

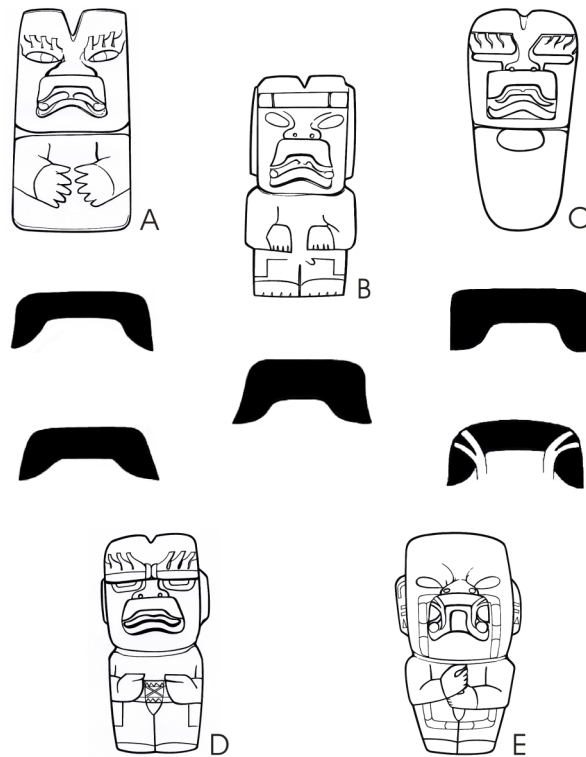
MATEMÁTICAS APLICADAS A LA ICONOGRAFÍA
MESOAMERICANA: DETECCIÓN DE SIGNOS POR
MÉTODOS Y PRINCIPIOS DEL *RECONOCIMIENTO DE*
PATRONES

Octavio Quesada García

Al estudiar la cultura antigua de Mesoamerica, he encontrado en muchas expresiones plásticas un elemento formal de generalizada permanencia. Éste aparece, inicialmente, como contorno del labio superior de los rostros figurados en las llamadas hachas votivas olmecas (figura 1); de allí se difunde a todas las siguientes etapas de dicha cultura. He denominado, para fines de estudio, signo *Uno* a tal elemento y a su descripción e interpretación se dedica otro espacio (Quesada, 2006); en éste, sólo se reseña un trabajo que expone una manera de localizarlo en imágenes de nuestros monumentos antiguos, mediante aplicaciones de la matemática desarrolladas recientemente en la Universidad Nacional Autónoma de México (Frauel, 2005).

El *Reconocimiento de Patrones* es un campo de las matemáticas aplicadas enfocado al análisis y reconocimiento de la forma. Ésta es una propiedad intrínseca de los objetos y de sus representaciones. “Mientras que el color, el movimiento o la intensidad, pueden medirse con relativa facilidad y describirse con unos cuantos parámetros bien definidos, la forma es algo mucho más sutil y complejo, al grado de no haberse establecido, hasta el momento, qué aspectos de ella son importantes para aplicaciones como la de su reconocimiento” (Frauel, 2005). Muchas y muy diversas técnicas de análisis y detección de la forma han sido propuestas y utilizadas en distintos problemas de reconocimiento. Entre ellas pueden mencionarse, y sólo a manera de ejemplos, la extracción secuencial de aspectos de la forma (Agrawala, 1977), la coherencia por comparación con patrones binarios (Ballard, 1982) y la utilización de los así llamados *números forma*. Con estos últimos puede

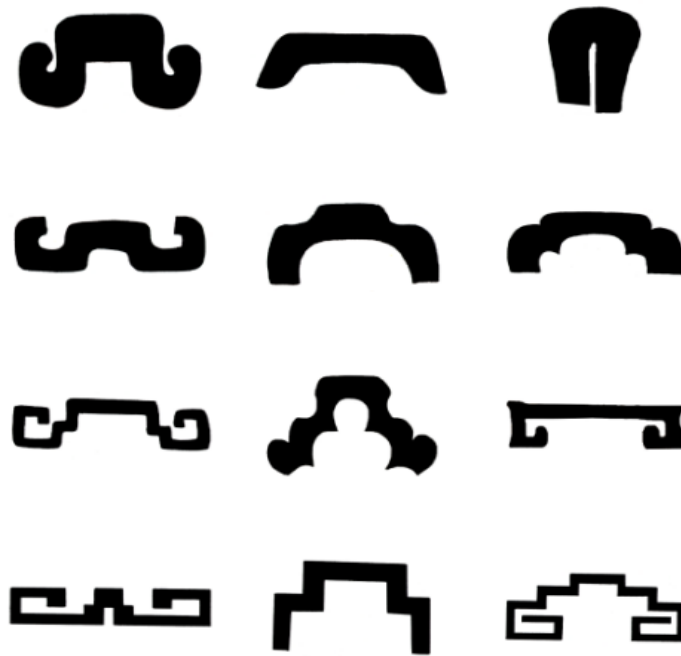
describirse prácticamente cualquier forma bi- o tridimensional, permitiendo, entre otras cosas, comparar con precisión dos formas por medio de la aplicación de medidas de similitud (Bribiesca, 1980).



1) Signos Uno Olmecas. Hachas ceremoniales con rostros estilizados y contornos de sus labios superiores. (A) Región Mixteca, Oaxaca, México; Museo Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México. (B) Cuautla, Morelos, México; Hudson Museum, Maine. (C) La Venta, Tabasco, México; Museo Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México. (D) Procedencia regional desconocida, México; British Museum, Londres. (E) Sur de Veracruz o Tabasco, México; American Museum of Natural History, Nueva York. Dibujos de César Fernández Amaro.

Hace cinco años, investigadores del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, y del Instituto de Investigaciones Filológicas, ambos de la Universidad Nacional Autónoma de México, iniciamos un trabajo interdisciplinario conjunto tendiente a reconocer en dibujos o imágenes digitalizadas de monumentos prehispánicos, un signo mesoamericano identificado en el curso de mi propia investigación, y al que me referí al principio como signo Uno. Dicho signo, presente en muy diversas tradiciones de Mesoamérica, muestra una variabilidad intensa de su forma; no obstante, retiene siempre rasgos estructurales que lo identifican. Las figuras 2 y 3 muestran algunos ejemplos de este signo, provenientes de distintos períodos y regiones culturales mesoamericanas, en donde se puede apreciar el amplio espectro de formas por medio de las cuales fue figurado. Como es fácil inferir de estos conjuntos, los métodos hasta hoy utilizados para implementar medidas de similitud no son aplicables al signo en cuestión, debido fundamentalmente a su acentuado polimorfismo.

Para abordar el problema, alternativamente se propuso un método basado en reglas, las cuales describen las características constantes del signo. Por ejemplo, que es un arco apoyado sobre sus extremos, que presenta un solo eje de simetría vertical el cual lo divide en dos imágenes especulares, o que, si se traza una línea a lo largo del sobredicho eje, ésta cruza el signo una sola vez. Además, para definirlo a mayor profundidad se añadieron condiciones restrictivas acerca de la forma de los extremos del signo, incluyendo límites de tolerancia o valores *umbral*. Con esta base y por medio de tal aproximación al problema, se construyó un algoritmo que reconoce e identifica muy diversas variantes del signo, hasta hoy, en un dibujo digitalizado. Lo anterior, independientemente de la escala y orientación con las que el signo se muestre. El algoritmo mostró alta eficiencia en la identificación; reconoció todos los ejemplos de las figuras 1 y 2 y muchos más, como los mostrados en la figura 3. Por el contrario, rechazó correctamente otros signos y formas aleatorias del tipo de los mostrados en la figura 4.



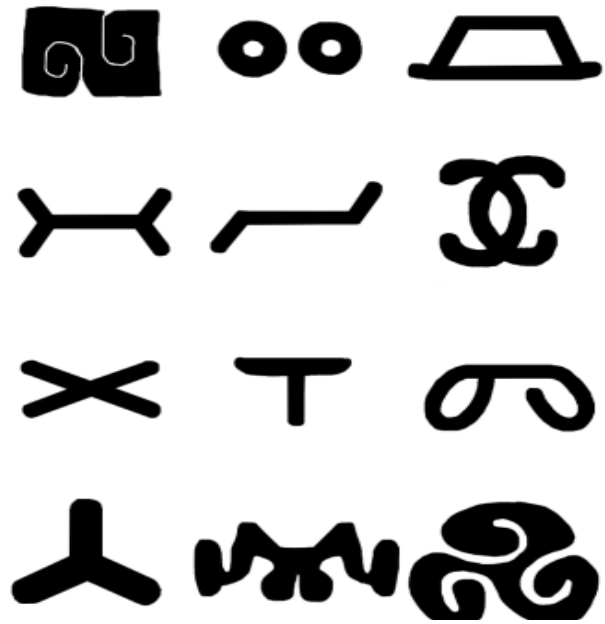
2) Signos Uno provenientes de distintas regiones culturales y períodos de Mesoamérica.

Al aplicarlo sobre una imagen “compleja”, como puede serlo la del anverso de la Estela 1 de Xochicalco, detectó correctamente cerca del 90% de los casos en los que el signo se muestra entero en ese monumento (17 en total, con al menos cinco variantes formales, figura 5B), no reconoció aquellos donde el signo se figuró incompleto (figura 5C) mientras que identificó tres falsos positivos (figura 5D), un alto grado de eficiencia considerando la dificultad de la tarea. El tiempo de extracción de formas y detección del signo en esta imagen particular, fue de 13 segundos en una computadora personal de uso común en la actualidad.



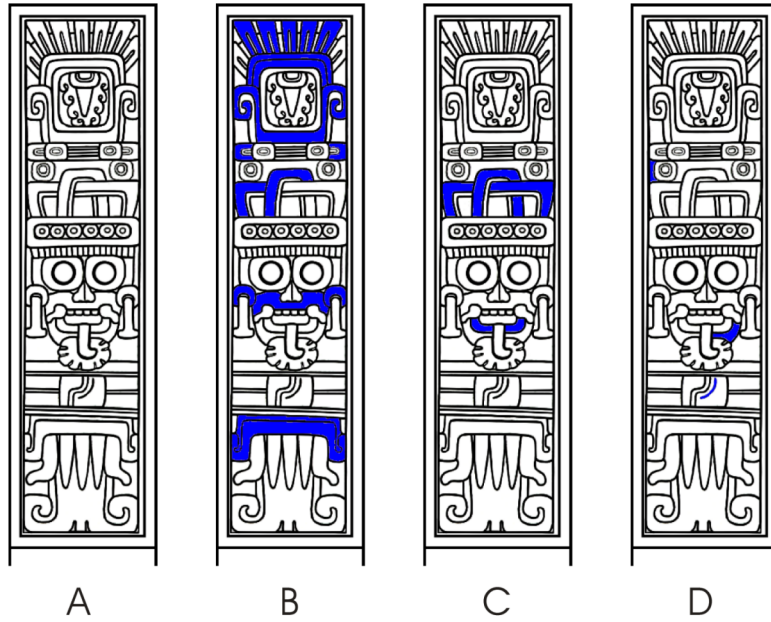
3) Signos Uno identificados en sellos prehispanicos de distintas regiones culturales y períodos de Mesoamérica.

El enfoque utilizado en el estudio, tiene además la virtud de poder ajustarse por medio de la incorporación de nuevas reglas en el algoritmo, o por la modificación de los valores umbral que utiliza. Dichos ajustes pueden derivar de la exposición sistemática e intensiva a un catálogo mayor de variantes, de observaciones directas de la investigación iconográfica, en la que es de esperarse se identifiquen nuevas variantes del signo hasta hoy desconocidas.



4) Otros signos provenientes de Mesoamérica y formas generadas por computadora.

El resultado de este trabajo es una herramienta de utilidad para la investigación iconográfica de la plástica mesoamericana, por medio de la cual es ahora posible sistematizar la detección del signo Uno, no obstante su marcado polimorfismo, en imágenes de monumentos de nuestra antigua cultura, facilitando así los estudios comparativos. Además, provee de sustento riguroso a la identificación realizada por el investigador, y aun puede sugerirle otros signos, no considerados previamente, como posibles elementos del conjunto estudiado.



5) Estela 1 de Xochicalco, Morelos, México. (A) Dibujo del anverso de la estela. (B) Unos detectados correctamente por el algoritmo en esa imagen. (C) Unos incompletos no detectados. (D) Falsos positivos.

El estudio, finalmente, hasta donde sabemos, constituye el primero en el campo del *Reconocimiento de Patrones* aplicado a la iconografía mesoamericana, y es ejemplo tangible de las amplias posibilidades ofrecidas por los estudios interdisciplinarios y multidisciplinarios.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRAWALA, A. K., and KULKARNI, A.V.
1977 “A sequential approach to the extraction of shape features”, *Computer Graphics and Image Processing*, 6, pp. 538-557.
- BALLARD, D. H., and BROWN, C.M.
1982 *Computer Vision*, New Jersey, Prentice Hall Englewood Cliffs .
- BRIBIESCA, E., and GUZMÁN, A.
1980 “How to describe pure form and how to measure differences in shapes using shape numbers”, *Pattern Recognition*, 12, pp. 101-112.
- FRAUEL, Y., QUESADA, O., and BRIBIESCA, E.
2005 “Detection of a polymorphic Mesoamerican symbol using a rule-based approach”, *Pattern Recognition*, 39, pp. 1380-1390.
- QUESADA GARCÍA, Octavio
2006 *Tres Signos. Escritura antigua de Mesoamérica*, México, Universidad Nacional Autónoma de México.