



La noción de circularidad en la antigua Grecia

Jorge Barojas Weber

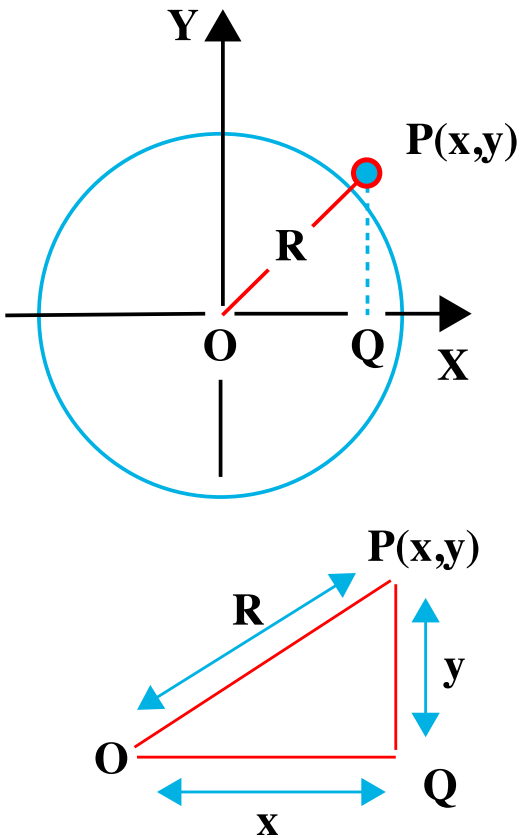
Se describe el proceso de conceptualización de espacios en contextos dictatoriales y democráticos en la Grecia antigua. Además, se considera el desarrollo de construcciones de espacios sociales y científicos, en conexión con la noción de circularidad aplicada a cuestiones políticas, arquitectónicas, geométricas y astronómicas.

Ciertas nociones pueden conceptualizarse según estilos que son dictatoriales o democráticos. Por ejemplo, la propiedad de circularidad de la curva denominada circunferencia puede concebirse según dos estilos que lo expresan de manera diferente, aunque geoméricamente sean equivalentes: (a) dictatorialmente, toda distancia entre el centro y cualquier punto exterior que pertenezca a la circunferencia **debe ser** una constante y (b) democráticamente, todo punto en una circunferencia está a una distancia de un punto interior llamado centro que es la **misma para todos**.

Desde un punto de vista cognitivo, las conceptualizaciones dictatoriales son negativas, restrictivas, centrífugas, van del centro a la periferia: “tienen que obedecerme todos esos puntos que están ahí en el exterior formando una circunferencia”. Las conceptualizaciones democráticas son atractivas, liberadoras, centrípetas, van de la periferia al centro: “nosotros, que estamos relacionados de manera circular formando una curva cerrada, discutimos y decidimos lo que debe hacerse desde el centro”.

Por supuesto, en términos generales hay diferencias y hasta oposición entre estos dos estilos de conceptualización. La equivalencia en la circunferencia es mera coincidencia matemática, culpa de Pitágoras y del hecho de que, en coordenadas cartesianas, la ecuación de la circunferencia es de la forma $x^2 + y^2 = R^2$. Veamos porqué.

- Consideremos dos ejes mutuamente perpendiculares que se cruzan en el origen O: el eje horizontal de las abscisas X y el eje vertical de las ordenadas Y.
- Tracemos una circunferencia de radio R centrada en O.
- Seleccionemos un punto P de coordenadas x e y, que indicaremos como P(x,y), y bajemos una paralela al eje Y desde el punto P para intersectar al eje X en el punto Q.
- Recordemos que en el triángulo rectángulo OQP, los segmentos OQ y QP, así como OP, se denominan, respectivamente, catetos e hipotenusa.
- Apliquemos el teorema de Pitágoras al triángulo rectángulo OQP: $(OQ)^2 + (QP)^2 = (OP)^2$.
- Consideremos que para todo punto P(x,y) de la circunferencia se forman triángulos rectángulos similares a OQP donde se cumple la relación pitagórica anterior, por lo que, identificando OQ con la coordenada x, OP con la coordenada y, y OP con el radio R, resulta $x^2 + y^2 = R^2$.



La conceptualización de centralidad tuvo significativos avances en la Grecia antigua en cuestiones de política, arquitectura, geometría y astronomía. Tomamos como referencia la conferencia del antropólogo e historiador francés Jean-Pierre Vernant (1914-2007), *Geometría y astronomía esférica en la primera cosmología griega*, publicada en francés en 1963 en la Revista *La Pensée*. Durante la Segunda Guerra Mundial, Vernant encabezó en Toulouse la resistencia contra la ocupación alemana.

Con el fin de ubicarnos en la Grecia antigua, la siguiente Tabla indica lo más significativo de la época en tres aspectos: sucesos y obras escritas (primera columna), desarrollos en Matemáticas y Astronomía (segunda columna) y construcciones y contribuciones en ciencia y tecnología (tercera columna). Todas estas aportaciones se han clasificado en tres periodos, todos ellos anteriores a la era Cristiana, siguiendo el criterio de Will Durant.

TABLA DEL TIEMPO DE GRECIA EN LA ANTIGÜEDAD

SUCESOS Y OBRAS ESCRITAS	DESARROLLOS EN MATEMÁTICAS Y ASTRONOMÍA	CONSTRUCCIONES, CIENCIA Y TECNOLOGÍA
PERIODO 1. El surgimiento de Grecia (1000 a.C. – 480 a.C.)		
• Homero escribe la <i>Iliada</i> y la <i>Odisea</i> (alrededor de 840). • Hesíodo escribe la <i>Teogonía</i> (entre 700 y 800). • Reformas políticas y sociales promovidas por Solón de Atenas (638-558). • Ataque violento a la escuela de la hermandad pitagórica en Crotona (cerca de 508).	• Tales de Mileto (624-546): predicción de un eclipse solar (en 585). • Anaximandro de Mileto (610-546): introduce el uso del reloj de sol y propone un modelo cilíndrico de la Tierra (en 570). • Pitágoras de Samos (529-475): enseña que la Tierra está en el centro del universo. • Parménides de Elea (514-470): escribe <i>Sobre la naturaleza</i>: defiende la forma esférica de la Tierra.	• Antiguo templo de Atenea Polias edificado en el periodo geométrico (entre 900 y 700). • Santuario de Apolo en Dreros, isla de Creta (cerca de 750). • Santuario de Apolo en Dreros Templo de Zeus Olímpico en Agrigento, Sicilia (iniciado en 480).
PERIODO 2. La edad de oro (480 a.C. – 400 a.C.)		
• Pericles (495-429) promueve reformas políticas y acciones sociales y culturales. • Sócrates de Atenas (470-399); Platón presenta en sus <i>Diálogos</i> la obra filosófica de su maestro. • Jenofonte (431-354) escribe la <i>Anábasis o Expedición de los diez mil</i> (entre 385 y 368).	• Anaxágoras de Clazómenas (500-428) afirma que el Sol no es un dios sino una bola de fuego incandescente. • Empédocles de Agrigento (484-424): considera que el Amor y el Odio son dos fuerzas que dan vida al cosmos. • Filolao de Crotona o Tarento (470-380) supone que existe un fuego central alrededor del cual dan vueltas el Sol, la Luna y los planetas; además indica que la Tierra gira.	• Reconstrucción de Mileto por Hipodamos (cerca de 479). • Partenón de Atenas (construido entre 447-432). Trabajos del escultor Fidias (500-431). • Leucipo de Mileto (siglo V a.C.) y Demócrito de Abdera (460-357) desarrollan la teoría atómica de la materia; indican que la Vía Láctea contiene estrellas y la Luna es como la Tierra.
PERIODO 3. Declinación, caída de la libertad y dispersión (400 a.C. – 146 a.C.)		
• Platón (427-347) funda la Academia en 386-7; formula su teoría de los cuatro elementos. • Aristóteles (384-322) funda el Liceo en 334-5; especula acerca del movimiento. • Epicuro de Samos (341-271/270): funda la escuela de filosofía El Jardín (cerca de 306); en Carta a Pitocles trata de fenómenos astronómicos y meteorológicos; previene contra los mitos y teorías de lo sobrenatural.	• Dicaearchus de Messana (370/323-320): construye un mapa de la Tierra en forma esférica (cerca de 355). • Euclides (325-265): <i>Elementos</i>, tratado de aritmética, geometría y álgebra que sintetiza el conocimiento de la época. • Aristarco de Samos (310-230): propone un modelo heliocéntrico del sistema solar. • Eratóstenes de Cirene (276-194): calcula la circunferencia de la Tierra. • Apolonio de Perge (262-190): autor de <i>Las cónicas</i> y, posiblemente, de una teoría de los epiciclos acerca del movimiento planetario.	• Teatro de Epidauro, en el santuario de Asclepio (cerca de 350). • Construcción de <i>stoas</i> en el ágora de Atenas: espacios públicos para la vida social (a partir de 180). • Arquímedes de Siracusa (287-212): explica el principio de la palanca y construye un tornillo para subir agua, una garra para enganchar y derribar barcos, un sistema de espejos para incendiar naves enemigas, explica la flotación de los cuerpos,...



Este artículo consta de dos secciones. En la primera sección consideramos la construcción de espacios circulares en la vida comunitaria y hacemos referencia al filósofo Ferécides de Siros (580 a.C. – 520 a.C.), al poeta Homero (siglo VIII a.C.) y al arquitecto Hipodamos de Mileto (498 a.C.- 408 a.C.). En la segunda sección abordamos el concepto de circularidad en relación con la definición de espacios geométricos y astronómicos; además, describimos aportaciones del poeta y filósofo Hesíodo de Ascra, Tebas (cerca de 800 a.C.) y del filósofo, geógrafo y físico Anaximandro de Mileto, Jonia (619 a.C. – 546 a.C.).

La construcción de espacios sociopolíticos y arquitectónicos

Antes de la aparición de las instituciones políticas en Grecia, en la organización social el rey-sacerdote ocupaba el nivel más alto; era un dictador que dominaba a la población en condiciones de sumisión. Los asuntos de interés público no se discutían; se ordenaban, imponían y acataban, siempre del centro a la periferia. No había oportunidades para comunicar ni para debatir.

Cuando surgen las ciudades griegas (*polis*), la escritura se convierte en un instrumento de transformación de lo privado en público. Es así como **Ferécides**, probablemente el primer escritor en publicar una obra filosófica en prosa, quien tal vez fuera maestro de Pitágoras, convirtió su libro en un objeto de comunicación para transformar sus conocimientos privados en posibilidades públicas de discusión. Así actuó democráticamente para compartir ideas con sus lectores.

Fuente: https://www.labrujulaverde.com/wp-content/uploads/2020/12/Pherecydes_of_Syros_recent_bust_Syro208-1.jpg



En el canto II de la *Odisea*, **Homero** narra que Telémaco, el hijo de Ulises y Penélope, preocupado por alejar a los pretendientes que acosaban a su madre, convoca a un grupo de militares a reunirse en el *ágora* (del griego *asamblea*). Se atribuye a este mismo poeta la expresión *ageirien laon*, que quiere decir: juntar a la armada. Y es que los guerreros se agrupaban en formación militar haciendo una circunferencia y cuando alguien quería tomar la palabra pasaba al centro para expresarse muy democráticamente.

Fuente: https://www.biografiasyvidas.com/biografia/h/fotos/homero_2.jpg



Ante la comunidad, el *ágora* señalaba la aparición de instituciones en organizaciones centralizadas en lo político, con un centro en lo social, urbano y cultural. Era un espacio donde todos participaban; en el centro se aplicaba la ley en condiciones de igualdad, equilibrio, simetría y reciprocidad. Es notable observar la centralidad del *ágora* en el plano de la reconstrucción de la ciudad de Mileto (Figura 1), elaborado por el urbanista **Hipodamos**, alrededor del año 479 a.C.

Fuente: http://3.bp.blogspot.com/XLSEv87sndY/T4xNhiCULDI/AAAAAAAAAK0/qdh4SkbUH-c/s200/grecia_arquitectohipodamosdeMileto.jpg

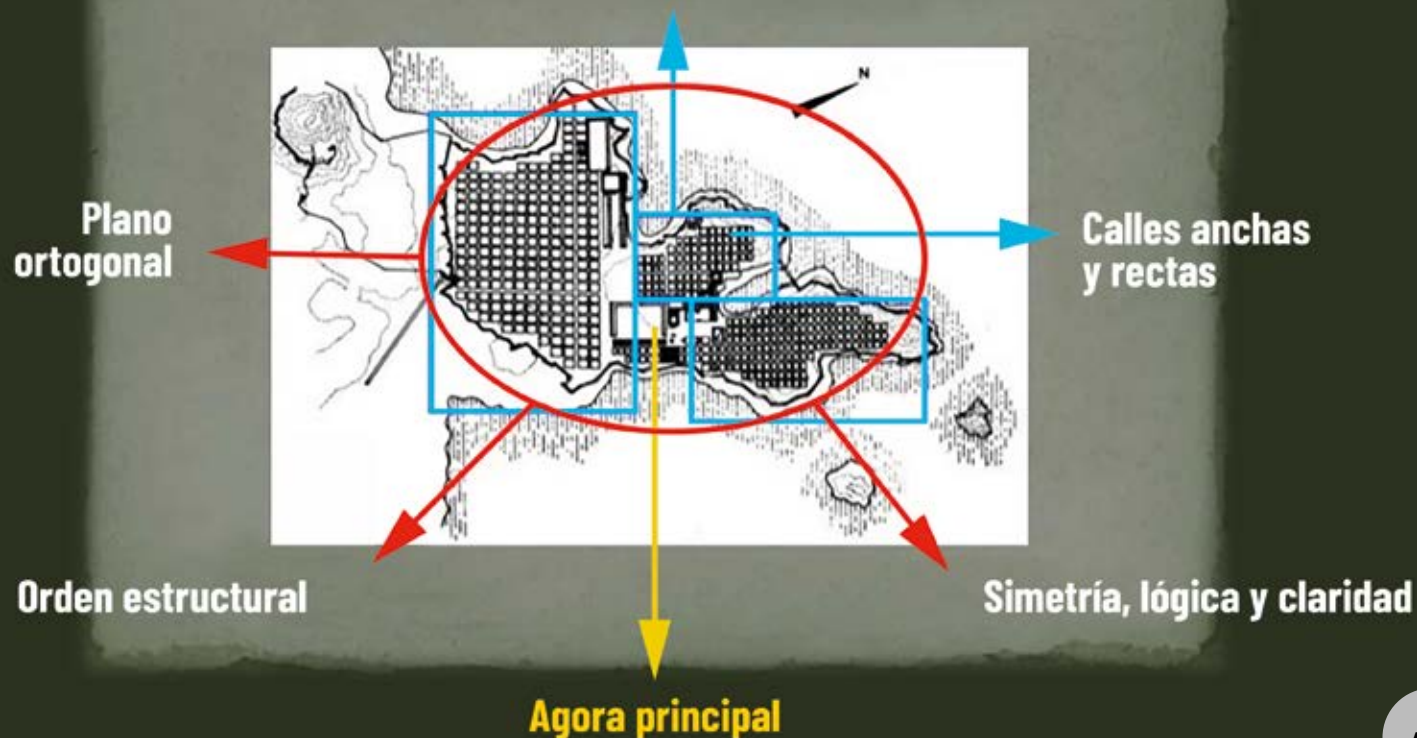


Figura 1. Plano de la reconstrucción de la ciudad de Mileto. Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/hipodamodemileto-141007173559-conversion-gate02/95/hipodamo-de-mileto-5-638.jpg?cb=1412703392>

La construcción de espacios astronómicos y geométricos

De acuerdo con Vernant, la nueva imagen de la sociedad democrática en Grecia es paralela a una nueva imagen del espacio astronómico y geométrico; conlleva cambios conceptuales donde las nociones de centro y centralidad son cruciales. Por el contrario, en momentos y lugares diferentes, el desarrollo de la astronomía babilónica sirvió de apoyo a una religión relacionada en el conocimiento de los astros, concebidos como divinidades cuyas intenciones podían percibirse si se observaban sus posiciones.

Quienes escudriñaban el cielo babilonio eran escribas al servicio del rey, con la obligación de registrar la actividad económica del reino y contabilizar los acontecimientos terrestres y celestes. Aportaron a la construcción del conocimiento siguiendo órdenes reales, pero tan solo realizaron cálculos aritméticos, para nada conectados a un sistema geométrico de representación espacial de posiciones y movimientos. Desarrollaron la noción de circularidad dictatorial.

Por su parte, la astronomía griega, desligada de toda religión, propuso explicaciones acerca de la estructura y el funcionamiento del mundo sin referirse a divinidades o a prácticas de rituales. Aunque estuvo llena de creencias míticas, aceptaba aportaciones diferentes, elaboradas con el fin de que los demás también entendieran cómo estaba el mundo. Se empezaba a desarrollar la noción de circularidad democrática.

Según **Hesíodo**, la Tierra era una vasija dentro de la cual se encontraba el mundo encerrado por Zeus para evitar que saliese a la luz el mundo subterráneo del desorden. Era un universo de espacios estructurados: en el nivel superior Zeus y los dioses inmortales, en el segundo los hombres y en el tercero la muerte y los dioses subterráneos. En este universo mitológico la Tierra permanecía estable en un espacio circular y debía apoyarse en algo que le daba sustento y respecto de lo cual dependía.



Fuente: <http://k43.kn3.net/05F668AAE.jpg>

Sin embargo, los físicos jónicos se opusieron a esa imagen enclaustrada de la sociedad y del universo. Pertenecieron a esta escuela de pensamiento: Tales (624 a.C. – 546 a.C.), su discípulo Anaximandro (610 a.C. – 546 a.C.) y Anaxímenes (590 a.C. – entre 528 y 525 a.C.); todos ellos nacidos en Mileto, Jonia. Para ellos, la mitología era dictatorial, limitada e insuficiente; buscaron explicaciones racionales propias de un replanteamiento democrático de la representación e interpretación del espacio en el universo.

Para Anaximandro la Tierra era de forma cilíndrica y no plana: una columna truncada en equilibrio en el centro del cosmos. De esta noción se derivó una concepción esférica del universo y la explicación de por qué la Tierra permanecía inmóvil sin caerse: al estar en el centro se encontraba a igual distancia de todos los puntos de la circunferencia. Como claro ejemplo de conceptualización democrática, se conformaba así un espacio definido por relaciones matemáticas de distancia y posición.

Fuente: <https://tse2.mm.bing.net/th?id=OIP.f2q2uAg6X3Z4c3N2gbBFHQAAAA&pid=Api&P=0>



En la Grecia antigua la noción de circularidad fue significativa; tuvo consecuencias en la construcción del espacio urbano y en la organización política donde el ágora fue el centro de las discusiones y las decisiones. Dicha noción coexistió de manera análoga con la conceptualización de un espacio geométrico para explicar la forma de la Tierra y de un espacio astronómico para dar una idea de la estructura del universo. Así nació la ciencia griega: primero el abandono de la dictadura del dogmatismo y la superstición; luego la democratización del acceso al conocimiento y la libertad para su comunicación, discusión, aplicación y transformación.



Referencias

- Durant, W. (1966). *The story of civilization. 2. The Life of Greece*, New York, Simon and Schuster.
- Hellemans, A. y Bunch, B. (1988). *The Timetables of Science. A Chronology of the Most Important People and Events in the History of Science*. New York. Simon and Schuster.
- Vernant, J.P. (1963). *Géométrie et astronomie sphérique dans la première cosmologie grecque*. Revista La Pensée.

Ficha del autor

Jorge Barojas Weber: cvide15@gmail.com

Profesor del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias y tutor en el Doctorado en Ciencias de la Administración (línea de investigación en administración del conocimiento), ambas de la UNAM. Ha sido investigador adscrito a la Unidad Académica del ILCE.

Accede a tu tienda de aplicaciones



o , busca

ILCE PLAYER
e instala en tu dispositivo móvil.

En la App podrás navegar para ver todo nuestro contenido con énfasis en innovación, tecnología y educación: **Canal Internacional - señal que nos une -**, **Radio ILCE**, **Webinars y eventos** e **ILCETV**.

¡descarga nuestra app!



ILCE
player



ILCE