

.. y sin embargo se mueve ¹

Patricio Cordero S.

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
 Universidad de Chile

Comienzos

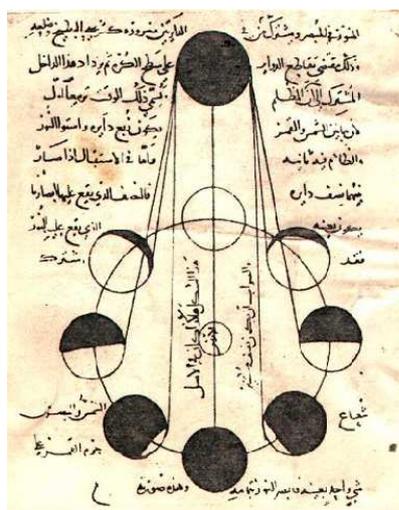


Diagrama original de al Biruni. El Sol arriba es un círculo negro. Abajo la luna en sus distintas fases rotando alrededor de la Tierra.

Con las invasiones bárbaras y la caída del Imperio Romano el pensamiento de la civilización y la cultura antigua, los restos del Imperio, es más lenta en la zona oriental. La sabiduría clásica no muere ahí, sino que se va al exilio. Las obras griegas son traducidas en Bagdad al sirio primero y después al árabe. Así es como la ciencia árabe tiene un gran surgimiento a partir del siglo IX y, algunas centurias después, maravillará al mundo cristiano. La cultura islámica, y junto a ella el idioma árabe, se propaga, vía el norte de África, hasta la península ibérica en occidente y hasta China por el oriente.

La propagación de los números hindues hecha por los árabes en el siglo IX, a través de la obra del persa Mohamed ibn Musa alkhawariznai, es un ejemplo. La lista de los grandes sabios islámicos es enorme. Uno de ellos es al-Biruni (973-1048) que, entre otras cosas, discute la rotación de la tierra en torno a su propio eje, la explicación de las fases de la luna y también formula la hipótesis del movimiento de nuestro planeta en torno al sol. Otro ejemplo

¹Publicado en la revista *La Ciruela* en junio de 1980

es al-Hazen (965-1038) quien hace importantes contribuciones a la óptica demostrando poseer una habilidad experimental superior a los griegos. Su obra es más tarde enriquecida por al-Farisi (c.1300) y traducida al latín. Se estima que influirá en los estudios de óptica hechos por Kepler tres siglos después. Los árabes también ampliaron la geometría de los griegos. En astronomía la contribución principal que se conoce se produce en el Califato de Córdoba y en particular en la ciudad de Toledo. En esa época la España musulmana es el país más poblado y próspero de Europa. En Toledo al-Zargali construye las famosas “tablas toledanas” (1080) que dan la posición de las estrellas. Además traducen, estudian y propagan el “Almagest” de Tolomeo (siglo II) que dá una visión geocéntrica del Universo.

Tal vez la reconquista de Toledo (1085) por los cristianos pueda considerarse como un punto de partida para la recuperación de la cultura abandonada. Allí mismo en Toledo se forma una escuela de traductores—venidos de lugares tan lejanos como Austria, Inglaterra, Bélgica e Italia—los que se dedican especialmente a traducir del árabe al latín escritos sirios, hebreos, árabes y caldeos. La avalancha cultural que comienza a infiltrar occidente (principalmente por España, pero también por Sicilia, Provenza y Siria) provoca la irrupción de la cultura griega y en particular el mundo ideológico de Aristóteles.

Esto último plantea la necesidad de lograr compatibilizar en una síntesis armónica el pensamiento aristotélico y el cristiano, obra cuyo principal ejecutor es el dominico Santo Tomás de Aquino (1225-1274).

Mucho más tarde se harían traducciones directas del griego al latín que parcialmente modificaron la imagen del mundo griego y el pensamiento de Aristóteles, al punto que suele hablarse del “Aristóteles medieval”, por la versión árabe, para distinguirla del Aristóteles que surgió directamente de fuentes griegas obtenidas en pleno Renacimiento.

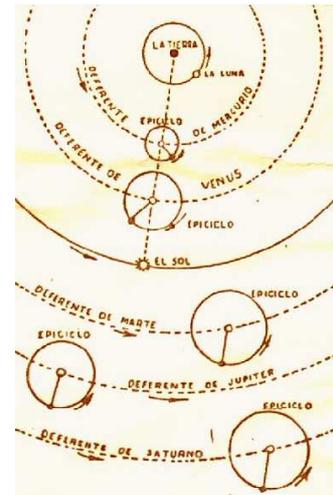


Diagrama simplificado del complejo sistema de Tolomeo

Nuevos vientos

No me asustan los tiempos que corren—había dicho antes, con la voz siempre exacta y cortés, modulada dentro de esos tonos, plana fuera de ellos - ; ¿de qué serviría mi educación—hizo un gesto con la lupa hacia los estantes cargados de libros—si no me

permitiera comprender la inevitabilidad de los cambios? ("La muerte de Artemio Cruz", Carlos Fuentes)



Nicolás Copérnico (1473-1543)

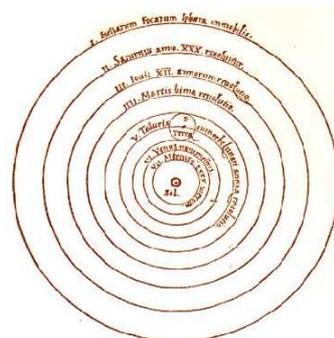
Érase una vez, hace mucho tiempo, un grupo de hombres atrevidos que comenzó a recuperar, y a crear a partir de los recuperado, parte de lo que había existido en aquel remoto pasado que los bárbaros habían destruido y que el tiempo había enterrado para la mayoría.

Habían subsistido ciertamente, pequeños y recónditos centros de cultura durante la Edad Oscura. Y como ocurre normalmente durante esos períodos de cambio, había un poco de libertad, con flujos y reflujos, dentro de un marco restrictivo dominante. Fué en aquel período que nació Nicolás Copérnico.

No es un estudio más profundo de los viejos clásicos lo que caracterizó al renacimiento. No. Al revés que en la Edad Oscura, en los siglos XIV y XV es el espíritu nuevo lo que alentaba el movimiento. El ciudadano quería zafarse de las limitaciones que le imponía el gremio y buscaba un mundo ideológico que disculpase sus manejos e incluso lo pudiese justificar. No se puede comprender cabalmente el Renacimiento sin tener ésto presente.

Italia pasó a ser el centro del Renacimiento y, por lo tanto, el centro de la recuperación de la cultura greco-judeo-romana como también capital del movimiento de ruptura de los esquemas de pensamiento, expresión y cultura en general del pasado inmediato.

Era necesario recuperar la cultura perdida para transformarla. Mencionemos solamente a Francesco Petrarca, a Giotto di Bondone y a Giovanni Boccaccio como representantes de los que revolucionaron la expresión en el arte. Anotemos también este trozo del manifiesto social del tribuno de Roma y amigo de Petrarca, Cola de Rienzo (1313-1354): *“Que se alegren los pobres, que sientan júbilo los débiles, que tiemble la cólera insaciable del salvajismo tiránico. Que se alegren los buenos, que se feliciten los pacíficos, que se alegren los blandos, porque la rapiña va a tener fin y de ahora en adelante cada uno habrá de vivir de su trabajo y de lo que produzca”*.



En este diagrama, original de Copérnico, aparece la circunferencia exterior de las “estrellas fijas” y los diversos planetas conocidos en esa época con órbitas alrededor del Sol.

Copérnico estudió por varios años en su propio país, Polonia, especialmente en la

Universidad de Cracovia, que es donde se cree que concibió las ideas que le harían pasar a la historia. Más tarde, su tío y protector lo envió a estudiar a Italia al mejor centro de derecho (Ley Canónica) de la época, Bolonia. Después de Bolonia estudió en Pádua y Roma para finalmente graduarse en Ferrara.

A Bolonia Copérnico ingresó un año antes del primer viaje de Colón.

Una idea del ambiente universitario en la Universidad de Bolonia en esa época lo da la organización que ella tenía. Al contrario que en la importante Universidad de París, donde el gobierno residía en la asociación de profesores, en Bolonia el rector era elegido por los estudiantes y, aunque debía actuar según las recomendaciones de un consejo, en última instancia su autoridad provenía de la asamblea de estudiantes.

La atmósfera pública la daban personajes como el papa Borgia (Alejandro VI) a quien se le atribuye la paternidad de Lucrecia y César Borgia. La figura de este último, y sus actuaciones, fue la fuente de inspiración de "El Príncipe" de Nicolás Maquiavelo. También en esa época el fogoso orador Savonarola intentaba en Florencia establecer una rara mezcla de teocracia con visos democráticos. Su destino fue la hoguera.

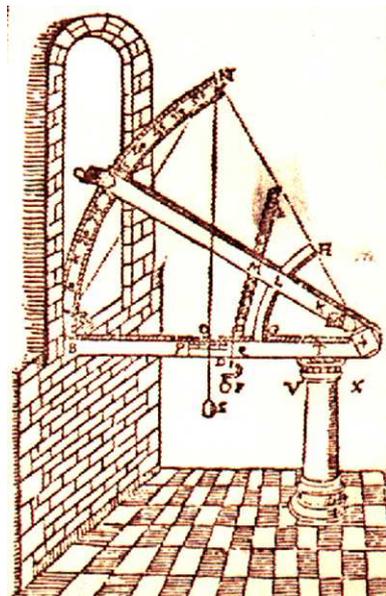
Copérnico tuvo entre sus profesores a uno de los grandes eruditos en la cultura helénica y juntos, profesor y discípulo, observaron el cielo tratando de perfeccionar el complicado sistema de deferentes y epiciclos de Tolomeo (referente al movimiento de los planetas, la luna y el sol en torno a un mismo centro: la tierra).

Después de varias tormentas y amotinamientos que casi le resultaron fatales, Colón se encontraba abandonado en una pequeña cueva en Jamaica, cercano a su triste fin, el año en que Nicolás Copérnico se graduaba con el diploma de Doctor en Ley Canónica en Ferrara. Terminados sus estudios se instaló en el fortificado castillo de Heilsberg. Fue ahí donde trabajó en detalle sus ideas originales de los tiempos de Cracovia que le permitirían reformular totalmente la astronomía describiendo el universo con el sol al centro. Al poner por escrito sus ideas (1512) en un breve tratado titulado "Pequeño comentario" sabía que su obra subvertía las ideas de la época. Tuvo la precaución de publicar solo unas pocas copias, las que repartió entre sus amigos de más confianza. Nicolás aún no tenía 40 años.

Pocos años después el mundo religioso de Europa se remecía hasta sus bases al iniciarse el quiebre de la unidad de la Iglesia (lo que se conoce como la Reforma) cuando en 1517 Lutero lanza sus 95 tesis contra las indulgencias.

Tal vez una generación antes las ideas de Copérnico habrían pasado sin causar un escándalo teológico, pero en ese período no estaban los ánimos para aceptar cambios

a las creencias tan largamente establecidas. Aun así por décadas el Vaticano no tomó una posición clara y decididamente en contra, al punto que el papa Clemente VII le pidió a Copérnico (1530) que escribiese en más detalle su teoría. Lutero, en cambio, lo atacó desde el comienzo. Es una ironía de la historia que, con el tiempo, fué en las regiones protestantes donde primero se propagaría y aceptaría la teoría heliocéntrica de Copérnico.



Uno de los instrumentos del observatorio de Ticho Brahe utilizado para medir la altitud de los cuerpos celestes sobre el horizonte.

ción, de búsqueda de formas nuevas, esa creatividad, dominante en los siglos XV y XVI es lo que caracteriza ese complejo movimiento revolucionario llamado El Renacimiento.

Copérnico revisaba y revisaba su gran manuscrito y se resistía a publicarlo sabiendo la ola de críticas que iba a levantar en filósofos y clérigos, y el peligro que eso implicaba. Su obra, conocida como “Revoluciones” (*De Revolutionibus Orbium Coelestium*) fue escrita y corregida por su autor durante los últimos treinta años de su vida sin decidirse a lanzarla a la luz. El temor a la represión lo inhibía. Cuando sintió que ya se le acercaba su fin tomó la precaución de dedicárselo al papa, Pablo III, invirtiendo gran esfuerzo en esa dedicatoria. Se dió incluso el trabajo de desenterrar nombres de algunos griegos clásicos que ya habían especulado que el sol sería el centro del universo. El libro recién impreso, llegó a manos del papa al tiempo que Copérnico fallecía. En Roma recién se había instituido la Inquisición y en otro continente se había fundado la ciudad de Santiago de Extremadura.

Copérnico usó crudas y, a veces, erradas observaciones hechas por otros, como parte de la fundamentación de su teoría y por eso se le ha acusado de astrónomo mediocre. También se ha dicho que Colón fue un mediocre navegante. Lo esencial en ambos casos es el espíritu de innovación llevado exitosamente a la práctica. Este espíritu de renova-

Una nueva estrella

Tenía 26 años el inquieto danés cuando vió aparecer un punto extremadamente brillante en el cielo. Llegó a brillar tanto la estrella nova de 1572 que podía verse de día. En ese

momento Johannes Kepler era un niño debilucho de solo un año, que había nacido prematuramente de una modesta familia alemana. Shakespeare como Galileo Galilei eran niños de 8 años mientras Miguel de Cervantes, de 25, recién se había recuperado de las heridas de la batalla de Lepanto que le imposibilitaron definitivamente su mano izquierda. En Nápoles, el dominico Giordano Bruno comenzaba a tener sus primeras dudas teológicas.

Con su juventud y amplios estudios, el danés Ticho Brahe pudo demostrar que esa estrella estaba más allá de la luna, contrario a la explicación generalizada. Con esta observación sólida y precisa Brahe echó por tierra la hipótesis aristotélica de que “la esfera de las estrellas fijas” era permanente e inmutable. El interés que despertó el razonamiento de Brahe ayudó bastante a establecer la teoría de Copérnico planteada en *Revoluciones*. Aun así, faltaba bastante para que su aceptación fuese general.

La fama de Brahe indujo al rey de Dinamarca a cederle una isla cerca de Copenhague para que instalara un observatorio propio. El observatorio fue provisto de excelente instrumental y muchos asistentes, lo que le permitió llevar a cabo una empresa de increíble paciencia y empuje durante 20 años observando la posición de los objetos celestes—en particular de los planetas—con una precisión desconocida hasta entonces.

Estudiando en la universidad de Pisa, Galileo se distinguió antes que nada por su inclinación y talento para las matemáticas y los experimentos físicos, pero también por su hábito de discutir con sus profesores y poner en tela de juicio lo que se esperaba que fuese aceptado de acuerdo al principio de autoridad tan en boga en la Italia del siglo XVI. Abandonó la universidad sin título alguno en 1585. Después de varios años se instaló como profesor en la Universidad de Padua, República de Venecia, por casi dos décadas.

Kepler poseía una florida imaginación. Aprovechando los conocimientos que clandestinamente le enseñó su profesor en Tübingen sobre las ideas de Copérnico, escribió un libro donde relaciona el tamaño de las órbitas de los planetas en base a ingeniosas proporciones geométricas. Su libro lo hizo famoso a los 25 años de edad (1596) y eso le permitió establecer contacto epistolar con Galileo y Brahe. En una carta de Galileo a Kepler el primero le confiesa haber “aceptado las ideas de Copérnico desde hace muchos años”, pero agrega que nunca se ha atrevido a decir tanto como eso en letra de molde.

En efecto, desde la muerte de Copérnico se había ido haciendo cada vez más peligroso avanzar o defender ideas que estuviesen en desacuerdo con la doctrina oficial. Esta intolerancia poco a poco pasó a invadir asuntos científicos llegando a incluir *Revoluciones* en el Índice de libros prohibidos.

Un gran difusor del sistema de Copérnico fue el dominico Giordano Bruno. Bruno recorrió toda Europa propagando sus ideas y escapando a la persecución que en su contra provocaba con sus libros, panfletos y disputas. Bruno defendía la idea de que el mundo era infinito, el sol era tan solo una estrella más, y todas las estrellas poseían planetas a su alrededor. Además predicaba una suerte de ideas antiaristotélicas y antimetafísicas. Su vida fue una huida permanente. Apresado por la Inquisición en 1592, fue condenado a la hoguera ocho años más tarde, sellando el agitado siglo de Copérnico. Bruno, más que un mártir de la ciencia, lo fue de la libertad de expresión.

De Galileo a Kepler

Padua, Agosto 4, 1597

me felicito por la suerte excepcional de tenerlo como camarada en la búsqueda de la verdad. Porque es lamentable que haya tan pocos que busquen la verdad (...) Este no es el lugar, sin embargo, para lamentarse de las miserias de nuestro siglo, sino para regocijarnos con estas hermosas ideas para demostrar la verdad. (...) he aceptado las ideas de Copérnico desde hace muchos años (...) pero no me he atrevido a publicarlas hasta ahora, alarmado por el destino de Copérnico, nuestro maestro. Él se ha ganado una fama imperecedera a los ojos de unos pocos, pero una multitud infinita le ha gritado y se ha burlado de él. (...) Me atrevería a aparecer públicamente con mis ideas si hubiese más personas que pensarán como usted. Como no es así me abstendré.

Con la muerte del rey de Dinamarca Ticho Brahe se vió forzado a emigrar a Praga (con su observatorio) en el preciso momento en que Kepler buscaba trabajo, ya que en Graz, donde trabajaba Kepler, las autoridades comenzaban a exigir ser católico.

Kepler fue el primer gran científico protestante. Temeroso de ser expulsado, o algo peor, Kepler llegó a trabajar a Praga como asistente principal de Brahe. Pero Ticho vivió solo unos pocos meses más, quedando el joven Kepler a cargo del magnífico instrumental y de las cuidadosas observaciones estelares que por 20 años había acumulado el danés.

Kepler tuvo la osadía de aceptar lo que los datos numéricos de Brahe indicaban y romper así con una tradición de más de dos mil años: estableció que los planetas giran en torno al sol en órbitas elípticas obedeciendo leyes bien precisas que han pasado a la historia. Su obra "Nueva Astronomía" se publicó en Praga (1607) cuando tenía 36 años. Ella fué un golpe mortal a la visión pitagórica-platónica que planteaba la necesidad de la "perfección" de los movimientos celestiales (circunferencias), que aun el gran Copérnico había aceptado *a priori*. Fructífero resultó el forzado exilio de Kepler.

De Kepler a Galileo

Graz, Octubre 13, 1597

Usted nos recomienda, con su ejemplo personal (...) apartarse ante la ignorancia general y no arriesgarnos o imprudentemente oponernos a los ataques violentos de la chusma letrada. (...) Pero después que una inmensa tarea ha sido iniciada en nuestra época (...) ¿no sería mucho mejor empujar hasta la meta en un esfuerzo mancomunado, ahora que está encaminada, y gradualmente, con poderosas voces acallar a esa chusma, que realmente no sopesa muy cuidadosamente los argumentos? (...) Con sus argumentos hechos públicos ayudaría a la vez a sus camaradas que sufren tantos juicios injustos, porque ellos obtendrían consuelo por su consentimiento o protección dada la posición influyente suya. (...)

Arriba el ánimo Galileo y preséntese publicamente.

Estando Revoluciones en el Índice, a Galileo se le prohibió expresamente defender esas ideas. Pero Galileo, que no se distinguía por su docilidad, utilizó el resquicio legal de escribir un libro en forma de diálogo entre tres personajes "Diálogos sobre los dos sistemas del mundo", el sistema oficialista de Tolomeo y el copernicano. Los diálogos pueden considerarse como el primer manifiesto de la nueva ciencia. Aparte de ser una valiosa obra científica, los diálogos fueron escritos en italiano de modo que pudieron alcanzar una audiencia mucho mayor en el país. No dejando explícito quién tenía la razón logró pasar la censura, aunque era claro para dónde se inclinaba la balanza. Pero tan pronto salió el libro a la publicidad (1632) Galileo fue acusado de desobediencia y de haber obtenido permiso de impresión por medios ilícitos. Tenía ya cerca de 70 años este viejo luchador y tuvo que vérselas con la Inquisición: fue recluso e interrogado intermitentemente durante meses, aunque aparentemente no fue víctima de otro tipo de tortura física (común en esos años). Fue sentenciado a cadena perpetua el 22 de Junio de 1633 pero, dada su avanzada edad, se le concedió una especie de arresto domiciliario.

Coda

En este breve recuento nos hemos detenido en apenas unos pocos personajes para ilustrar la lucha entre la fuerza del poder y la fuerza de la razón. La lucha entre la intolerancia dogmática y la cultura que siempre se renueva y cambia. Una gran cultura estuvo a punto de desaparecer definitivamente, pero si algún espacio, algún rincón de luz logra sobrevivir a persecuciones, intolerancia y hogueras, ésta se recupera y reanuda su camino. Se reprime e intenta detener, sin embargo se mueve.