

Kepler

E. Battaner

Profesor emérito de la Universidad de Granada

Basado en el libro:

“Kepler. El movimiento planetario” RBA y

Kepler. Tragicomedia en cuatro actitos

Vida

1571. Nace Weil der Stadt

1588. Universidad de Tubinga

1594. Matemático Territorial en Graz

1600. Matemático Imperial en Praga

1612. Matemático Territorial en Linz

1628. Zagan.

1630. Muere en Ratisbona

Situación histórica

- Renacimiento
- Invención de la imprenta.
- Vuelta al mundo de Magallanes y Elcano.
- Europa unida con Carlos I
- Europa desunida. Lutero, Calvino, los hugonotes.
- La Reforma y la Contrarreforma.
- Tras Copérnico y Tycho Brahe.



Fe

- Muy religioso.
- Dios había hecho la Geometría.
- Él era transmisor.
- Fiel a “su” fe.
- Ir de una ciudad devastada a una por devastar.
- Índice de libros prohibidos.
- Heliocentrista convencido.
- Brujería. Astrología.



Las tres leyes de Kepler

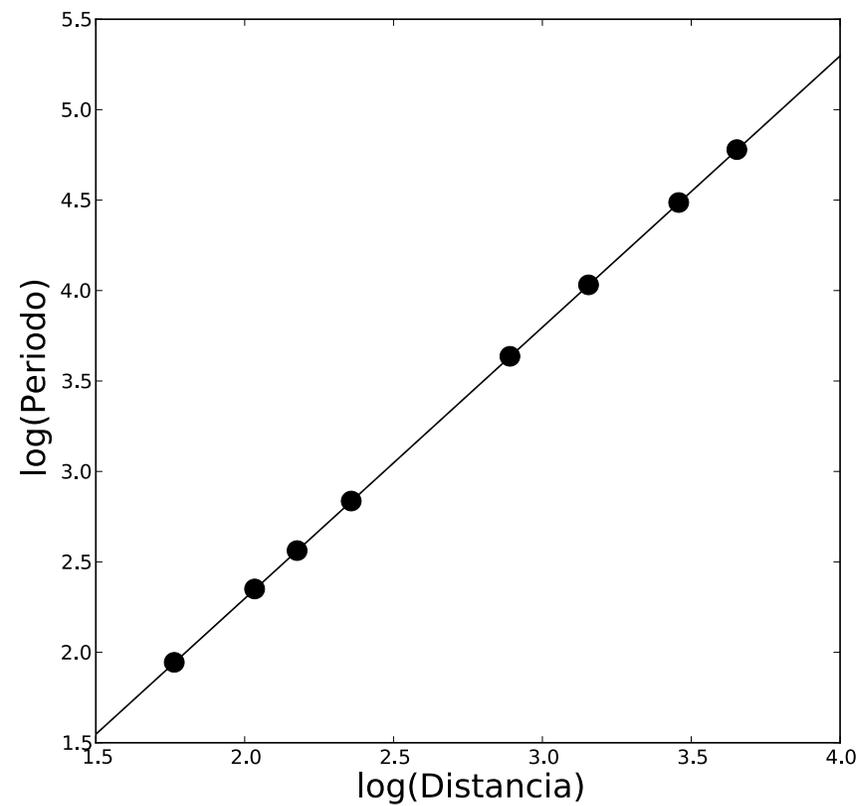
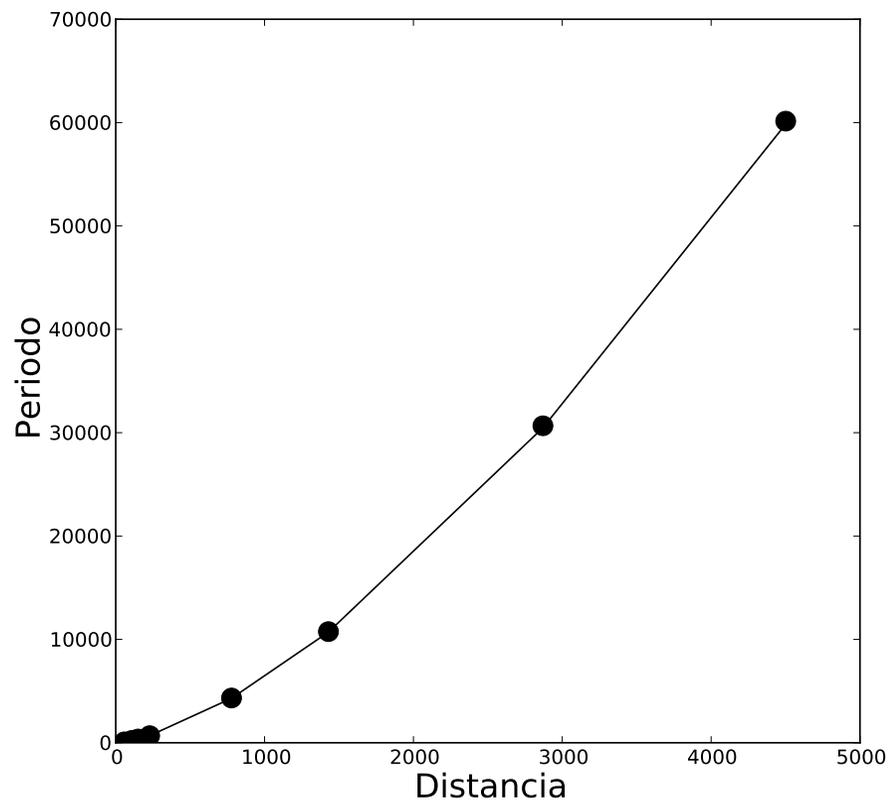
La órbita de un planeta es una elipse, en uno de cuyos focos está el Sol.

Segunda ley

El segmento que une el Sol y un planeta traza áreas iguales en tiempos iguales

Tercera ley

El cuadrado de los períodos del movimiento de traslación de los planetas alrededor del Sol es proporcional al cubo de sus distancias medias al Sol



Las 3 leyes

El descubrimiento más grande de Newton fue el de las leyes de Kepler entre el montón de papeles que escribió.

La “gravedad” de Kepler

El Sol es el centro del Universo. De él emana una fuerza, similar a la magnética, que mueve los planetas.

Esa fuerza se va debilitando con la distancia. Por eso, los planetas más lejanos giran más despacio. Por eso, un planeta se mueve más deprisa en el afelio.

Esa fuerza se va debilitando como la luz al alejarse del foco emisor, según el inverso del cuadrado de la distancia.

Los planetas ofrecen una resistencia a ser movidos proporcional a su masa.

La “gravedad” de Kepler

- No sólo el Sol, también la Tierra es origen de esa fuerza y explica la traslación de la Luna.
- Mareas: En la Luna, en el hemisferio que se ve la Tierra, cuando el Sol está en la misma dirección, las aguas lunares anegan el hemisferio.
- Cuando un objeto cae al suelo, de igual forma, la Tierra va al encuentro del objeto, pero los movimientos son inversamente proporcionales a su masa.

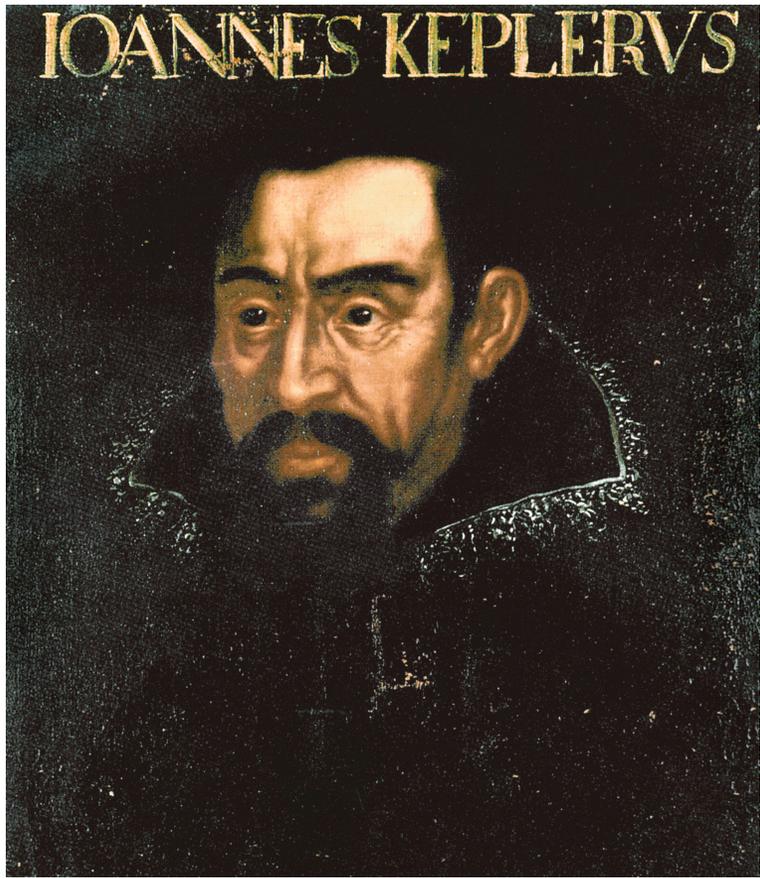
La “gravedad” de Kepler

- Lo que producía la fuerza de atracción del Sol no era su masa sino su giro.
- Descubrió la rotación del Sol... en la catedral de Ratisbona

El científico

- Crédulo. ¿Cómo Dios había hecho al mundo?
- Literato.
- Meticulosidad. Sólo se permitía errores de menos de 2 minutos.
- Gran capacidad de trabajo.
- Gran matemático.
- Concentración. Seguía trabajando con la guerra en su casa.
- Cumplidor (Ej. Tablas rudolfinas)
- Austero, pobre, locuaz. Sin protagonismo.

IOANNES KEPLERVS



El astrólogo

- 1571 , Weil der Stadt. Pueblo luterano.
- Su padre luchó a las órdenes del Duque de Alba en Flandes.
- El padre condenado a la horca.
- Su madre en prisión por brujería.
- Su tía quemada por bruja.
- “Mi padre era un soldado corrupto, rudo y camorrista y mi madre una mujer pequeña, escuálida, charlatana, pendenciera y de malos modales”.

- Sietemesino.
- Viruela → Poliopía.
- Duros trabajos agrícolas.
- Rodolfo II, emperador. Biznieto de Juana la Loca.
- Pero fue estudioso, encantador y culto.
- La Reforma y la Contrarreforma creían en la educación.
- ¿Eclesiástico? No terminó ese estudio.
- Universidad de Tubinga.

Graz

- “Matemático Territorial” en la Escuela Evangélica.
- Enseñar matemáticas, levantar cartas astrales, hacer predicciones astrológicas.
- En el segundo curso ya no tenía ningún alumno.

Michael Mästlin

- (1550-1631)
- Gran pedagogo de la astronomía.
- Le dio a conocer las ideas de Copérnico.
- “...la he reconocido (la hipótesis de Copérnico) como verdadera en mi interior y su belleza me colma de un arrobo increíble al contemplarla”

Nicolás de Cusa

- (1401-1464)
- El mundo, al ser imagen de Dios, es infinito, de donde se sigue que no hay centro del Universo.
- “El Universo es un círculo cuyo centro está en todas partes y cuya circunferencia en ninguno”.
- La Tierra no es el centro.
- “Donde quiera que se sitúe el observador, se creará el centro de todo”



Misterium Cosmographicum

- 1597.
- “A ella (la Tierra) la circunscribe un dodecaedro; la esfera que le comprenda será la de arte. La órbita de Marte está circunscrita por un tetraedro; la esfera que lo comprenda será la de Júpiter. La órbita de Júpiter está circunscrita por un cubo; la esfera que lo comprenda será la de Saturno. Ahora, ubica un icosaedro dentro de la órbita de la Tierra; la esfera inscrita será la de Venus. Sitúa un octaedro dentro de la órbita de Venus; la esfera inscrita en ella será la de Mercurio”.
- 5 sólidos perfectos y 6 planetas.

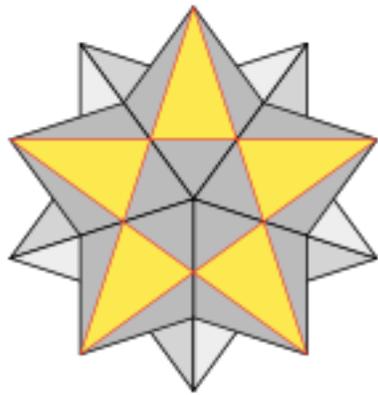
- Las matemáticas constituyen el orden de la Naturaleza, porque desde el principio de los tiempos Dios las porta en Sí mismo, en la abstracción más simple y divina”

Descubrir el pensamiento de Dios antes de comprender el mundo.

El Sol era el Padre; los Planetas el Hijo y la fuerza que emana del Sol, el Espíritu Santo.

El Sistema Solar era todo el Universo.

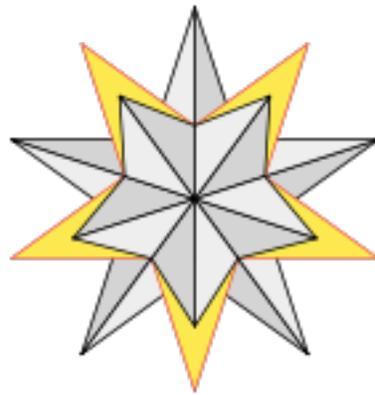
The Kepler-Poinsot Polyhedra



$\{5/2, 5\}$

Small stellated
dodecahedron

Face: pentagram



$\{5/2, 3\}$

Great stellated
dodecahedron

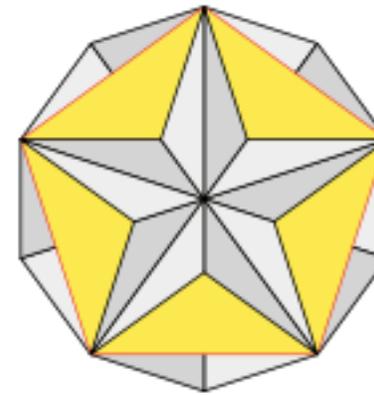
Face: pentagram



$\{3, 5/2\}$

Great
icosahedron

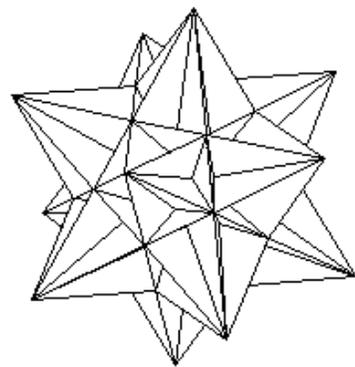
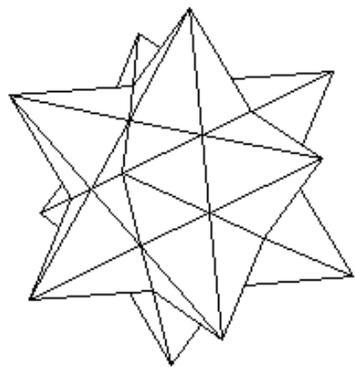
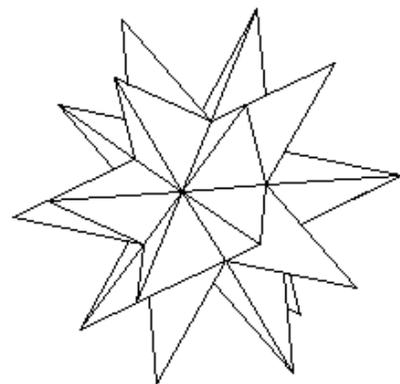
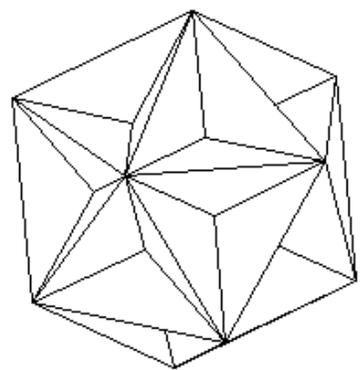
Face: triangle



$\{5, 5/2\}$

Great
dodecahedron

Face: pentagon



El Cáliz del mundo

- De los astros manarían licores: Sol, aqua vitae; Mercurio, coñac; Venus, hidromiel; Luna, agua; Marte, vermut; Júpiter, vino blanco; Saturno, vino rancio.
- Los planetas tenían su música.
- Dedicada al Duque de Württemberg.
- No llegó a realizarse.

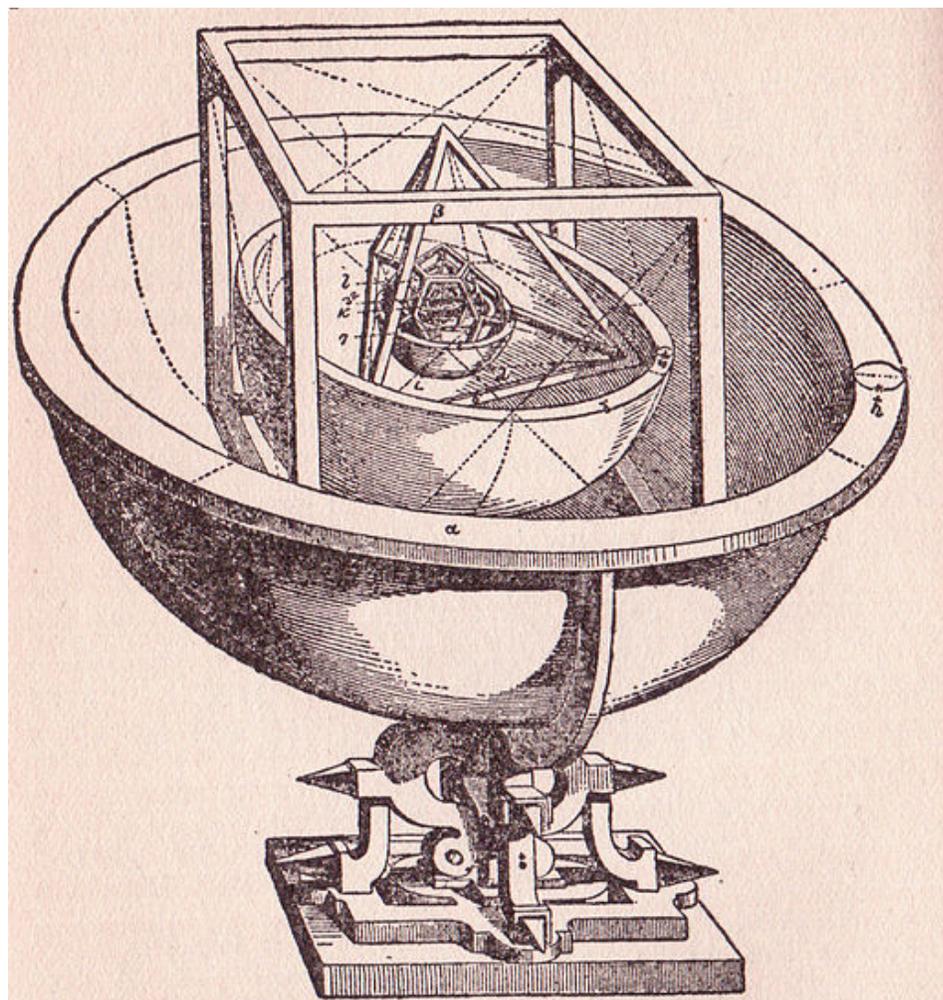


Fig. 37 —KEPLER'S ANALOGY OF THE FIVE SOLIDS AND THE FIVE WORLDS.

Harmonice Mundi

- La Música era., como la Geometría, anteriores al Mundo y por tanto, de carácter divino.
- Y todo lo que pertenece a Dios es Dios.
- Aprendió música con “Dialogo della musica antica e moderna” de Galilei (Vincenzo).
- Geometría y Música para comprender astronomía.
- El alma crea la consonancia.
- “Dad aire al cielo y, real y verdaderamente sonará la música”.

Harmonice Mundi

- Contiene ¡la tercera ley de Kepler!
- Descubrió dos poliedros regulares estrellados.
- Sólo hay cuatro (Cauchy)
- La Tierra tiene alma. Exhala humores que influyen en la meteorología cuando los planetas sienten una bella disposición geométrica.

Astrología

- Almanaques, calendarios, cartas astrales... era su obligación.
- ¿Creía?
- “Mamá astronomía de seguro pasaría hambre si no ganase el pan su hija la astrología”.
- Vaticinios confusos.
- Creía en la astrología pero no en los astrólogos.
- “Apartar las piedras preciosas del estiércol”
- Experimentó con su propio cuerpo.

- “Mis astros no fueron un Mercurio matutino en el ángulo de la séptima casa en cuadratura con Marte, sino Copérnico y Tycho Brahe...”
- No digas que va a haber una batalla; dí quién va a ser el vencedor.
- Fue expulsado de Graz el profesor de matemáticas, pero el matemático territorial; más adelante, sí, por no abjurar de sus propias creencias.

Tycho y Kepler

- Tycho fue nombrado “Matemático Imperial” en Praga.
- Invitación en el castillo de Benatek.
- Tycho tenía los datos, pero no las ideas; Kepler tenía las ideas, pero no los datos.
- Sus caracteres eran diametralmente opuestos. Tycho quería un ayudante, no un colaborador. Tycho era autoritario y extravagante.
Kepler:

Me vuelvo a Graz. Y se fue pero volvió.

- Modelo de Tycho: La Luna y el Sol giran en torno a la Tierra. Los demás planetas en torno al Sol.

El astrónomo

- Tycho y Kepler se entendieron y se admiraron mutuamente.
- Pero Tycho quería que Kepler demostrara su modelo, no coprenicno.
- Murió Tycho. ¿Por qué?
- Kepler heredó los datos y el nombramiento de “Matemático Imperial”
- Acabar las tablas rudolfinas.
- En Praga con su esposa Barbara y su hijastra Regina.
- Pero se ganó la enemistad perpetua del malvado Tegnagel, yerno de Tycho.

Astronomía nova

- 1605
- La segunda y la primera leyes. La tercera fue anterior.
- Precursor del cálculo diferencial.
- Marte: errores de 8'...
- Gestación muy ardua.
- Azarquiel ya dijo que la órbita de Mercurio era ovalada.
- Kepler se situó mentalmente en Marte (!)

Epitome astrnomiae copernicanae

- 1617—1621
- ¿epítome de 8 tomos?
- ¿astronomía copernicana?
- Ya estaba prohibido el libro de Copernico (y el de Zúñiga). Ya se había quemado a Bruno y el conflicto de Galileo estaba que ardía.
- Bianchi: “Los libros en el Índice acaban siendo los más leídos”
- Tipo catecismo del P. Astete.

Optica (1604) + Dioptrice (1610)

- Refracción atmosférica.
- Errores de 30' (mucho mayores que 2' que se permitía Kepler)
- Kepler es el padre de la óptica geométrica.
- Imagen real y virtual, derechas o invertidas, aumento, plano focal... términos introducidos por Kepler.
- Estudió el ojo. Imagen invertida en la retina.
- Pretendió ser el inventor del telescopio, en sus diagramas. Pero dijo que con el aumento se perdería nitidez.

Tablas rudolfinas

- Encargo en 1601 y publicados en 1627.
- Posiciones de los planetas para un período de 1000 años, eclipses, etc.
- Como las precedentes “Tablas Toledanas” de Azarquiel, o las “Tablas Alfonsíes” de Alfonso X.
- Problemas de cálculo, económicos, del malvado Tegnagel.
- Tegnagel: Su único mérito astronómico fue el dejar preñada a la hija de un astrónomo. Se pasó al bando de la Contrarreforma. Los herederos de Tycho eran propietarios de los datos

Tablas rudolfinas

“Las tablas rudolfinas que Tycho Brahe concibió como padre, las he portado y desarrollado en mi interior durante 22 años completos, del mismo modo que el embrión se va gestando poco a poco en el seno de la madre. Ahora me atormentan los dolores de parto”.

La impresión, en Ulm.

Desde Ratisbona a Ulm por el Danubio helado.

Con tipos de imprenta fabricados por él. Papel especial.

Llegó a Ulm medio muerto.

El astrofísico

Galileo y Kepler

Galileo: “He pensado siempre que Kepler poseía un ingenio sutil y libre (aunque tal vez demasiado libre) siendo mi manera de pensar muy otra que la suya”



Mensajes de Galileo a Kepler

Haec inmatura a me jam frustra leguntur, o y

Estas cosas sin madurar, que intentan comprender los demás inútilmente, hace tiempo que yo las leo, o y

Cinthyia figuras emulatur mater amorum

La madre de los amores imita las fases Cynthia

Macula ruta in Jove est gyratur mathem, etc.

Hay una mancha roja en Júpiter que gira matemáticamente, etc

Smaismilmepoetalevmibvnenvgttaviras

Altissimum planetam tergeminum observabi

He observado que el planeta más distante es triforme

Salve unbistineum geminatum Martia proles

Salve ardientes gemelos, progenie de Marte

Linz

Matemático territorial en Linz conservando el título de Matemático Imperial.

Los luteranos y el Papa le tachaban de hereje.

Jesucristo no tenía el don de la ubicuidad

Como Erasmo: “En lo único que estarían de acuerdo católicos y protestantes sería en quemarle a él”

Longomontano: “Por qué tenía la osadía de quere aunar ciencias tan dispares como la física y la astronomía”

No hay astronomía sin física ni física sin astronomía

Su madre ¿bruja?

Muchas denuncias en Francia y en Alemania.

Primera denuncia en 1565; declarada inocente en 1621.

Kepler movilizó sus influencias y fue abogado defensor.

Se negó a “confesar”

Debía ser culpable porque “no lloraba”. “He llorado tanto en mi vida que ya no me quedan lágrimas”

“Aunque me arranzcárais una a una las venas de mi cuerpo no tendría nada que confesar”.

Murió a los pocos meses de ser libre.

Conversaciones con el mensajero sideral

1610. Galileo: “Sidereus nuncius” con observaciones telescópicas.

¿”El mensajero sideral” o “El mensaje sideral”?

Carta extensa o libro breve.

Cuatro “planetas” nuevos (satélites de Júpiter) ¿No tenían que ser 6?

El telescopio

Kepler sostenía que él lo había justificado teóricamente.

¿Por qué no construyó uno?

Pensaba que el “aire” era “espeso” y emborronaba las imágenes.

El medio entre la Tierra y la Luna también era “espeso”

La Luna podía aparecer 32 veces más grande pero perdería nitidez.

Luego: el medio interplanetario no era espeso. Galileo lo había demostrado.

La Luna

Kepler con un cartón agujereado con imagen a 12 pies.

Partes oscuras, tierras; partes brillantes, mares.

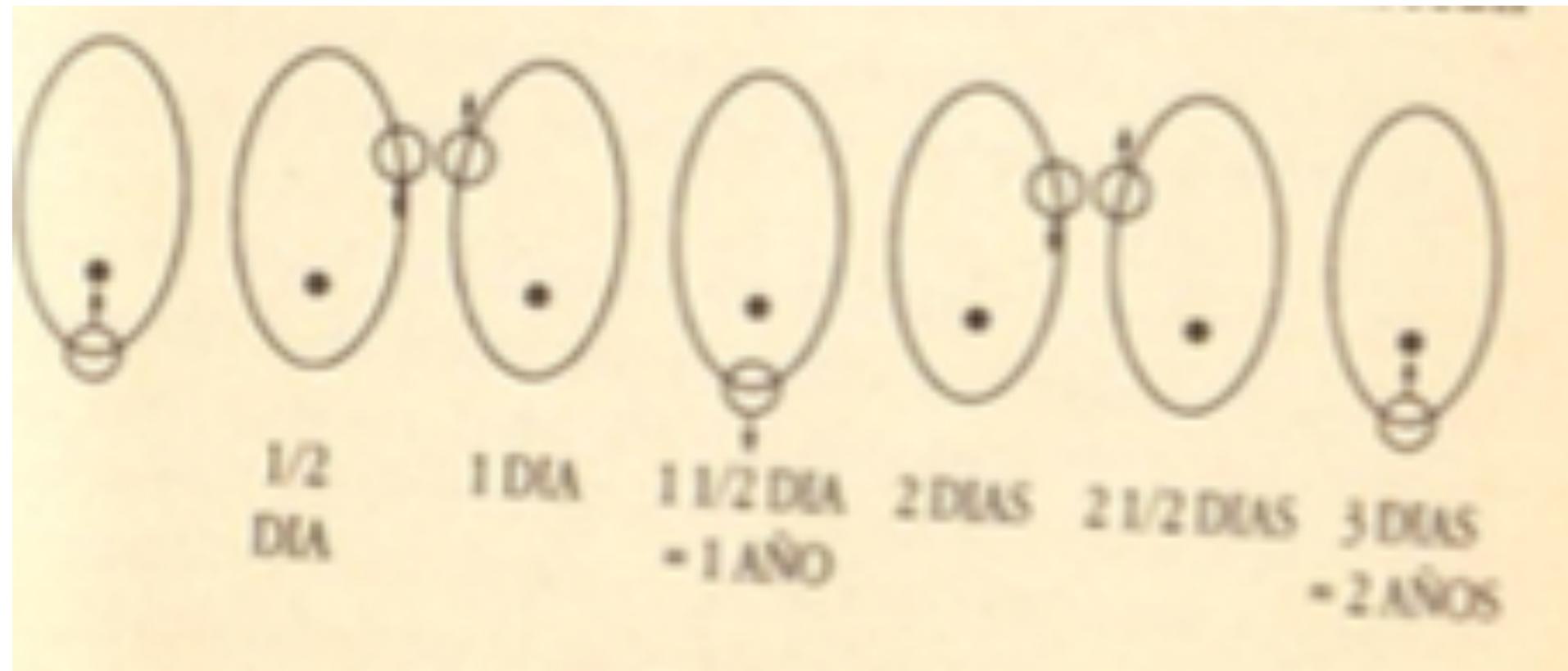
Pero las partes más brillantes tenían más “montañas”

Galileo: “la materia del globo lunar no es de agua y tierra”

Había selenitas más grandes y fuertes que nosotros.

Había atmósfera y nubes.

Galileo y Kepler interpretaron correctamente la luz cenicienta y el color rojizo en los eclipses.



Las estrellas fijas

De 6000 a 10000

Kepler: el Universo era finito (el Sistema Solar)

Nicolás de Cusa, Bruno...infinito.

Galileo no se pronunció... Bruno había sido quemado.

Todas las estrellas tenían el mismo tamaño angular: 1'.

Pero 1' es el poder de resolución del ojo humano

La paradoja de Olbers

H.W. Olbers (1758-1840)

¿Fue enunciada por Kepler?

Las estrellas eran menos brillantes que el Sol

¿Éter absorbente?

Tycho: Las estrellas se forman por condensación del medio interestelar

El “muro” de las estrellas fijas”

3000 veces la órbita de Saturno.

“La Vía Láctea es una reunión de estrellas cuyas luces se confunden por la torpeza de la visión”

Satélites de Júpiter

Kepler acuñó la palabra “satélite”

Galileo: “Estrellas mediceas”

Kepler: Ío, Europa, Ganímedes, Calisto

Pensaba que estaba habitado. Su astrología sería más pobre porque no verían Mercurio.

La estrella “nova” de Kepler

Supernova de 1604.

30 capítulos

Entre Júpiter (3°), Marte (8°) y Saturno (6°)

No tenía relación con los planetas. No tenía paralaje.

Hipótesis de Tycho

SN de 1572. (Supernova de Jerónimo Muñoz)

Cronología del Mundo

Creación del Mundo: 4000 años a.C. (Adán)

Diluvio: 1600 a.C. (Noé)

Tablas de la ley: 1600 (Moisés)

Nacimiento de Cristo: 4000 años tras creación (Jesús)

Imperio: 800 d.C (Carlomagno)

Nuestra época donde estoy trabajando: 1600 d.C. (Rodolfo II)

En otro escrito llegó a asegurar que la creación había tenido lugar el 27 de abril de 4977 a.C.

Los cometas

En 1618 predijo un cometa: Aparecieron tres.

En 1607 predijo el Halley.

Pensaba que su trayectoria era rectilínea

Influjo maligno

“Los rayos del Sol atraviesan el cuerpo del cometa y al instante se llevan algo de esa materia alejándose del Sol”

Los cometas “retozaban” en algún lugar.

Aristóteles creía que eran fenómenos atmosféricos.

Zagan

Wallenstein era supersticioso.

Duque de Zagan (en Silesia, Polonia) 160 km al N. de Praga.

A Zagan en 1628.

Repercusión en la ciencia actual

La libración de la Luna.

Sincronismo.

La Luna se aleja 3.8 cm/año.

El día de Mercurio.

La ecuación del tiempo. El analema.

Los cometas de corto y largo período.

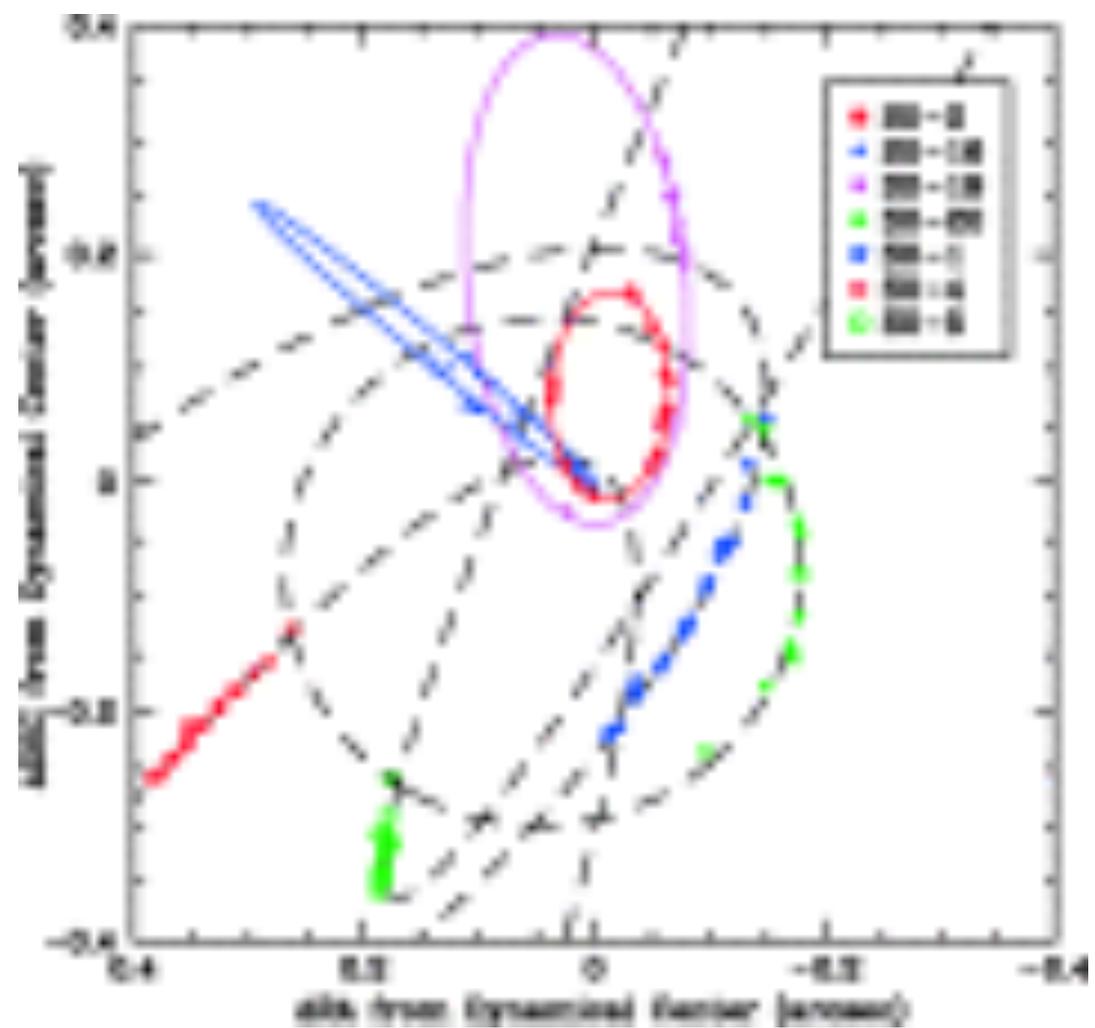
La primera ley de Kepler no es correcta (Einstein)

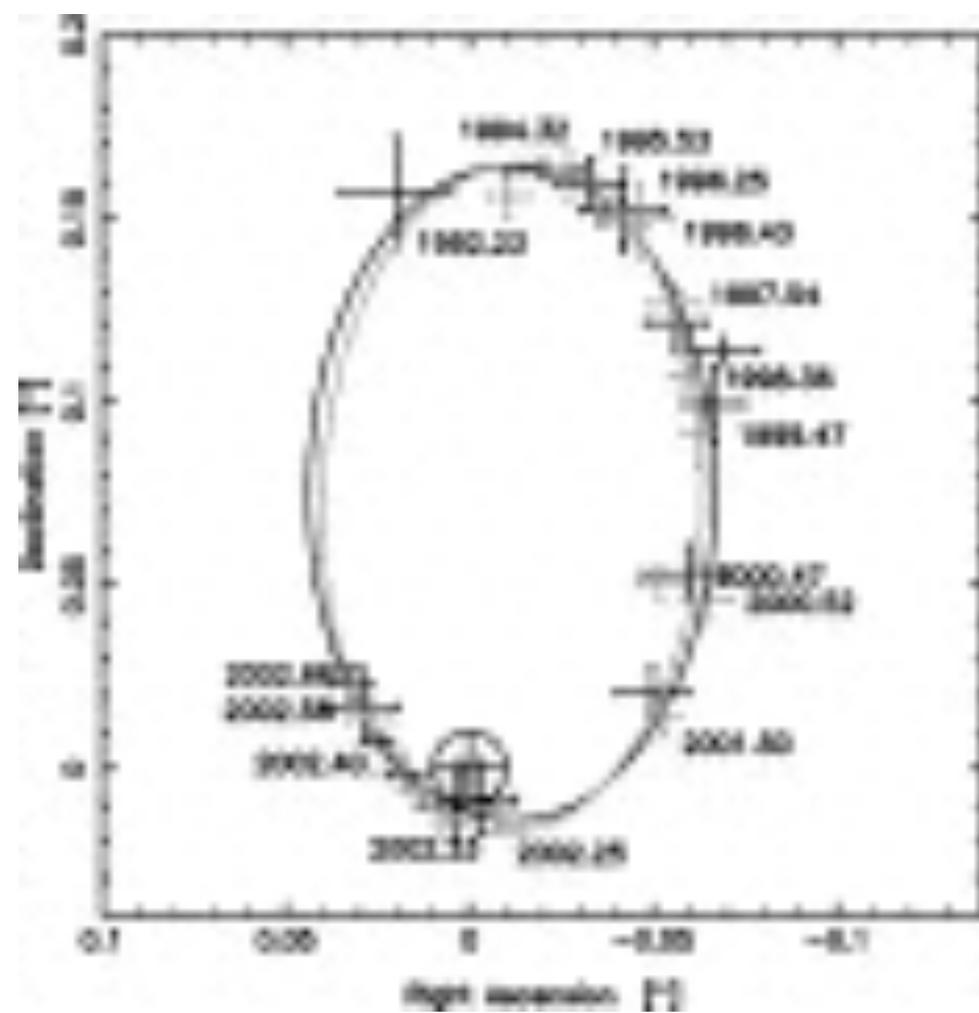
El agujero negro de la Vía Láctea (4 300 000 masa solares)

El disco de acrecimiento

Masas estelares

La materia oscura de las galaxias.





Kepler y la entropía

“Ayer precisamente mientras estaba cansado de tanto escribir, y dándole vueltas en mi cabeza a todo lo de los átomos que vuelan por el aire, fui llamado para ir a cenar. Mi esposa, de la que antes hice mención, pone sobre la mesa delante de mí una ensalada de verduras aliñada con sal, aceite y vinagre. Así que, dije yo, si una vez lanzados y volando por el aire todas esas cosas, los platos de estaño, las hojas de lechuga, todos los granitos de sal, las gotas de agua, de aceite, los trozos en que se han partido los huevos cocidos y este volar estuviera sucediendo desde toda la eternidad, ¿es posible que en un momento futuro, cuando quiera que sea, todo esto se colocara nuevamente tal y como ahora está en la fuente ensaladera?”

Respondió mi bella esposa: “Pero jamás con esta elegancia ni con este orden”

Somnium. De astronomia lunari

Opus posthumum

Fiolxhilde era madre de Duracoto y era algo bruja.

Esto debió influir en el proceso de su madre. Vendió a su hijo. Le llevaron en un barco. Apareció en Hven. Tycho le enseñó astronomía. Volvió.

La Luna es Levanía. La Tierra es Volva. Hay hemisferio “subvolva”, desde el que se ve Volva, y “privolva”.

No tienen problema para determinar las longitudes con la posición de Volva fija.

No necesitan reloj con las fases de Volva.

Las mujeres

1597. Barbara Müller

Kepler tenía más interés en el cáliz que en casarse.

“Tenía un carácter estúpido, malhumorado, solitario y melancólico”

Regina, su hijastra, fue la más querida.

2 (de 4) hijos murieron pequeños

Las mujeres

1613. Sussana Reuttinger

“modesta, ahorradora y diligente”

¡Pobre Sussana!

3 (de 7) murieron pequeños

Viaje a Ulm, Sussana en Ratisbona (con mucha prole y poco dinero). 10 meses.

De Zagan a Ratisbona. Se llevó mucho dinero y libros. Allí murió.

Sussana murió en la miseria.



Muerte

Iba a Linz. Paró en Ratisbona.

Predijo su muerte con los planetas.

“Señalaba con su índice ora hacia su frente ora hacia el cielo sobre él”

Hubo caída de “bolas de fuego”.

Al día siguiente, un eclipse.

Epitafio: “Mensus eram coelos, nunc terrea metior umbras. Mens
coelestis erat, corporis umbra yacet”

(Medía los cielos, ahora el interior de la tierra. Del cielo era la mente,
en la tierra yace el cuerpo)