1 y 2: alumnos y profesores marcando las líneas de las obras

Durante las tres siguientes sesiones cada alumno fue calcando las líneas de la obra apadrinada sobre una hoja de papel vegetal. En este tipo de análisis se encuentran problemas usuales de definición para determinar lo que es o no es línea. Para ello es necesario aplicar ciertos conceptos plásticos. Y es que cada artista utiliza los elementos visuales según sus necesidades a la hora de plasmar su realidad. Es por tanto de entender la complicación a la hora de diferenciar la línea en las distintas obras. Así, el punto más delicado fue tener un criterio unificado en esta fase de la investigación, pues como hemos explicado anteriormente el uso del lenguaje visual cambia en cada obra. Para ello determinamos que ante cualquier duda se seguiría el criterio de la profesora de Plástica.



Figuras 3 y 4: explicación e indicaciones de la profesora de Plástica

Conviene recordar que los elementos conceptuales no son visibles. No existen de hecho, sino que parecen estar presentes. Cuando se materializan, se hacen visibles en forma de elementos visuales: forma, medida, color y textura. Cada artista utiliza los elementos según sus

necesidades a la hora de plasmar su realidad. Crean su propio lenguaje, común en algunos casos al de otros artistas de la misma época, surgiendo así (entre otras causas) los distintos movimientos artísticos, de la misma manera en que surgen los distintos idiomas que utilizan el mismo alfabeto. Por todo esto es de entender la complicación a la hora de diferenciar la línea en las distintas obras.

Primero hay que conocer a cada artista en la época correspondiente a la obra a estudiar, e identificar cual es su lenguaje y como lo utiliza. Teniendo siempre en cuenta que un artista puede atravesar distintas etapas creativas, con lo que podemos encontrarnos obras del mismo autor con distintos “idiomas”.

Por todo esto los alumnos, en su recorrido por el estudio de los fractales aprenden sobre arte, el lenguaje visual y los procesos y métodos de creación artística.

Posteriormente se escanearon las láminas de papel vegetal con las líneas de cada obra pasando la imagen a formato TIFF o BMP. A continuación, procedimos a calcular computacionalmente una estimación de la dimensión fractal de la curva obtenida para cada obra mediante el método de Conteo de Cajas (Box Counting), utilizando para ello el programa Fractalyse desarrollado por el Research centre Théna (CNRS-Université de Franche-Comté) y que se puede descargar gratuitamente desde su página.

Cabe observar que para poder comparar la rugosidad debemos fijarnos en las centésimas y milésimas de los valores numéricos de las dimensiones fractales.

Con los datos obtenidos podemos afirmar que hay una correlación entre dimensión fractal de cada obra y la cantidad de líneas presentes. Entre las obras estudiadas, “*Marrón y Plata I*” de Jackson Pollock es la que tiene una mayor dimensión fractal (1’700) seguida de la obra “*Apuro*” de Francis Picabia (1’597), mientras que “*Composición de ocho lados*”, de Kurt Schwitters tiene la menor (1’279).

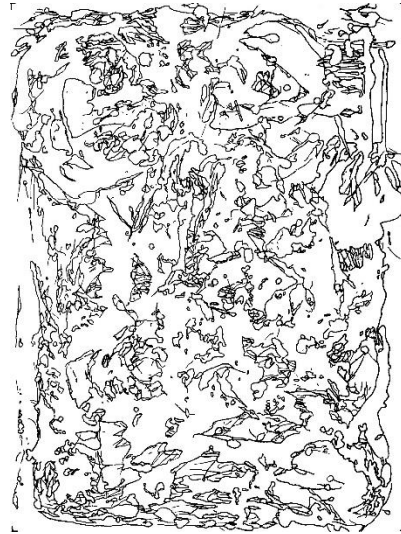


Figura 5: *Marrón y Plata I*, de Jackson Pollock y Figura 6: Líneas presentes en la obra

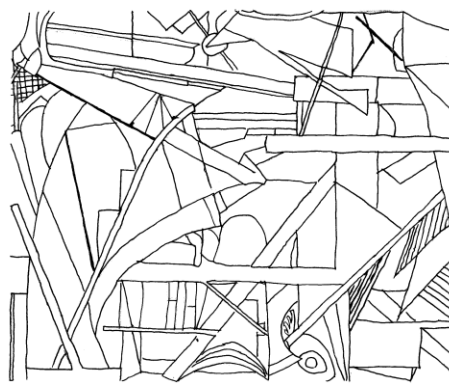
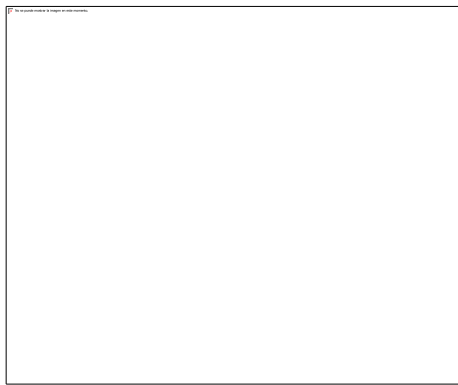


Figura 7: *Apuro*, de Francis Picabia y Figura 8: Líneas presentes en la obra

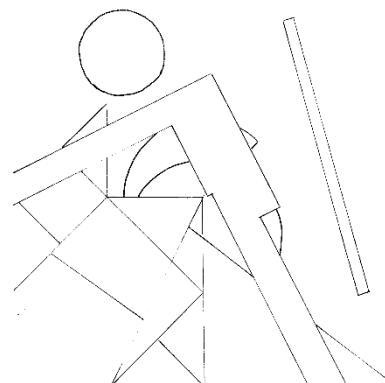


Figura 9: *Composición de ocho lados*, de Kurt Schwitters y Figura 10: Líneas presentes en la obra

## Conclusiones

Nuestro principal objetivo ha sido dar a conocer el comportamiento y utilidad de los fractales, mediante un trabajo de investigación, ayudando a reforzar la presencia de las matemáticas y el arte en nuestra sociedad, entendiéndolos, respetándolos y valorándolos.

Consideramos, que la estimación de la dimensión fractal de una obra de arte puede ser una buena actividad motivadora para sumergir a los alumnos en los fascinantes mundos del arte y los fractales, así como para comprobar las múltiples aplicaciones de estos últimos. Los alumnos descubren que las distintas disciplinas no están aisladas, sino que están conectadas y que la aparición de estas en el tiempo coinciden y no de forma casual.

La experiencia y los resultados así lo corroboran y esperamos que otros alumnos puedan comprobar su potencial para realizar investigaciones en matemáticas.

## Referencias bibliográficas

Alix, J. y Sawin, M. (2000) *Surrealistas en el exilio y los inicios de la Escuela de Nueva York*, catálogo de la exposición. MNCARS. Madrid.

Arnheim, R. (2005) *Arte y percepción visual: psicología del ojo creador*. Alianza Editorial.

Comas, J. y Herrera, M. J. (2010). Cálculo de la dimensión fractal del contorno de una ciudad como trabajo de investigación en secundaria. *Suma*, 65, 23-32.

Comas, J. y Pérez-Nieto, A.M. (2017). Trabajando la dimensión fractal en el aula con obras del museo Thyssen-Bornemisza. *Suma*, 84, (en maquetación).

Mandelbrot, B. B. (1977). *La Geometría Fractal de la Naturaleza*. Traducción Josp Llosa. Tusquets Editores. Barcelona.

Martín, M. A., Morán, M., Reyes, M. (1995). *Iniciación al caos*. Editorial Síntesis. Colección Educación Matemática en Secundaria.

Mayer, R. (1993) *Materiales y técnicas del arte*. Tursen-Hermann Blume.

O'Hara, F. (1959) *Jackson Pollock*. Braziller. Nueva York.

Sandler, I. (1996) *El triunfo de la pintura norteamericana. Historia del expresionismo abstracto*. Alianza Forma. Madrid.

De Mates...¿Ná? (2000). Página web realizada por los alumnos de las asignaturas de Matemáticas del IES Sierra Minera (La Unión, Murcia, España), con investigaciones y

curiosidades matemáticas. <http://dematesna-macroideas.rhcloud.com/> Consultado 09/04/2017

Obras del Museo Thyssen-Bornemisza. <http://www.museothyssen.org/thyssen/home> Consultado 09/04/2017

Programa Fractalyse. <http://www.fractalyse.org/> Consultado 09/04/2017