

**LARA GALICIA, ALINE Y LAGUNAS ARIAS, DAVID (2016). *Signatures Fractales et Peintures Rupestres: Ethnomathématiques mésoaméricaines*. Alemania: Presses**

**Carlos Mandujano Álvarez**

**Instituto Nacional de Antropología e Historia, México**

Este libro constituye un análisis pionero de planteamiento y análisis interdisciplinario para el estudio de las manifestaciones rupestres con la contribución de las ciencias exactas, la arqueología y la antropología cultural. La aplicación de los modelos fractales en este estudio representa una nueva forma de teoría sistemática para explicar la complejidad de los numerosos y diversos sitios rupestres hallados en el valle del Mezquital, región del estado de Hidalgo en México, empleando para ello una serie de técnicas de fotografía digital y software que se utilizan para llegar a un mejor entendimiento y una interpretación más precisa de quién y cómo se crearon las manifestaciones rupestres.

Las diversas técnicas utilizadas en la investigación de las pinturas en el curso de la investigación ha sobrepasado los análisis habituales en arqueología, en los cuales las descripciones de cada uno de los conjuntos rupestres no alcanzan a concretar las relaciones espaciales entre conjuntos o la identificación de una tradición pictórica, basadas en datos concretos de técnica y estilo definidos por el trabajo preciso de cada figura pictórica.

Los autores argumentan que los grupos étnicos que habitaron Mesoamérica en tiempos prehispánicos fueron sociedades bien organizadas, con fluctuaciones y conflictos en las relaciones sociales e intergrupales, pero sobre todo con normas bien definidas evidenciadas en el uso de patrones simbólicos. Por medio del análisis de los fractales los autores argumentan que es posible observar dichas interrelaciones como una especie de

red social con vínculos múltiples en la toma de decisiones para elegir o excluir espacios territoriales fuertemente simbolizados reflejando las relaciones interétnicas en el ámbito mesoamericano.

El libro construye un argumento convincente para el uso de análisis complejos en contextos arqueológicos. Cada uno de los capítulos explora una amplia gama de propuestas y estados de la cuestión de su empleo no sólo en las matemáticas sino en diversas problemáticas contextuales, ya sea a nivel de método y técnica por sí sola o en términos de interpretación cuidadosa y meticulosa de los datos analizados.

La firma fractal se define a través de un número fraccionario proporcionado por la estimación de la dimensión fractal y nombrada como  $D$ , y a partir de este dato se exploran una serie de conjuntos rupestres y sobre todo cómo se diferencian unos de otros por la dimensión fractal que marca una variabilidad entre la técnica, el tamaño y la continuidad en áreas de varios conjuntos.

El capítulo inicial sintetiza el concepto de fractal y su desarrollo en las matemáticas y la informática, y cómo el concepto se integró dentro de las ciencias complejas desde los años setenta del siglo pasado. Se describen las principales características de la estructura fractal y los distintos tipos de fractales que existen hoy en día y se perfila la noción de la autosimilitud y su relación espacio-temporal en los fractales. Esta introducción se acompaña de un breve capítulo acerca de los fractales en la pintura de los artistas del siglo XVIII en adelante, destacando que pintores como Escher, Pollock y Dalí utilizaron patrones bien establecidos para sus pinturas. Con ello los autores tratan de explicar cómo un pintor piensa, reflexiona y establece reglas al pintar.

Para todo investigador en ciencias sociales que se inicia en el campo de las ciencias complejas el siguiente capítulo es un buen punto de partida para conocer los diversos trabajos publicados sobre fractales en antropología. La reflexión parte de una serie de conceptos de cómo se fueron desarrollando los fractales en otras ciencias y cómo la antropología más proclive a integrar los hallazgos de la Teoría de la Complejidad aportó conocimiento y reflexión teórica y metodológica sobre los sistemas complejos.

Por ejemplo, los autores describen la red neuronal, los modelos no lineales, los atractores, los autómatas celulares y los sistemas dinámicos, entre otras aplicaciones. Todas ellas conforman un valioso conjunto de herramientas empleado en algunos trabajos antropológicos que son mencionados por los autores y especialmente en autores como Claude Lévi-Strauss, Edmund Leach y Víctor Turner. En el ámbito arqueológico y de manera general se mencionan los trabajos de Colin Renfrew y Kenneth Cook, entre otros. Entre la literatura más reciente destacan los trabajos sobresalientes sobre complejidad de Frederick Damon y Mark Mosko (2005), la investigación de Ron Eglash en África (1999) y el desarrollo del estado del arte de esta ciencia por Carlos Reynoso (2008).

Seguidamente, los autores realizan una descripción de los distintos análisis que se han utilizado en antropología y arqueología para la aplicación de los fractales, mediante software especializado y sobre todo cómo se fusionan con los modelos mencionados en la primera parte de este capítulo.

Paralelamente, se aporta evidencia de la gama de análisis y se perfila la geometría fractal para el estudio y medición de superficies rugosas. La aplicación de sistemas dinámicos en modelos de explosión demográfica y trayectorias dinámicas son extraordinariamente reveladores para el caso de cambios históricos en Egipto. El siguiente análisis parte de los autómatas celulares y los estudios en diseños geométricos de simbología africana, así como procesos disipativos en el estudio del desarrollo de la cultura *Anazasi*. Las técnicas de percolación utilizadas en los cambios durante el neolítico en la península ibérica y los modelos de asentamientos en el Valle del Mezquital en Hidalgo son también importantes en este capítulo. Finalmente se describen brevemente ejemplos de huellas fractales que pasan a ser el motivo principal de exposición en el libro. También se incluyen los estudios de puntas de proyectil y arte rupestre en África.

En el capítulo siguiente los autores desarrollan el objeto de estudio, las manifestaciones rupestres del Valle del Mezquital. Describen los aspectos arqueológicos de la región, los trabajos desarrollados en esta área por ciencias complejas y a partir de ello la propuesta metodológica aplicable en las pinturas. Para ello los autores presentan las dos micro áreas dentro de la región en las cuales se ubican los conjuntos rupestres. Los autores señalan el porqué de la elección de estos dos espacios y se describe cada conjunto con sus pinturas.

En el tratamiento del análisis fractal se muestra la metodología y el software utilizado para la medición de los elementos fractales. Así se plantea que las dimensiones (D) obtenidas a partir del software ofrecería las probables comparaciones y las identificaciones de técnicas para finalmente identificar una tradición cultural pictórica prehispánica. Para su definición los autores amplían el estudio en base a otros tratamientos dentro del software tratando de obtener un estudio de capas de pintura y técnicas más fiables.

Es importante señalar que los autores aplican el análisis de fractales a través de un algoritmo del *Box counting* o conteo de cajas, una técnica para medir la dimensión fractal visualizada en la pendiente y gráficas fractales. Los resultados fueron obtenidos a través de dos procesos fractales, por un lado, la fase de exploración de los tonos de gris de la imagen que incluye diversos tratamientos fractales y por otro el tratamiento de binarización para la identificación de la huella fractal.

El estudio proporciona un análisis detallado de las relaciones algorítmicas entre los distintos tratamientos que intervienen en la configuración de trabajo de las 77 pinturas estudiadas. Cabe destacar la excelente presentación de los datos de cada uno de los tratamientos fractales y cómo cada uno de ellos puede servir para estudiar en conjunto

la dimensión fractal o bien una problemática específica dentro de la pintura. Varios de los tratamientos fractales mencionados en este capítulo son aplicados en un solo caso como es la distribución fractal que se aplica a la distribución de todos los conjuntos rupestres en toda la región del Mezquital. Este enfoque puede ser pionero en el desarrollo posterior de este tema para conocer con mayor exactitud su impacto en los patrones de asentamiento, los cuales son objeto de análisis e interpretación habitual en prácticamente toda la arqueología mexicana.

El libro deja entrever que el análisis fractal está persiguiendo un objetivo común y es presentar una nueva alternativa de estudio en las manifestaciones rupestre y que ello sirva para comprender mejor el patrón de estos conjuntos con el fin de obtener un indicador de una identidad artística y configuración simbólica en las pinturas prehispánicas.

Una gran parte de la integración realizada de cada uno de los tratamientos determinó una posible forma de detallar la fabricación de las pinturas; otros tratamientos como la rugosidad evidenciaron elementos que “sobresalen” con los tratamientos fractales y que ya habían desaparecido a la percepción del ojo humano, esto es, capas de pintura o figuras demasiado borrosas. De estos dos resultados, el exponente de Hurst (un tratamiento fractal) aportan según los autores una nueva forma de predecir el estado de conservación de las pinturas, comparando a posteriori fotografías tomadas antes y después de cada estudio.

Los autores llegan a la conclusión de que existen dos grandes grupos que pudieron pintar los iconos rupestres. Así, en base a ciertas reglas y símbolos los artistas pudieron plasmar su huella de grupo o cultura en la región. Paralelamente, los diversos estudios arqueológicos de la región parten de la hipótesis de que en el valle del Mezquital habitaron dos grandes grupos durante la época en la que fueron pintados los conjuntos, los *Mexicas-Aztecas* y los *Hñähñü-Otomíes*, siendo éste el grupo mayoritario. Si los resultados de los fractales identificados se suman a esta hipótesis los fractales proporcionarían esta diferencia a través de la simbología local. Un elemento adicional de relevancia es observar cómo el tratamiento de rugosidad evidencia técnicas por medio del contorno de las imágenes, el recubrimiento de la misma figura en distintas fases y la sobreposición de capas. Esta última debe ser más trabajada en otras pinturas.

En suma, el estudio compara dos áreas y cada una de ellas otorga una variable de dimensiones según su valor fractal y como tarea pendiente sería provechoso ampliar este estudio al resto de los conjuntos y con ello comparar en un estudio macro las representaciones que comparten dimensiones y sobre todo técnicas y estilos fiables. Esta empresa no carece de trascendencia. Esta aplicación macro aportaría nuevas interpretaciones, no sólo en el Valle del Mezquital, sino probablemente en todos los estudios rupestres en el mundo.

En la medida en que esto ocurre , el estudio de los fractales en las pinturas dará lugar a una mayor precisión científica. Un enfoque que en realidad se establece sin ninguna duda desde el controvertido concepto de Mesoamérica y en el que los patrones y características similares siempre está presente. El libro es sin duda una propuesta importante respecto a comprender cómo los individuos operan en el entorno social, las reglas simbólicas y sobre todo como las matemáticas y los software pueden comprobar nuevas formas de estudio en la arqueología. Merece ser leído y discutido.