

Entre vórtices cartesianos y gravitación newtoniana: la Cosmología de Andrés de Guevara y Basoasabal S. J. (1748-1801)

S. Galindo

*Departamento de Física, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares,
Km. 36.5 Carretera México-Toluca 52045, México,
e-mail : salvador.galindo@inin.gob.mx*

Recibido el 24 de julio de 2012; aceptado el 26 de septiembre de 2012

Este artículo examina el contenido de la teoría de vórtices de Descartes y de gravitación de Newton en las únicas obras que escribió Andrés de Guevara y Basoasabal: *Pasatiempos de Cosmología* (1789) e *Institutionum Elementarium Philosophiæ* (1796). Para este propósito se señala el origen y desarrollo de la pugna entre ambas teorías mediante el análisis de dos revistas enciclopédicas de la Ilustración. Se muestra por un lado que un grupo de jesuitas apoyaba la teoría de Descartes y por otro los científicos la de Newton. A pesar de ser un jesuita, Guevara muestra su predilección por la gravitación newtoniana en sus dos obras.

Descriptores: Basoasabal; pasatiempos de cosmología; institutionum elementarium Philosophiæ.

This work reviews the content of the Cartesian vortex theory and Newton's gravitation in the only books that Andrés de Guevara Basoasabal wrote: *Pasatiempos de Cosmología* (1789) and *Institutionum Elementarium Philosophiæ* (1796). For this purpose we discuss the origin and development of the rivalry between the two theories by analyzing two Jesuit encyclopedic journals published during the Age of Enlightenment. It is shown that on the one hand a group of Jesuits championed the Cartesian theory while scientists that of Newton. Despite being Guevara a Jesuit we show his penchant for Newtonian gravitation in both of his works.

Keywords: Basoasabal; pasatiempos de cosmología; institutionum elementarium Philosophiæ.

PACS: 01.65.+g; 01.70+w

1. Introducción

Existe la creencia popular que la teoría de la gravitación de Newton fue prontamente aceptada después de su publicación en 1686. El caso no fue así. Para sus primeros detractores, la idea de una fuerza de atracción gravitacional universal resultaba absurda pues según ellos, las substancias celestiales no estaban sujetas a las mismas leyes que la materia común. Posteriormente para otros críticos, el hecho de que la fuerza gravitacional actuara a distancia, inevitablemente les hizo preguntarse cómo un cuerpo podía, sin estar en contacto con otro, actuar sobre este último. La oposición a la teoría de la gravitación duró largo tiempo. Todavía durante el siglo XVIII la recepción de la teoría gravitacional estuvo cubierta de accidentes y contingencias ligadas a creencias religiosas y como señalaremos más adelante en una parte de este trabajo, a fraudes científicos.

Por lo que respecta a la Nueva España, está visto que hacia mediados del siglo XVIII la mecánica newtoniana formaba parte del material de lectura novohispano [1]. Sin embargo dentro de la mecánica de Newton, el tema de la gravitación presentaba conflictos para el dogma católico ya que la teoría gravitacional conlleva a la explicación natural del heliocentrismo y éste era contrario a la enseñanza bíblica. Ante este hecho durante nuestro período colonial, la teoría de la gravitación fue examinada -en el mejor de los casos- como una idea merecedora de discusión. Por ejemplo en su texto *Elementos de Filosofía Moderna* (1774), el miembro de la congregación del oratorio, Juan Benito Díaz de Gamarra y Dávalos (1745-1783), figura categórica de la ilustración no-

vohispana, invita a sus contemporáneos a examinar la teoría -ya casi centenaria- de Newton: “*El sistema de [atracción de] Newton, motivo de defensa de los más ilustres, tiene que ser discutido por la mayoría de los filósofos, si son amantes de la buena filosofía*” [2]. Al parecer su llamado no tuvo mucho eco en la colonia, pues cabe aquí mencionar que en el mismo año que vio la luz el libro de Gamarra, uno de sus discípulos, José Ignacio Fernández del Rincón, redactó el manual de enseñanza *Lecciones de Filosofía* (1774), texto que presentó como tesis en la Real y Pontificia Universidad de México ante un sínodo presidido por otro célebre ilustrado, José Ignacio Bartolache (1739-1790). En este manual, escrito para la enseñanza de la filosofía y física, incorpora en sus páginas las leyes de Newton, pero omite la ley de gravitación [3]. Empero, en la gran mayoría de escritos novohispanos de la época, la gravitación fue presentada como una falsedad y la teoría heliocéntrica como una mera hipótesis [4]. Sobre esto último basta citar como ejemplo el texto *Physica Particularis* (c 1765), obra del jesuita mexicano Francisco Xavier Clavijero (1731-1787) escrita para su uso en el programa de estudios de los colegios de la compañía de Jesús en la Nueva España. En las páginas del manuscrito de Clavijero se lee [5],

“*1ª Conclusión. El sistema copernicano no puede ser defendido como tesis. 1º porque la opinión acerca de la quietud del Sol y del movimiento de la Tierra parece oponerse a las sagradas Letras. . . 2º Porque los jueces Romanos de la Fe juzgaron que era absurda y herética la opinión que afirmara que el Sol permanece inmóvil en el centro del mundo: y que la Tierra, en cambio,*

se mueve alrededor de él... 3º Porque esa opinión fue consignada en la lista de doctrinas proscritas por la Santísima compañía de Jesús y prohibida a los profesores de filosofía... 2ª Conclusión El sistema copernicano no puede admitirse ni siquiera como hipótesis.”

Sorprenden estos puntos de vista de Clavijero, ya que casi una década antes (en 1757) se había excluido del *Índice de Libros Prohibidos* el *Revolutionibus* de Copérnico. No obstante, lo dicho por Clavijero manifiesta fielmente la retardataria postura oficial de la compañía de Jesús sobre el heliocentrismo y en consecuencia sobre la gravitación newtoniana. En este trabajo veremos como, a lo largo de los años, los clérigos en general de la Iglesia Católica Romana fueron adoptando una postura partidaria a la teoría de vórtices de Descartes como alternativa conveniente a la teoría gravitacional de Newton. Aquí nos limitaremos a analizar exclusivamente cómo se desarrolló y endureció la postura de la Compañía de Jesús a favor de los vórtices cartesianos. Sin embargo, pese a la actitud oficial de la Compañía Ignaciana, hubo voces a favor de la gravitación newtoniana entre algunos de sus miembros [6].

En efecto, tal fue el caso del jesuita Andrés de Guevara y Basoasabal (1748-1801) de quien nos ocuparemos en el presente artículo. Guevara escribió dos textos que trataron favorablemente el tema de la gravitación y denostaron la teoría de vórtices. El primer manuscrito de Guevara y Basoasabal lleva por título *Pasatiempos de Cosmología* (1789) [7]. Esta obra como veremos, contenía opiniones a contracorriente de las prescripciones eclesiásticas del momento, pues su contenido apostaba a favor de la teoría de la gravitación de Newton e impugnaba la teoría de vórtices de Descartes. Su segunda obra, titulada *Institutionum Elementarium Philosophiæ* (1796) fue escrita de manera más cautelosa pues presentaba hábilmente ambas teorías de una manera aparentemente “imparcial”. No obstante en esta segunda obra como veremos, Guevara también manifiesta explícitamente su predilección por la teoría de la gravitación newtoniana.

El propósito principal del presente artículo es analizar el contenido de este par de libros en lo que respecta a los temas sobre gravitación y cosmología. Para poner en contexto el par de obras mencionadas seguiremos como hilo conductor la confrontación entre gravitación y vórtices que se gestó en el siglo XVII y se exacerbó a lo largo del siglo XVIII. Confrontación que estuvo representada por científicos y por miembro de la Compañía. De esta manera examinaremos las duras y complejas circunstancias en que estos textos fueron escritos considerando el entorno histórico. Para estos propósitos hemos dividido el presente trabajo en cinco secciones. En la segunda sección hablaremos sobre el origen y gestación las dos teorías gravitacionales que fueron tratadas- entre otros temas- en el par de obras de Andrés Guevara: la teoría de “vórtices” de Descartes y la de la gravitación universal de Newton. Proporcionamos al lector nuestras traducciones libres de algunos fragmentos de textos relacionados con ambas teorías. La razón de lo anterior es facilitar al lector el acceso a los mismos ya que algunos de estos escritos son de difícil acce-

so o no han sido aún traducidos a nuestra lengua. Además que resulta imprescindible para nuestro análisis la lectura de los mencionados fragmentos para poder comprender cabalmente como se fue gestando -previo al siglo de las luces y durante sus primeras décadas- la postura oficial de la Iglesia Católica Romana y en particular la de los jesuitas con respecto a la teoría cartesiana y newtoniana. En la tercera sección haremos una investigación sobre la postura eclesiástica pre-valectante ya entrado el siglo XVIII con respecto a la pareja de teorías aludidas. Para este análisis nos hemos basado en el examen de dos revistas eclesiásticas de gran importancia, cuya circulación cubre la mayor parte del mencionado siglo. Estas son: el *Journal de Trévoux*, revista jesuita de amplia circulación durante la primera mitad del siglo XVIII y su continuación (tras la expulsión en 1762 de los jesuitas en Francia) bajo un cambio de nombre, el de *Journal de Beux-Arts et des Sciences*. En conjunto ambas publicaciones reflejaron las opiniones clericales del siglo mencionado. Además examinaremos un fraude científico perpetrado por fanáticos cartesianos con la intención de desacreditar la teoría de la gravitación de Newton. Los falaces comunicados aparecieron publicados en las páginas del *Journal de Beux-Arts*. Con ello, nuestro deseo es mostrar el ambiente – anti-gravitación de Newton- que reinaba en los círculos eclesiásticos a la llegada de los jesuitas expulsados de la Nueva España, entre los que se encontraba Andrés de Guevara y Basoasabal. Fue en este difícil entorno que Guevara escribió el par de textos de marras. En la cuarta sección de este trabajo, comenzaremos haciendo un breve recuento de la vida de Guevara y el tipo de instrucción escolar que recibió estando aún en la Nueva España. Narraremos a continuación el peregrinaje en el que Guevara se vio envuelto después de su expulsión de la colonia, para finalmente entrar en materia analizando los dos textos de su producción. Recalcamos de nuevo que en ambos casos restringiremos nuestro análisis a lo escrito por Guevara sobre gravitación y cosmología. Finalmente haremos varios comentarios y ofreceremos nuestras conclusiones.

2. Como aves en el aire y peces en el agua

Hacia fines del siglo XVI el modelo cosmológico de Tolomeo era el aceptado por los estudiosos. Se pensaba que cada planeta se movía a lo largo de una órbita circular alojada en una esfera sólida de cristal. La solidez de dichas esferas celestiales no fue muy cuestionada ni fue un tópico que preocupara mucho a los pensadores de la época. Sin embargo, entre 1570 y 1572 el cardenal jesuita Roberto Bellarmino -famoso por su intervención en el juicio de Galileo- dictó una serie de conferencias en la universidad de Lovaina. El cardenal declaró, refiriéndose a las esferas sólidas, “*que tales estructuras tan extraordinarias y complejas como los epiciclos y excéntricos son imaginarias, de manera que aun los astrólogos son reticentes para hablar de ellas*” e insistió que los cuerpos celestiales se movían libremente a través de un medio líquido “*con movimiento propio como aves en el aire y peces en el*

agua” (*Sed motu proprio sicut aves per aerem, et pisces per aquam*) [8].

Pocos años después en 1588 Tycho Brahe combinando el sistema heliocéntrico de Copérnico con el geocéntrico de Tolomeo hizo público su modelo geo-heliocéntrico [9]. El modelo de Tycho necesariamente tenía que prescindir de las sólidas esferas celestes por dos razones: (1) El modelo implicaba la intersección entre las órbitas de Marte y el Sol, lo que hubiese sido imposible si hubiesen existido las mencionadas esferas sólidas y (2) gracias a sus propias observaciones Tycho confirmó que el cometa de 1577 se movía en una región más allá de la Luna. Esta trayectoria supralunar del cometa implicaba que el bólido tenía que atravesar las supuestas esferas sólidas durante su trayectoria. En vista de lo anterior, el astrónomo danés negó la existencia de dichas esferas y optó por un modelo de universo cuyas regiones estuvieran ocupadas por una sustancia fluida [10].

Las observaciones de Tycho sobre los cometas trajeron un cambio generalizado de opinión en muchos de sus contemporáneos ante la evidencia de la no-existencia de las esferas sólidas. En pocas palabras se dieron las condiciones para favorecer la aceptación de un espacio ocupado por un fluido. Pero una cosa era conocer la composición del espacio en el que se mueven los planetas y otra cosa dar una explicación causal al movimiento de los mismos. En ese sentido tanto Descartes como Newton ofrecieron sendas explicaciones.

2.1. Vórtices, la explicación de Descartes

Cuando Newton publicó sus *Principia Mathematica* en 1687, las ideas de Descartes sobre la causa del movimiento de los planetas eran muy populares. Estas opiniones sobre el movimiento planetario habían sido publicadas por el francés tan solo unos años antes en 1664 en su obra *Principia Philosophiæ* (de ahora en adelante PP). En el PP, Descartes atribuye el movimiento de traslación de los planetas a vórtices formados por partículas “celestiales” que arrastran a los mundos. Específicamente en la parte III, §28 del PP se puede leer [11],

“Podríamos suponer que el Sol está formado por un material muy líquido, cuyas partículas están tan en extremo agitadas que ellas transportan a las partículas celestiales vecinas que las rodean. Aun más...podríamos suponer que el material de los cielos, al igual que el que forman al Sol y las estrellas fijas, es líquido”.

Descartes continúa su razonamiento señalando que los cielos están llenos de esas partículas celestiales y por lo tanto no existe el vacío,

“...algunos cometen el error de imaginarlos [a los cielos] totalmente vacíos... Están en un error...por la sola razón de que no existe el vacío en la naturaleza”.

Notemos que la opinión de Descartes está en consonancia con el *plenum* de la física Aristotélica. La obra continúa explicando la causa del movimiento planetario,

“...cuando se mueven juntas [las partículas celestiales] en la misma dirección, necesariamente transportan cualquier cuerpo que esté rodeado por ellas... aun cuando dicho cuerpo sea duro, sólido y se encuentre completamente en reposo... [La Tierra] como un barchino que no está impulsado por el viento, ni por remos o detenido por ancla permanece en reposo en el medio de este mar, aunque el flujo y reflujo de esta gran masa de agua imperceptiblemente la transporta con ella...”

Nótese que Descartes se guarda de caer en la herejía de afirmar que la Tierra se mueve y así se previene de la consecuente reacción de la Inquisición en su contra. Es importante recordar que pocos años antes (en 1633) la misma Inquisición había condenado a Galileo por afirmar la movilidad de nuestro planeta [12]. Por lo tanto Descartes enfatiza,

Sin embargo, hablando propiamente ni la Tierra ni los planetas están en movimiento. No se mueven con respecto a las partículas celestiales con las que están en contacto. Por lo tanto todos se encuentran en reposo...

(hemos subrayado el texto para enfatizarlo).

El argumento anterior, empleado por Descartes, hoy en día resulta ingenuo, pero le fue efectivo ya que el filósofo no fue perseguido en vida por la Iglesia Católica Romana. [13] Una vez que él hace la aclaración de que la Tierra no se mueve, continúa su PP con una descripción del mecanismo que imparte movimiento al sistema solar,

Habiendo, por medio de estas razones, retirado todas nuestras preocupaciones sobre los movimientos de la Tierra, supongamos que el material celestial, en el cual están situados los planetas, se revuelve incesantemente en un vórtice con el Sol en su centro, de esta manera las partículas más cercanas [al Sol] se mueven más rápidamente que aquellas (hasta cierto límite) más alejadas de él, y que todos los planetas (entre los que incluimos a la Tierra) permanecen constantemente suspendidos entre los pedazos de este material celestial. Por esta sola hipótesis, sin la ayuda de algún otro artefacto, máquina o mecanismo, entenderemos fácilmente todo lo observado en el cielo.

Descartes amplía su explicación utilizando un símil fluvial que además le sirve para justificar que los planetas más cercanos al Sol presenten períodos de traslación más cortos que aquellos más alejados,

Imaginen el meandro de un río, donde el agua da vuelta, girando en círculos, algunos grandes otros menores. Notamos que los objetos flotando en esta corriente son conducidos por ella y giran dando vueltas y vueltas, aun los más pesados, algunos de los cuales rotan sobre sus propios centros. Aquellos que se encuentran más cercanos al centro -del remolino que los contiene-

completan sus revoluciones más pronto que aquellos más alejados del centro. Finalmente, aun cuando estos remolinos siempre giran en círculos, estos difícilmente describen un círculo perfecto... de manera que no todas las partículas equidistan de su centro.

Con la última frase del párrafo anterior, Descartes explica el porqué de las orbitas elípticas de los planetas ya que “no todas siguen un círculo perfecto”. Finalmente cierra su ejemplo con la conclusión,

De manera similar imaginemos las mismas cosas ocurriendo en los planetas. Y esto es todo lo que necesitamos para explicar todos sus fenómenos.

La visión de Descartes del mundo, que acabamos de presentar, tuvo una gran aceptación e impacto entre los pensadores europeos. Sin embargo cabe resaltar que por su parte la Iglesia Católica Romana y las Iglesias protestantes siempre hostigaron la filosofía de Descartes a causa de que estaba basada en parte, en su método de “duda metódica” ya que a las Iglesias siempre les ha convenido tener hombres de Fe y no feligreses dubitativos. Por lo que respecta a la “física cartesiana” la postura eclesiástica fue de carácter variopinto, por un lado no toleraba la postura atomística del francés pues chocaba con el dogma de la transustanciación del pan y el vino al cuerpo de y sangre de Cristo. Por otro lado fue condescendiente al respecto de la teoría de vórtices ya que Descartes bien se cuidó al afirmar en su PP que la noción común de movimiento entendida como “la acción mediante la cual un cuerpo pasa de un lugar a otro” es sólo una creencia basada en las apariencias. Descartes sostenía que “en realidad el movimiento es el transporte de la parte de la materia que se encuentra en contacto inmediato con un cuerpo y por lo tanto este cuerpo puede considerarse en reposo”. Para reforzar su tesis, Descartes recurrió -como siempre- al ejemplo de un objeto arrastrado por la corriente, “en particular, un cuerpo remolcado por un fluido tiene menos movimiento que aquel cuerpo que no sigue la corriente porque el primero se separa menos de las partículas que lo rodean cuando sigue la corriente que cuando no lo hace”. Esta idea de relatividad limitada de movimiento le permitió a Descartes reconciliar el movimiento de la Tierra con la doctrina oficial de la Iglesia Católica Romana [14]. Por su parte la Iglesia Romana prestó poca atención a su teoría de vórtices ya que tenía, como se menciona arriba, otros conflictos mucho más complejos con Descartes [15]. Sin embargo no habrían de pasar muchos años, como veremos a continuación, para que surgiera una refutación a la teoría de vórtices en la pluma de Isaac Newton.

2.2. Gravitación, la reacción de Newton

En la actualidad se reconoce que una de las intenciones de Newton al publicar su *Principia Mathematica* (de ahora en adelante PM) fue la de remplazar el modelo de vórtices de Descartes [16]. Newton conocía muy bien el modelo de vórti-

ces del francés. Entre los más de 2000 títulos de la biblioteca personal de Newton se encontraba un ejemplar del PP de Descartes [17].

En 1662 apareció un manuscrito inédito de Newton sin título cuyas primeras palabras son, *De gravitatione et aequipondero fluidorum* hoy en día este manuscrito se le conoce simplemente como *De gravitatione* [18]. El documento fue redactado por Newton antes de que publicara su PM en 1687. En dicha obra el físico inglés pretendía refutar los puntos de vista cartesianos sobre el espacio, tiempo y movimiento, nociones esenciales del PP de Descartes. *De gravitatione* no se publicó, pero Newton logró más tarde refutar la propuesta cartesiana al incluir en el libro segundo, de su PM una sección (§IX) “Sobre el movimiento circular de fluidos” que contradecía a Descartes sin mencionar su nombre. Si bien Newton ocultó el nombre de su destinatario, no ocultó el propósito de esta parte del PM al escribir en el escolio a la proposición 52 lo siguiente [19],

He emprendido, en esta proposición, investigar las propiedades de los vórtices, de manera que pudiese encontrar si los fenómenos celestes pudieran ser explicados por ellos...

y en el escolio a la proposición 53 señala sus conclusiones,

“De aquí que es manifiesto que los planetas no giran en torno a vórtices corpóreos; porque de acuerdo a la hipótesis copernicana, los planetas circulan alrededor del Sol en elipses, teniendo como foco común al Sol; y por su radio trazado hacia el Sol describen áreas proporcionales a los tiempos. Empero las partes de un vórtice nunca pueden girar con tal movimiento.”

Y termina el escolio y el libro segundo del PM diciendo,

“La forma en que se realizan estos movimientos en espacios libres sin vórtices, puede ser entendido por [la lectura] del libro primero; y ahora trataré el tema más profundamente en el libro siguiente”

[se refiere al libro III].

Cuando la teoría de la gravitación de Newton comenzó a ser conocida en la Europa continental los miembros más educados de la Iglesia Católica reaccionaron, aunque como veremos más adelante, no lo hicieron inmediatamente. Principalmente fueron los jesuitas quienes comenzaron a manifestar su rechazo a la tesis del sabio inglés. Las razones del rechazo jesuita son múltiples: En primer lugar, la teoría newtoniana proporcionaba una base sólida al heliocentrismo, con la consecuente implicación de una Tierra en movimiento y por lo tanto constituía una herejía. Un segundo argumento para rechazar la gravitación newtoniana era que ésta implica “acción a distancia” sin necesidad de que exista un medio entre los cuerpos causantes. Los jesuitas consideraban que la acción a distancia era exclusiva de Dios. Un tercer argumento se encuentra en la ordenanza de Ignacio de Loyola -padre fundador de la Sociedad de Jesús- de seguir las enseñanzas aristotélicas, “... *En lógica, filosofía natural y moral y en*

metafísica se deberá seguir la doctrina de Aristóteles.” [20] Como para Aristóteles el vacío no existe y como la teoría de Newton actúa en el vacío, esto contradecía los preceptos de Aristóteles y por lo tanto la teoría newtoniana era inaceptable. En contraste es importante resaltar que en este respecto la postura cartesiana concuerda con la aristotélica lo que a la larga atraería las preferencias de la Iglesia Católica Romana por la teoría de vórtices.

3. El Journal de Trévoux

3.1. Primera época (1701-1762) Católica Romana

La oposición a la teoría de la gravitación de Newton señalada en la sección anterior fue en aumento y ya para el siglo XVIII se vio expresada en las publicaciones periódicas de los jesuitas. En efecto, durante el siglo de las luces una de las gacetas enciclopédicas más relevantes en Europa era el *Journal de Trévoux*, o *Mémoires pour servir à l'Historie des Sciences et des Beaux-Arts*, publicación mensual que estuvo en circulación -bajo el control de la Compañía de Jesús- desde 1701 hasta 1762 año en que fueron expulsados los jesuitas de Francia. Su lectura actual sirve para conocer la opinión de la Compañía sobre diversos asuntos, entre ellos los científicos, ya que fue la tribuna desde la cual los jesuitas expresaron sus opiniones a favor o en contra de las teorías en turno. El propósito del *Journal de Trévoux* desde su fundación, fue actualizar a sus lectores sobre los avances del conocimiento, ya fuese este especulativo o técnico. Para tal propósito la revista publicaba reseñas de las principales obras del momento. Sus corresponsales y articulistas fueron en su gran mayoría jesuitas, no sólo incluyó franceses, sino jesuitas de todas partes del continente. La mayoría de artículos y sumarios de libros son anónimos por lo que fueron avalados por la política editorial jesuita [21].

Como mencionamos anteriormente, la reacción eclesiástica contra la gravitación newtoniana (1687) fue lenta. Las primeras salvas del *Journal de Trévoux* en contra de la gravitación fueron disparadas en su ejemplar de febrero de 1710 a raíz de la aparición, ocho años antes (en 1702), de una obra de David Gregory profesor Savileano de Oxford y discípulo de Newton. La publicación de Gregory, escrita en latín titulada *Astronomiae Physicae et Geometricae Elementa* hacía énfasis en la vigencia universal de la teoría de la gravitación de Newton. El *Journal de Trévoux* publicó en idioma francés una muy virulenta reseña del mencionado tratado escrito por Gregory. Irónicamente al estar escrita en francés, la nota contribuyó a la difusión de la gravitación en Europa. Aun más, la crítica del *Journal de Trévoux* comenzaba sorpresivamente alabando a Descartes, otrora atacado por los jesuitas, y tildando de teoría infantil a la gravitación [22],

“Cualidades ocultas, especialmente aquellas asociadas con la atracción y pesantez fueron alguna vez descartadas de la física y de la naturaleza por M. Descartes, el más grande de los geómetras. Solo se habla

de éstas cuando se busca un ejemplo de razonamiento falso fundamentado sobre prejuicios infantiles.”

No es ocioso recalcar que el revisor del trabajo de David Gregory se reserva la tradicional hostilidad de los jesuitas hacia Descartes llamándolo “*el más grande de los geómetras*”. Más adelante el *Journal de Trévoux* continúa su diatriba,

“Absurdo que la materia pueda actuar a distancia a través de espacio vacío... Hábiles matemáticos ingleses [se refiere a Gregory], sin embargo, la han regresado al mundo [a la acción a distancia], y cualquiera que haya leído el Principia y la Óptica de M. Newton sin duda habrá notado su credulidad sobre este tópico”

Y termina con ironía comentando

“Sí uno tan solo pudiese ignorar el principio [de atracción], la sutileza de la geometría que es empleada a través de este trabajo la haría un excelente obra”

A partir del ejemplar de febrero de 1710, la posición tomada por el *Journal de Trévoux* en contra de Descartes fue mutando. Por un lado los jesuitas condenaron sus doctrinas filosóficas- nunca dejaron de hacerlo- y por otro lado, y de manera paulatina, muchos de ellos comenzaron a ver con simpatía su teoría de vórtices como una aceptable alternativa a la cada vez más popular gravitación newtoniana. En efecto George Healy quien se dedicó a estudiar el discurso científico en del *Journal de Trévoux* señala [23]:

“Cuando Newton publicó su Principia, Descartes constituía el principal problema de los jesuitas... Pero paulatinamente Newton reemplazó a Descartes en este papel.”

A través de su existencia el *Journal de Trévoux* mantuvo una consistente crítica a la teoría de la gravitación newtoniana. En consonancia con esta actitud los jesuitas reforzaron la disciplina de grupo en contra de ideas no aristotélicas durante la decimosexta Congregación de la Sociedad de Jesús celebrada del 19 de noviembre de 1730 al 13 de febrero de 1731. En esta reunión confirmaron que las doctrinas aristotélicas permanecerían como el núcleo de las enseñanzas científicas en sus escuelas. En efecto, el decreto 36 de la Congregación estipuló que en el curso filosófico se diese espacio a la erudición científica, aplicando las matemáticas; pero recomendó que se atuviesen a los principios generales del sistema aristotélico, útiles para la teología [24].

Sin embargo, mientras la Compañía de Jesús hacía esfuerzos por preservar el sistema aristotélico, tres sucesos dramáticos confirmaban la validez de la mecánica de Newton: El primero fue la confirmación de que la Tierra debía estar achatada en sus polos y ensanchada en su ecuador por efecto de su movimiento de rotación de acuerdo con el argumento de Newton. Efectivamente, las mediciones geodésicas realizadas por las expediciones organizadas por la Academia

Francesa de Ciencias a Laponia (1736-1737) y a al Ecuador (1735- 1744) probaron este hecho [25]. El segundo suceso aconteció en 1750 cuando Alexis Claude Clairaut logró explicar el movimiento del afelio de la Luna utilizando la mecánica de Newton. Finalmente el tercer hecho ocurrió en 1759 con la predicción correcta - del mismo Clairaut - sobre el perihelio del cometa de Halley. Estos tres acontecimientos convencieron a la mayoría de los opositores a la gravitación de la veracidad de la teoría. No obstante el debate tomó otro giro inesperado, el del fraude científico.

3.2. Segunda época (1763-1775)

Después de la expulsión de los jesuitas en Francia ocurrida en 1762, el *Journal de Trévoux* pasó a manos del clero secular. Dada la importancia de la revista, la Iglesia Católica Romana siguió publicando el *Journal de Trévoux*. Sin embargo, sus lectores notaron el cambio y esta revista comenzó a perder popularidad. Hacia 1768 su dirección editorial decidió en aquel momento cambiar el nombre de la publicación por el de *Journal des Beux-Arts et des Sciences*, revista que circuló hasta 1775.

En 1769 el “renovado” *Journal des Beux-Arts et des Sciences* publicó un experimento cuyos resultados descalificaban a la teoría de la gravitación. El experimento consistía en medir el período de oscilación de un péndulo a diferentes alturas sobre el nivel del mar. Los resultados de las mediciones “mostraban” que - contrario a la predicción newtoniana- el peso de un cuerpo se incrementaba al apartarlo del centro de la Tierra. Estos resultados fueron reportados por un autor desconocido de nombre Coultaud y confirmados dos años más tarde por otro desconocido de nombre Mercier. Este par de experiencias provocó un debate que duró ocho años en los cuales se involucraron los científicos newtonianos d’Alembert y Lalande. Lo sorprendente del asunto es que los dos experimentos nunca se realizaron y tanto Coultaud como Mercier resultaron ser dos personajes ficticios.

La pregunta que surge es quién perpetró el fraude y por qué. La sospecha apunta directamente al abad Bertier, entonces editor de la revista. No abundaremos más en el caso y solo añadiremos que en 1996 James Evans publicó una detallada investigación sobre el fraude y demuestra que efectivamente Bertier actuó cegado por su inquebrantable fe y extrema terquedad pero quién escribió los artículos fraudulentos de Coultaud y Mercier fue Hyacinthe Sigismond Gerdil (1718-1801) teólogo, filósofo cartesiano, posteriormente Cardenal de la Iglesia Católica y en los últimos años de su vida candidato al papado. El fraudulento anti-newtoniano y muy influyente cardenal Gerdil se hallará viviendo en los estados pontificios simultáneamente con nuestro jesuita mexicano Guevara Basoasabal. Ya nos ocuparemos más adelante de Gerdil [26]. Mientras tanto, durante el período en que aparecieron las publicaciones sobre los experimentos fraudulentos anti-newtonianos la gran mayoría (salvo Lalande y d’Alembert) de los seguidores de Newton, tomaron una actitud de indiferencia frente a los ataques e hicieron caso omiso

de estos alegatos periodísticos pues sabían que se trataba de un debate estéril.

4. Andrés de Guevara Basoasabal. Vida y Obra

Hasta este momento hemos descrito cual fue el escenario europeo que hallaría Andrés de Guevara Basoasabal, al llegar a su exilio en 1767 lugar donde escribió su obra. En esta sección –por razones de completitud del presente estudio - daremos una breve semblanza de su vida y formación antes de entrar al análisis sobre el contenido de la gravitación newtoniana en la obra de nuestro autor [27].

4.1. Vida

Andrés de Guevara y Basoasabal, nace en la Ciudad y Real de Minas de Santa Fe de Guanajuato, México, el 30 de noviembre de 1748. Pasa los primeros doce años de su infancia en su ciudad natal donde inicia sus estudios básicos en el recién fundado Colegio de la compañía de Jesús. En 1760 ingresa al Real y más antiguo Colegio de S. Pedro y S. Pablo y S. Ildelfonso (hoy Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México) para continuar sus estudios con los jesuitas en la Cd. de México. Es allí, en la capital Novo Hispana, donde Guevara tiene su primer contacto con la física -principalmente la de Aristóteles- materia que se impartía durante el segundo año de los cursos regulares. No se sabe con exactitud quienes fueron directamente los profesores de Guevara durante esta etapa, sin embargo se hallaban presentes en los colegios jesuitas de la capital novo hispana varios de los más destacados miembros de la Compañía Ignaciana de aquella época entre ellos Salvador Dávila, estudioso de la física de Newton y de las teorías de Descartes y Leibniz. También sabemos que hasta 1763 en el Colegio colindante de San Gregorio se encontraba el célebre Francisco Xavier Clavijero. Hacemos mención de Clavijero porque junto con Dávila, ambos serían más tarde profesores de Guevara durante el destierro de los jesuitas mexicanos en Bolonia, Italia.

Al terminar Guevara los cuatro años de internado en la capital de México, pasa a hacer su noviciado en el Colegio de Tepozotlán, Estado de México (hoy Museo Nacional del Virreinato). Pero el 26 de junio de 1767, cuando se encontraba haciendo sus estudios, fue arrestado junto con 59 religiosos de la Compañía de Jesús para posteriormente ser expulsados de la Nueva España a bordo de la fragata San Miguel. El plan de Carlos III de España -al exiliar a la totalidad de los jesuitas de todos los dominios de su reino- era el de enviarlos a los estados pontificios. Empero, Clemente XIII- el Papa en turno- al enterarse de la intención del monarca español, se negó a recibir a los expulsos en sus territorios. La razón es que años antes el Papa había ya recibido a los jesuitas expulsos de Francia y Portugal. Estos últimos ya se encontraban en los territorios pontificios malviviendo a costa del ya muy apretado erario papal. Los consejeros del Rey español, ante

la negativa papal, le plantearon al monarca la posibilidad de exiliar a los expulsos en la isla de Córcega. El rey hizo caso al consejo y tomo la decisión de enviarlos a Córcega. Los jesuitas mexicanos expulsos, que hasta entonces se hallaban reclusos en España, fueron re-embarcados hacia 1768 con rumbo a la isla de Córcega. Sin embargo la isla pertenecía a la República de Génova y en esos momentos había un levantamiento local independentista. Para su fortuna, los jesuitas mexicanos estuvieron poco tiempo desterrados en Córcega pues finalmente fueron admitidos en el estado pontificio de Bolonia. Una vez en Bolonia, Andrés de Guevara, continuaría sus estudios en las escuelas que fueron habilitadas para los jesuitas mexicanos, primero en el Castell San Pietro cercano a la capital de Bolonia y después en la misma ciudad, en el palacio de Herculano. Es en estas escuelas donde los antiguos profesores mexicanos como Dávila y Clavijero fueron congregados para que continuaran a cargo de la interrumpida educación de los novicios mexicanos.

Cabe la pregunta de qué clase de instrucción pudo haber recibido Guevara de manos de estos maestros. Por un lado seguramente aprendió de Salvador Dávila y del contacto con otros profesores las teorías de Newton y Descartes ya que era común que las enseñasen así fuera tan solo para rebatirlas y por otro lado, quizás al convivir con Clavijero conoció su posición retardataria. Posición que ya señalamos en la introducción del presente trabajo, la que se resume en no admitir, ni como tesis, ni como hipótesis, la teoría copernicana. En pocas palabras Guevara Basoasabal debió de haber estudiado bajo un ambiente en ocasiones retrógrado. Además la situación económica de Andrés de Guevara debió también ser muy difícil por los siguientes motivos: Los bienes de los jesuitas fueron confiscados al momento de su expulsión. Carlos III decretó que parte de los bienes confiscados sería dedicado a un fondo de pensiones individuales que los expulsos recibirían de modo vitalicio para su manutención. Sin embargo el gobierno decidió no pasar estipendio alguno ni a los novicios ni a los estudiantes con la intención de que decidiesen dejar la Compañía y abjurar de su jesuitismo, de modo que pudiesen ingresar al clero secular. Además en el exilio no percibirían un solo peso hasta que se ordenasen sacerdotes. En estas difíciles condiciones permanece Andrés de Guevara desde su llegada a Europa en 1667 hasta que finalmente se ordena como sacerdote jesuita el 3 de noviembre de 1771. Pero solo sería oficialmente sacerdote jesuita por escasos dos años pues la orden fue extinguida.

A la muerte de Clemente XIII en 1769 le sucedió Clemente XIV, un declarado anti-jesuita. El nuevo pontífice firmó la extinción canónica de la Compañía de Jesús en 1773. Después de disuelta la compañía los frailes jesuitas se convirtieron en sacerdotes diocesanos y se dispersaron. Algunos de ellos, entre los que se encontraba Guevara, se trasladaron a Roma donde los más cultos encontraron trabajo como preceptores o maestros. Un suceso desventajoso en el entorno en que se movió Guevara en Roma fue el nombramiento en 1777 como cardenal al anti-newtoniano Hyacinto Gerdil, de quien ya nos ocupamos en la sección anterior como el orquestador

de los experimentos fraudulentos ahí mencionados. Además de ocupar una silla cardenalicia, Gerdil fue consultor del Santo Oficio de la Inquisición, corrector de los libros orientales y prefecto de la Propaganda. Gerdil fue uno de los cardenales de mayor influencia en Roma siendo candidato al Papado en el conclave de Venecia de 1800 pero por su avanzada edad (82 años) no fue electo pontífice. Cabe recordar como lo mencionamos en la sección anterior que para Gerdil el aspecto más objetable de Newton era la gravitación. Hacia 1796 Guevara en aquel tiempo decide mantener una prudente distancia y radica en Parma como profesor en dicha ciudad.

En síntesis, fueron tiempos delicados para Guevara durante los cuales se arriesga a escribir, antes de 1789, su primera obra *Pasatiempos de Cosmología*. Ese mismo año envía una carta desde Roma al Regidor de Guanajuato, Francisco Azpilcueta anexándole el manuscrito de esta obra terminada. Años más adelante, Guevara completaría su segunda y última obra *Institutionen Elementarium Philosophiae* escrita en cuatro tomos la cual se publicaría en Roma entre 1796 y 1798. Esta otra obra fue escrita en un período más estable de su vida pues Guevara se hallaba ya integrado como profesor en el colegio de Parma. Guevara nunca regresó a México y muere en Piacenza, Italia en 1801 aun siendo profesor del colegio de Parma.

4.2. Análisis de las Obras

4.2.1. *Pasatiempos de Cosmología*

Como ya se mencionó, en 1789 Andrés de Guevara hace llegar desde Roma el manuscrito de sus *Pasatiempos de Cosmología* al entonces regidor de la ciudad de Guanajuato, México, Francisco Azpilcueta con el propósito de que sea publicado “*bajo los auspicios de esa Ciudad de Guanajuato, mi Patria*”. El manuscrito permaneció extraviado casi dos centurias y no fue sino hasta 1970 que fue encontrado en un estante en la Biblioteca de la Universidad de Guanajuato. Finalmente fue esta Universidad la que cumplió los deseos de Guevara al publicar la obra en 1982 dentro del marco del CCL aniversario de su fundación.

Guevara envió su manuscrito acompañado de una carta de presentación en donde el autor “*describe el plan de la obra*”. La misiva de Guevara da a entender que se trata de una obra de divulgación cuya intención es transmitir noticias científicas frescas a sus conciudadanos así como disipar en ellos sus prejuicios y temores en torno al heliocentrismo y al movimiento de la Tierra. El hilo conductor de su temática es pues el sistema de Copérnico del cual se declara un convencido al decir “*A más de esto confieso ingenuamente que ningún otro modo de pensar cuadra tanto mi entendimiento como este sistema Copernicano que expongo, sigo o impongo en todo el escrito*” Pero, Guevara al escribir esta afirmación se cuida las espaldas de alguna posible acción de la Inquisición en su contra al declarar inmediatamente que “*No lo doy como una cosa ya demostrada, como lo hacen muchos modernos católicos, aún en la parte que toca a nuestro sistema solar*”. La car-

ta de presentación además describe escuetamente la temática particular contenida en cada uno de los 24 capítulos o “entretenimientos” en que se halla dividida su obra.

4.2.1.1 Tomo Primero

Entrando a la descripción de *Pasatiempos de Cosmología* podemos decir que los títulos de los 4 primeros entretenimientos o capítulos explícitamente indican sus contenidos: “1. *Idea General del Universo*”, “2. *Edad del Mundo o del Género Humano*”, “3. *Figura y extensión del Universo*”, “4. *Límites, unidad, estación en que fue creado*”. En lo tocante -en estos capítulos- a la teoría de la gravitación universal debemos detenernos en el tercer entretenimiento donde Guevara indica a sus lectores que la forma de la Tierra fue investigada conjuntamente por dos expediciones que han encontrado “*después del viaje al Ecuador y a las vecindades del polo*” que nuestro planeta está aplastado a lo largo de su eje de giro y ensanchado en su ecuador como lo han “*profetizado Huigens (sic) y Newton*”. De esta manera Guevara informa a sus lectores de la evidencia a favor de la teoría newtoniana.

Seguidamente advierte a su público, que las órbitas que describen los planetas son elipses; “*...solamente de esta manera se puede explicar con exactitud, naturalidad y sencillez el apogeo y perigeo de los planetas*”. Sobre este punto Guevara se apoya citando la obra *Abregé d’Astronomie* [28] del astrónomo Lalande a quién ya mencionamos -en una sección anterior de este trabajo- como defensor de la gravitación newtoniana cuando tratamos el caso de los experimentos “*fraudulentos*”.

En el mismo tercer entretenimiento Guevara rechaza la teoría de vórtices o torbellinos de Descartes al afirmar a contracorriente de la opinión que prevalecía entre los propios jesuitas que, “*Todos los cuerpos que lo componen [al sistema Solar] nadan en un sutilísimo fluido que por todas partes los rodea. No quiero por esto decir que sea la materia sutil de Descartes. Jamás he tenido tentaciones de envolver al mundo en sus torbellinos...*” y seguidamente expresa un reflejo de un resabio aristotélico propio, sobre la no existencia del vacío. “*...Hablo de aquel purísimo ether (sic) que aún el filósofo inglés [Newton] que vació al mundo de la materia sutil de que lo había llenado Descartes, admite difundido por todo el espacio mundano.*” Para apoyar su afirmación añade la siguiente nota al pie, “*Newton Isaac Óptica Questio 18: Sí es que no se encuentra [el éter] difundido por todos los cielos por su fuerza elástica*” [29]

Los siguientes tres “entretenimientos” de *Pasatiempos de Cosmología* (5, 6 y 7) fueron nombrados colectivamente por Guevara como “*Diversos aspectos del universo visto desde la Tierra*” y llevan por títulos: “5. *Explicación sucinta de la esfera*”, “6. *Continuación de la esfera*” y “7. *Se concluye lo perteneciente a la esfera*”. Esta tercia de capítulos trata sobre la esfera celeste y no atañen a vórtices o gravitación que son los temas que aquí nos conciernen. Con este entretenimiento termina Guevara el tomo primero de *Pasatiempos de Cosmología*.

4.2.1.2 Tomo Segundo

El segundo tomo comienza con una introducción que Guevara coloca en su octavo entretenimiento “*Sistemas del Mundo*”, aquí Guevara introduce a sus lectores los sistemas de Claudio Ptolomeo, Tycho Brahe y Nicolás Copérnico, reservando el noveno entretenimiento titulado “*Sistema Copernicano*” a mostrar con mayor detalle el modelo copernicano. Para este propósito Guevara recurre de nuevo a Lalande e incluye en este capítulo, una traducción de algunas secciones del compendio de Astronomía de este autor francés [30]. Sin embargo en su traducción Guevara se vuelve a cubrir las espaldas de una posible acción de la Inquisición en su contra, agregando palabras a la obra original de Lalande. La Figura 1 muestra el fragmento de la obra de Lalande que fue alterado por Guevara. La traducción del guanajuatense se da a continuación donde hemos subrayado las palabras agregadas por Guevara.

Objections contre le système de Copernic.

400. Tous les motifs tirés de la simplicité, de l'élegance du système de Copernic, et du parfait accord qu'on trouve dans toute l'astronomie en l'adoptant, équivalent à une démonstration pour tout physicien qui n'est pas prévenu d'avance contre la possibilité du mouvement de la terre; il s'agit donc

FIGURA 1. Fragmento del Compendio de Astronomía de la Landé

“Todos los motivos sacados de la sencillez del Sistema Copernicano, de su elegancia y de la armonía perfecta que adoptándolo (añádase como hipótesis) se encuentra en todo lo Astronómico, equivalen a una (casi) demostración para todo Físico, que no esté prevenido de antemano contra la posibilidad del movimiento de la Tierra.”

Cabe aclarar que la enseñanza del sistema de Copérnico fue permitida por la Iglesia Católica Romana mientras el sistema fuese presentado como una mera hipótesis [31].

En el entretenimiento décimo “*Continuación del Sistema Copernicano*” Guevara vuelve a explicar lo ya expuesto en su traducción de la obra de Lalande. La razón de esta reiteración se debe, como lo explica el propio Guevara, a que considera que la exposición del astrónomo francés pudiera no ser entendida por todo el público lector ya que nuestro autor la considera escrita en un tono “*facultativo*”, es decir muy técnico para algunos lectores.

En el entretenimiento decimocuarto “*Sueño del Copernicano*”, Guevara narra un sueño en donde al principio aparecen Pierre Gasendi y René Descartes. El primero de ellos sostiene que el mundo está formado por materia heterogénea, finítamente divisible (*i.e.* en términos actuales, se refiere a los átomos) y con espacios vacíos entre ellos para que estos elementos se puedan mover. Guevara pone en boca de Gasendi: “*¿Porqué como se han de mover estos corpúsculos sin*

que haya espacio desocupado?” Por su parte Descartes argumenta que el universo está formado por materia homogénea infinitamente divisible sin espacio entre divisiones. Según explica Guevara, la razón de no concebir dichos espacios es que Descartes, “aborrecía el vacío mortalmente”. La discusión entre los dos personajes prosigue durante el sueño, Gasendi alega que su modelo del mundo requiere tres tipos de materia: El primer tipo está constituido por “partecillas muy pequeñas y angulosas”, estas partículas forman el cuerpo solar y las estrellas fijas. Un segundo tipo está formado por “partecillas esféricas y de mayor tamaño” que las del primer grupo. Estas bolitas llenarán los “espacios etéreos que abrazan o cubren todos los globos como las aguas a los peces que esguazan” [32]. El tercer grupo está hecho de “partes más grandes muy resistentes y crasas” que forman los Planetas. En este punto en su sueño, el Copernicano se cansa de escuchar la discusión entre Gasendi y Descartes. Su atención se vuelve entonces a un nuevo personaje que aparece en el sueño. Este resulta ser Isaac Newton a quien, Guevara describe en el sueño como “de aspecto serio y taciturno”.

Newton le dice al Copernicano que el Ser Supremo dictó leyes generales para toda la Naturaleza. A continuación Newton enumera la ley de la inercia, “Es necesario un impulso para mover un cuerpo quieto...”. El cuerpo sigue siempre un “rumbo derecho mientras no haya quien lo aparte de su camino. Si se retira al cuerpo de su camino derecho atrayéndolo perpendicularmente, ni va derecho como antes, ni hacia la parte donde perpendicularmente lo arrastran, más toma un camino medio entre las dos fuerzas... Este camino curvo durará mientras duren las dos fuerzas combinadas: la centrípeta... y la centrífuga”. Newton continúa hablándole en el sueño al Copernicano con el tema de la gravitación “Todos los cuerpos se atraen mutuamente o tiran a unirse uno con otro. Llámese a esto atracción, llámese gravedad o gravitación”. Más adelante habla de que gracias a la gravitación se forman los globos planetarios y que, antes de que las partes de un globo se acaben de “solidar” (solidificar), el globo se aplasta en los polos y se ensancha en su ecuador. A continuación enuncia la ley de gravitación “[Los cuerpos] Se atraen mutuamente según la masa de materia que contiene cada una...la atracción sigue la razón inversa de los cuadrados de las distancias”. Aquí, en una nota al pie, Guevara explica que no es lo mismo masa que volumen. En otra nota al pie Guevara incluye la biografía de Newton en misma que refleja su alta estima hacia el sabio inglés. Reproducimos dicha nota,

“Isaac Newton...quiso abrir un camino para abatir el cartesianismo que comenzaba a ser el sistema dominante. Dotado de un entendimiento de lo más profundo, después de haberse impuesto a todos los más recónditos arcanos de las ciencias matemáticas, comenzó a formar el sistema que actualmente lleva su nombre. El triunfo del Inglés sobre su rival fue tan completo, que actualmente la Francia científica se puede decir que está sujeta o dominada de la nación a quien por

las armas no ha cedido jamás la primacía. Se alaba el genio de Descartes, pero se siguen los principios del Inglés... mientras que las Academias de las ciencias reciben con docilidad las reglas generales que el sublime genio de Newton dictó a la posteridad para que sirvan de constitución fundamental del sistema Físico astronómico.”

(Hemos subrayado el texto para enfatizarlo).

El entretenimiento termina con la aparición, en el sueño del copernicano, de cuatro personajes más: William Whiston, Thomas Bournet, John Woodward y el conde de Buffón. Que en turno discuten brevemente sobre la creación del sistema solar. Guevara no contento con el poco espacio que dio a las ideas de Buffón en este entretenimiento, volverá en el próximo entretenimiento a hacer aparecer al Conde Bufón en la continuación del sueño.

En el décimo quinto entretenimiento “Continuación del sueño del copernicano. Sistema del Conde Bufón” el Conde sugiere que los planetas podrían haberse formado por la colisión sucesiva de cometas contra el Sol. Bufón argumenta que mientras “más corpulentos y densos” los planetas, más alejados se encontrarán del Sol. A lo cual Guevara desacredita esta hipótesis añadiendo una nota al calce “por desgracia se ha aparecido el nuevo Planeta Herschel (sic) que echa a perder este cálculo”. En efecto, William Herschell acababa de descubrir Urano. Cabe señalar que en 1784 Lalandé propuso llamar Planeta Herschell a este nuevo integrante del sistema solar [33]. En el decimosexto entretenimiento “Continuación de la misma materia. Pensamientos del Barón de Leibnitz” Guevara presenta la idea de las “mónadas” de Leibnitz. Las mónadas según este filósofo son los elementos últimos del universo con las siguientes propiedades: “...son sustancias simples indivisibles, ingenerables, incorruptibles, inextensas, sin figuración alguna y que no ocupan espacio” y cada una es un reflejo de todo el universo en una armonía preestablecida. El copernicano en el sueño, interrumpe a Leibnitz y se establece un diálogo de carácter metafísico mismo que sale del tema de discusión de nuestro análisis. El décimo séptimo entretenimiento “Ideas del Doctor Carlos Bonnet. Expuestas en su Palingenesia Filosófica” es una exposición directa de las ideas de Charles Bonnet, sin recurrir a ningún sueño de algún copernicano. Según estas ideas, al crear Dios al mundo también creo unos gérmenes. Estos gérmenes evolucionan y producen una nueva especie de ser vivo. Esta teoría permitía explicar la aparición de los seres sin contradecir a la Biblia, pues todos los seres vivos habrían sido creados durante el Génesis. Con este entretenimiento concluye Guevara su tomo segundo.

4.2.1.1 Tomo Tercero

El tomo tercero de *Pasatiempos de Cosmología* inicia con un preámbulo donde Guevara señala que los siguientes tres entretenimientos contienen su traducción de *Systeme du Monde par M. Lambert* (2 ed. 1784) escrito por el suizo Jean Bernard Merian (1723-1807).

El texto de Merian es a su vez una síntesis de las ideas contenidas en un epistolario de gran extensión escrito en alemán por el alsaciano Johann Heinrich Lambert (1728-1777). Lambert tituló dicho epistolario *Cosmologische Briefe* (1760) y contiene una serie de cartas dirigidas a un corresponsal imaginario. Por su estructura epistolar la obra es muy repetitiva. Es por esta razón que Bernard Merian condensó el texto y además lo tradujo al francés para darle mayor difusión.

El contenido de la obra de Lambert resulta singular ya que contiene ideas que al lector contemporáneo le parecerían sorprendentemente modernas, como por ejemplo la existencia de múltiples sistemas solares cada uno con sus respectivos planetas y satélites, incluso sugiere la existencia de un cuerpo central muy masivo alrededor del cual estos sistemas solares giran. Según Lambert el gran cuerpo masivo central no puede ser observado directamente porque es oscuro. Esto quizás sea un antecedente histórico de un hoyo negro [34].

Por su parte Guevara, señala en el mismo preámbulo del tercer tomo de *Pasatiempos de Cosmología* que el sistema de Lambert es desconocido y “*que apenas hay quien tenga noticia [de él]*” por lo que para conseguir su manuscrito tuvo “*no poca dificultad*” y que además tuvo que pagar por el texto “*al doble de su precio*”. Antes de proporcionar al lector su traducción al compendio hecho por Merian, Guevara hace un breve recuento del sistema de Lambert y proporciona una biografía del autor. Además justifica la inserción de su traducción en *Pasatiempos de Cosmología* por lo novedoso de las ideas del alsaciano, aunque admite que su sistema conlleva muchas dudas y dificultades. Añade que por todos los motivos enumerados traduce la obra al español para darla a conocer y así, en sus palabras “*hacer este servicio a mi Patria*”. Finalmente termina su preámbulo reproduciendo el prefacio de Merian.

Los entretenimientos que presentan la traducción al *Système du Monde* por M. Lambert llevan por títulos: “18. Sistema del mundo de M. Lambert. Extractado por M. Merian Parte primera. Sistema Solar”, (Existe un error de numeración en el manuscrito de Guevara por lo que no existe el entretenimiento décimo noveno) “20. Parte segunda. Sistema Universal” y finalmente “21. Continuación de la segunda parte”. A continuación resumiremos en conjunto los tres entretenimientos.

El propósito de la obra de Lambert es “*descubrir el plan del Universo*” y el hilo conductor de la obra es la aplicación de la ley de gravitación universal de Newton. Lambert comienza su obra contemplando al sistema solar con el “*Sol colocado en uno de los dos focos de las órbitas elípticas de los planetas y cometas*”. Desvía después su atención en los cometas y concede la posibilidad de que algún cometa en su carrera, pueda transformarse en satélite de algún planeta o que el mismo bólido pueda chocar con alguno de ellos. Estima muy baja la posibilidad de que esto ocurra para ambos casos y concluye que, “*los cometas, los planetas principales y secundarios [satélites] fueron siempre los que hay al presente y han seguido la misma carrera*”. Cabe hacer notar que Lam-

bert propone esto, en un período de la historia en el que tras el regreso del cometa de Halley en 1758, los cometas eran el tema de conversación y parte de la población temía el choque de un cometa con la Tierra.

Lambert prosigue su texto señalando que el Universo es una obra completa del Criador (sic) y por lo tanto existe un principio cosmológico. Este es la gravitación universal de Newton “*y esta ley domina sobre todo el Universo material*”. Persuade al lector de que “*todos los globos están habitados y que todo el espacio del Universo está tan lleno de globos cuanto pueda estarlo*”. En seguida advierte que la excepción son los cometas pues estos no se encuentran habitados. Más adelante aclarará el porqué, al comparar a los cometas con los planetas, concluyendo que hay grandes diferencias entre ambos grupos en: atmósferas, órbitas muy elípticas, las direcciones en que giran, períodos de revolución muy largos y planos orbitales con muy variadas inclinaciones con respecto al plano del ecuador solar. Después especula sobre el número de cometas que existen. Se pregunta porque hay muchos cometas y pocos planetas. Concluye que hay pocos planetas para dejar libre espacio a la circulación de cometas. Después hace una revisión del *Catálogo de Cometas* de Halley y llega a la conclusión de que esta muy incompleto pero el número de cometas aumentará conforme se hagan más observaciones. Señala correctamente que según la ley de atracción de Newton, las órbitas de los cometas “*no se limitan a la elipse y al círculo, las secciones cónicas participan todas del mismo derecho, porque todas tienen un foco donde puede residir la atracción*” De esta manera sugiere “*se puede concebir algunos Cometas que sin pertenecer a algún sistema [solar] en particular, pertenecen a todos y paseándose continuamente de uno en otro mundo dan la vuelta al universo*”.

En este punto Lambert abandona la discusión del sistema solar para continuar con el movimiento de las estrellas. Vuelve a recalcar que “*La ley de atracción universal ...extiende su imperio sobre todo lo material, no sufre reposo absoluto en el Universo; por todas partes hay movimiento, todos los cuerpos gravitan los unos hacia los otros...*” Deduce que el sistema de estrellas debe formar un disco plano (¿vía láctea?) formado por muchos sistemas planetarios con un espacio vacío al centro lo que explica la apariencia de la vía láctea en la bóveda celeste. Para regular la estabilidad de la vía láctea Lambert propone un cuerpo muy masivo que tiene que ser opaco pues si brillara sería muy conspicuo en el cielo. Afirma “*por lo demás, la enormidad de estos cuerpos no debe arrendarnos, porque primeramente no se trata de su volumen, sino de su masa o densidad, que es la regla de la gravitación*”. En otras palabras indica que el cuerpo masivo puede tener una densidad grandísima, y hace una conjetura: “*acaso el más denso de los cuerpos terrestres, como el oro, sería una esponja en comparación*”.

Más adelante indica que con el tiempo se irán haciendo mejores mediciones y se sabrá un par de datos: por un lado, lo que en términos modernos es la distancia que hay entre nuestro Sol y el centro de la galaxia y por otro lado el tiempo que tarda nuestro sistema solar en completar un giro alrededor del

mismo centro. En sus palabras: “*dentro de poco nuestras medidas serán el radio de la órbita solar y su tiempo periódico*”.

Lambert finalmente propone un sistema jerárquico de cuerpos centrales muy masivos alrededor de los cuales giran sistemas solares (especies de “galaxias” aunque no usa el término) y estos sistemas (“de galaxias”) a su vez giran alrededor de otro cuerpo central todavía más masivo. Termina su obra recapitulando con las siguientes palabras “*La ley de gravedad [de Newton] se extiende por todas partes donde hay materia*”

En los tres entretenimientos finales Guevara presenta su disertación sobre la armonía del Universo, entendiendo armonía como “*la disposición de las partes que constituyen, mantienen y perpetúan este complejo de cosas que llamamos universo*” Compara el universo con una máquina muy complicada con muchas piezas que encajan entre sí y todas tienen una razón de ser como el “*célebre reloj de Estrasburgo o Argentina*” [35].

Pasa después a discutir las partes más pequeñas del universo y encuentra paralelismos entre el microcosmos y el macrocosmos. Se admira de “*la maravillosa simetría del universo*”.

Hace una la pregunta abierta de que si todos los planetas estarán igualmente poblados como nuestro globo llámense criaturas o seres inteligentes y concluye que “*En otros planetas reinará un orden muy diverso*” ya que las “*leyes generales se combinan tan diversamente de un globo a otro, como es distinta la colocación que ocupa en el sistema a que pertenece*”.

Finalmente Guevara rememora brevemente sobre casi todos los temas tratados en sus *Pasatiempos de Cosmología* y cuando toca el turno a la recapitulación del sistema de Lambert expresa su opinión, “*El sistema del mundo de M. Lambert es una de aquellas hermosas producciones, que ilustran la literatura.... No obstante seguidamente expresa sus objeciones “...muchas de las cosas que asienta M. Lambert, no tienen todavía aquel peso que se requiere para poderlas establecer como bases de un sistema...”* pues necesitan “*mayor número de observaciones...*” Pasamos ahora al análisis de su segunda obra de Guevara.

4.2.2. *Institutionen Elementarium Philosophiae*

La obra *Institutionum Elementarium Philosophiae* de Andrés de Guevara es un texto dirigido a estudiantes de bachillerato para su instrucción en: lógica, matemáticas, de Física y de Metafísica. La primera edición fue producida en Roma por Paulus Junchiu en 1798 [36]. Dos años después en Venecia se realizó la segunda edición. Tanto la primera edición como la segunda se titulaban: “*Ad usum mexicanae juventutis*” i.e. para el uso de la juventud mexicana y estaban dedicadas a los estudiantes del Colegio de San Ildefonso en México. Además en su portada Guevara aparecía firmando como presbítero guanajuatense (*guanaxuatensi presbytero*). Más tarde, ya fallecido Guevara en 1801, se produjo otra impresión en Venecia (1819) y por lo menos otras nueve en Es-

paña: dos en Valencia (1824,1825), seis en Madrid (1824-1827, 1829, 1833) y una en Barcelona (1845); y no menos de cinco epítomes, resúmenes o traducciones parciales. A partir de la tercera edición el subtítulo de la obra fue cambiado a “*Ad usum studiosæ juventutis*” i.e. para el uso de la juventud estudiosa [37]. Las continuas reimpresiones de esta obra de Guevara en España se deben a que la obra fue adoptada como texto oficial en las universidades hispanas por decreto del Rey Fernando VII [38]. Se tienen noticias que el texto de Guevara estuvo en uso incluso bien entrado el siglo XIX, hasta que vino a ser sustituido por *Filosofía Fundamental* de Jaime Balmes en 1848.

4.2.2.1. *Contenido general de la obra*

El libro de texto *Institutionum Elementarium Philosophiæ*, se divide en cuatro tomos escritos en latín, con divisiones didácticas y claras, llamadas disertaciones a su vez subdivididas en capítulos. El primero de los tomos ofrece una breve exposición de la historia de la filosofía, seguida de un tratado de matemáticas. El segundo tomo se divide en lógica y metafísica, y es el más voluminoso. La temática de los dos tomos restantes está organizada de acuerdo con la división que Christian Wolff hizo de la física, esto es física general y particular. El tomo tercero es de física general: naturaleza de los cuerpos, sus propiedades, movimiento y fuerzas. Contiene además nociones generales sobre máquinas simples y astronomía. El tomo cuarto está dedicado a la física particular: óptica, estudio de los gases y de la atmósfera, el fuego y la electricidad e incluye una descripción de los sentidos externos.

Para los propósitos del presente artículo, nos interesa aquí el tratamiento que hizo Guevara de la teoría de vórtices y de la gravitación universal en su *Institutionum Elementarium Philosophiæ*. Estos temas aparecen tratados en el tercer tomo de la obra [39]. Para poder analizarlos en su contexto debemos precisar con más detalle cual es el contenido del tercer tomo. Dicho tomo consta de un preámbulo denominado “*Prolegómenos a la Física General*” (*Physicæ generalis Prolegomena*) y cinco disertaciones, cada una con sus capítulos correspondientes. La primera disertación lleva por título “*Sobre la naturaleza de los cuerpos*” (*De corporis natura*), la segunda se titula “*Sobre el movimiento de los cuerpos*” (*De motu corporum*), la tercera “*Sobre las fuerzas de los cuerpos*” (*De viribus corpus*), la cuarta “*De las aplicaciones de las fuerzas o la mecánica*” (*De applicatione virium seu mechanica*) y la última “*Astronomía Física*” (*Astronomia physica*). Contiene además varios apéndices.

La discusión sobre la teoría de vórtices y de la gravitación universal se encuentra contenida en la quinta disertación “*Astronomía Física*”. Específicamente en su décimo capítulo “*Sobre las causas del movimiento de los cuerpos celestes*” (*De causa motus corporum caelestium*). Este capítulo a su vez se halla dividido en dos secciones: §1. *Sistema de lo lleno es decir torbellinos de Descartes* (*Systema pleni, seu Cartesii vortices*) y §2. *Sistema de lo vacío, es decir atracción newto-*

niana (*Systema vacui, seu attractionis newtonianae*), además contiene un apéndice con argumentos en contra de los sistemas expuestos (*Argumenta contra expositum systema*).

4.2.2.2. Vórtices y gravitación, generalidades

Guevara inicia su discusión sobre los vórtices cartesianos y la gravitación de Newton con un comentario sardónico pues censura la opinión de que los cuerpos celestes son movidos por ángeles y aclara que ésta es una opinión obsoleta. Pide a sus lectores que, al exponer las teorías sobre el movimiento de los cuerpos celestes, abran bien los ojos para discernir qué teoría se apega más a la realidad. A continuación enumera los hechos que dicha teoría deberá justificar:

1. *Cada planeta se mueve alrededor del Sol como el cuadrado de su tiempo periódico es al cubo de su distancia media.* (3ra Ley de Kepler).
2. *El área del triangulo que forma el radio vector al circular en una revolución periódica es proporcional al tiempo.* (2da Ley de Kepler).
3. *Cada plano orbital en el que se mueven cada uno de los planetas, tiene diversas inclinaciones con respecto a la eclíptica.* Y aclara ésta es el plano en el que se mueve la Tierra en su órbita alrededor del Sol.
4. *Todas las órbitas conforman una figura elíptica (1ª Ley Kepler), en el afelio se mueven mas lento que en el perihelio.*
5. *Los períodos de revoluciones de los planetas son proporcionales a su distancia del Sol, y a su magnitud.*
6. *Los planetas giran alrededor de un centro común de movimiento y algunas veces presentan movimientos retrógrados.*

4.2.2.3 Sistema de lo lleno. Vórtices cartesianos

A continuación Guevara expone la doctrina de Vórtices de Descartes y habla sobre la materia sutil que llena todo el espacio acarreado en su movimiento a los planetas. Admite que la teoría cartesiana explica el por qué todos los planetas giran en la misma dirección en su movimiento de traslación, pero señala que hay cometas que giran en sentido opuesto y en planos muy inclinados con respecto a la eclíptica, además que la doctrina cartesiana tampoco explica las diversas inclinaciones de los planos orbitales. Con esto termina su exposición de la teoría cartesiana y pasa a exponer el sistema newtoniano.

4.2.2.4 Sistema de lo vacío. Atracción de Newton

Guevara explica que para Newton el movimiento de los cuerpos celestes en el fluido sutilísimo de Descartes los iría frenando y su movimiento se iría debilitando. Por lo tanto dice que Newton desecha la existencia del fluido cartesiano en su

sistema. A continuación Guevara enuncia la ley de la gravitación y explica que este es el mecanismo que Newton propone como causa alternativa del movimiento de los planetas alrededor del Sol. Explica que éstos giran a su alrededor debido a que su masa es muy grande comparada con la de los planetas. Indica que así mismo, la teoría de Newton es aplicable a los planetas secundarios (satélites) y éstos, al igual que los planetas principales, describen órbitas elípticas alrededor de su centro.

Guevara enumera 15 fenómenos cuya mayor parte, (aclara que según Lalande), no pueden ser explicados por la teoría de vórtices: 1. La regularidad de las mareas, cuyo flujo y reflujo se deben a que la Luna actúa atrayendo la masa de agua conjuntamente con el Sol, 2. Las irregularidades en el movimiento orbital de la Luna producidas por la atracción solar. 3. La relación del cuadrado del tiempo periódico -observado en el movimiento de los planetas - al cubo de su distancia al Sol. 4. Las órbitas elípticas de los planetas, cometas y la Luna, 5. La presesión de los equinoccios, 6. El movimiento de nutación del eje terrestre, 7. Las irregularidades (desigualdades) observadas en los movimientos orbitales de Júpiter y Saturno, 8. El atraso en la aparición del cometa cuyo período era de 580 días en el año 1759, debido a la influencia gravitacional de Júpiter y Saturno, 9. El achatamiento de los polos terrestres, 10. Las mediciones del período de un péndulo realizadas en el Chimborazo por la expedición de la Condamine y Bouguer, 11. La disminución de la oblicuidad de la eclíptica, 12. . . que produce efectos (cfr. ver punto anterior) al hacer variar la longitud y latitud en estrellas fijas, 13. El movimiento de la línea de ápsides en planetas del mismo modo que el movimiento del apolunio, 14. Todos los fenómenos precedentes mencionados están conectados entre si por lo que éstos se observan en cada uno de los subsiguientes planetas, 15. Justamente estas irregularidades (desigualdades) se observan en los satélites Jovianos.

Guevara recuerda al lector que estos fenómenos que han sido expuestos, según insiste Lalande, no son explicables en su mayoría por la hipótesis de vórtices. La mayoría de lo expuesto es congruente con la atracción de Newton. Sin embargo la causa final del movimiento queda por explicarse. Sin embargo hay ciertos argumentos en contra de la gravitación que no pueden ocultarse y que dan al lector para juzgar. A continuación enumera algunos argumentos en contra.

4.2.2.5 Argumentos en contra de la gravitación newtoniana

Guevara expone cuatro argumentos en contra de la teoría de la gravitación:

4.2.2.5.1 Primer argumento

El primero tiene que ver con objeciones a la estabilidad de la órbita de la Luna cuando se considera la actuación simultánea de las fuerzas gravitacionales que el Sol y la Tierra ejercen sobre nuestro satélite.

Guevara advierte que según la teoría de Newton, la Luna es atraída tanto por el Sol como por nuestro planeta y compara las fuerzas que ambos cuerpos ejercen sobre la Luna. Para este propósito señala que la masa solar es igual a 227 512 masas terrestres, (aclara que según Lalande este valor es de 365 412 masas) [40]. Comenta que la distancia que hay entre el Sol a la Luna es de 330 veces mayor que la distancia de la Luna a la Tierra [41]. Por lo tanto con estos datos según la ley de gravitación, cuando el Sol y la Luna están en conjunción, la fuerza que ejerce el Sol sobre nuestro satélite es más de dos veces mayor que la que la Tierra ejerce sobre la Luna. Debemos advertir que esta consideración que presenta Guevara, es en principio parcial ya que contempla al sistema Sol-Tierra-Luna como si estuviese estático, sin considerar que en realidad sus componentes se hallan en movimiento. No obstante y siguiendo esta línea de pensamiento Guevara señala que los críticos de la teoría newtoniana advierten erróneamente que nuestro satélite sería arrancado de su órbita por el Sol, lo cual obviamente no es cierto. Curiosamente Guevara señala de manera anacrónica a este problema como una cuestión abierta, siendo que en la época que Guevara escribió su libro, ya se habían desarrollado métodos aproximados (Laplace, Lagrange, Clairiot) para tratar el problema de tres cuerpos y así tener una explicación satisfactoria a la estabilidad del movimiento de la Luna [42].

4.2.2.5.2 Segundo argumento

El segundo argumento contra la gravitación que los críticos de Newton hacen es también un problema de estabilidad orbital. En este caso se trata del planeta Saturno. Abreviando la exposición de Guevara, éste señala que de acuerdo con la teoría de Newton la fuerza con la que Júpiter atrae a Saturno es $1/131$ veces la fuerza con la que el Sol atrae a su vez a Saturno. Después Guevara nos presenta un argumento muy estrafalario de los opositores a Newton pues dice que cada vez que hay una “conjunción” entre Júpiter y Saturno la distancia entre ellos debe reducirse por un factor de $1/131$ de su valor original y agrega que la “conjunción” entre estos dos planetas dura aproximadamente dos años. Aquí resulta oportuno señalar lo que aquí se entiende como “conjunción planetaria”. Normalmente llamamos “conjunción planetaria” a los acercamientos entre planetas en la bóveda celeste. Aquí la “conjunción” tiene una connotación astrológica pues se consideraba como el período durante el cual se daba el tránsito simultáneo de ambos planetas por una misma división (o signo) en los que se divide el zodiaco. Por lo tanto, como lo menciona Guevara la conjunción entre Júpiter y Saturno dura aproximadamente dos años y si durante todo ese tiempo Júpiter ejerce una fuerza notoria por su cercanía sobre Saturno, esto supuestamente provocaría el paulatino acercamiento entre los dos planetas. Por otro lado Guevara correctamente señala que esta conjunción se da cada 20 años aproximadamente. Por lo tanto los críticos a la gravitación arguyen que cada 20 años se debería reducir la distancia entre los dos planetas por un factor de $1/131$. Como además éstos suponen, al

igual que Guevara, que la edad de la Tierra se reduce a solo 6000 años, ha habido alrededor de 300 conjunciones y por lo tanto Saturno debería haber invadido la órbita de Júpiter desde hace mucho tiempo atrás. Finalmente Guevara, en defensa de la teoría de la gravitación advierte que los críticos de Newton no han tomado en cuenta la influencia del planeta Urano y supone que tal vez debido a su presencia Saturno no ha invadido la órbita Joviana.

4.2.2.5.3 Tercer argumento

El tercer argumento en contra de la teoría de gravitación descansa en una falsa explicación que supuestamente demuestra que si la ley de gravitación es verdadera entonces los planetas deberían girar en órbitas circulares y no en órbitas elípticas como realmente lo hacen y por lo tanto la ley de la gravitación es falsa.

El desarrollo de este argumento es engañoso y se basa en la errónea suposición de que la fuerza centrípeta permanece constante durante el movimiento de un planeta alrededor del Sol. Para sus propósitos, este argumento considera el movimiento de un hipotético planeta en una órbita elíptica hipotética. Guevara lo explica así: “Sea la elipse *EHLO* cuyo foco, ocupado por el Sol, es *C* cf. Fig. 52. (ver Fig. 2). La ley de Newton indica que la fuerza centrípeta está en razón inversa al cuadrado de la distancia al centro. Si suponemos que la longitud del segmento *CE* del eje mayor de la órbita elíptica es el doble que la del segmento *Ce*, entonces [de acuerdo con Newton] la magnitud de la fuerza de atracción sobre un planeta, transitando por el punto *e*, será el cuatro veces mayor que la fuerza atractiva que siente el planeta cuando pasa por el punto *E*” (ver Fig. 2).

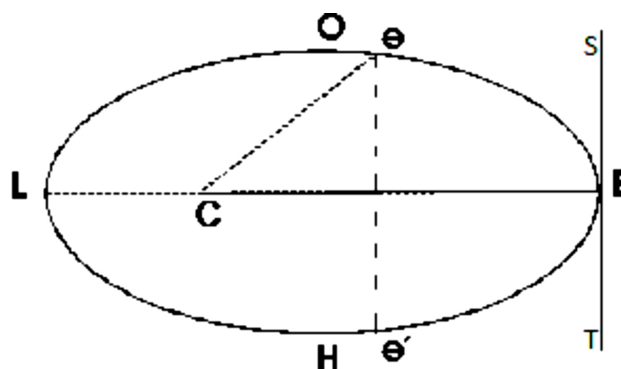


FIGURA 2. Simplificación de la figura (Fig. 52 de Institutionem) utilizada por Guevara para explicar una objeción a la gravitación newtoniana.

Guevara continúa explicando: “Al llegar al punto *E* (afelio), el movimiento del planeta es perpendicular a la línea *LE*, [es decir sobre la línea tangente *ST*] Una vez que éste pasa por el punto *E*, continúa su trayectoria y al llegar el planeta al punto *e'* la fuerza de atracción que siente el planeta es cuatro veces mayor que en el punto *E*. Por lo que el Sol jala vigorosamente al planeta hacia el foco *C* y el planeta

tiende a acercarse al centro C es decir tiende a colapsar con el Sol”.

Guevara repite el argumento anterior: “Por consiguiente, si la fuerza que actúa en el punto E es cuatro veces inferior a la del punto e' , el planeta se desviará de la tangente ST hacia el centro C . [Esto es] La fuerza en e' , que es cuatro veces mayor, actuará con mayor vigor sobre el planeta hacia el foco C . Por lo tanto, el planeta no llega a recorrer [la órbita elíptica], por dirigirse al centro C , y en el sol caerá. Por lo tanto, el planeta en el afelio nunca hubiera llegado hasta el perihelio. Pero si la fuerza centrífuga supera a la fuerza centrípeta, el planeta si llega al perihelio.”

“Por otro lado, la mera fuerza centrípeta aumenta en el perihelio y no podrá ser superada por una fuerza centrífuga mucho menor. Por lo tanto, el planeta no será capaz de ir del perihelio al afelio. Sería como si una fuerza menor superara a una mayor. Esto es un disparate. Por lo tanto, es absurdo pensar que un planeta que esté en su afelio nunca llegue a su perihelio. Por esta razón para que el planeta llegue a su afelio la fuerza centrífuga debe superar a la centrípeta, pero por sí sola nunca podría superarla”. (Note el lector que este argumento supone constante a la fuerza centrífuga). “Por lo tanto, nunca volvería a su perihelio el planeta. En una palabra, la fuerza centrífuga y la de atracción deben ser iguales, por lo tanto el planeta debería describir un círculo y no una elipse”.

Guevara revira este argumento con un elaborado contraargumento basado en la segunda ley de Kepler. Explica al lector que si un planeta abandonara su órbita y se acercara al Sol entonces el radio vector que une al planeta con el Sol no barrería áreas iguales en tiempos iguales violando la segunda ley de Kepler y por lo tanto lo que argumentan los anti-newtonianos es falso. Estrictamente hablando, Guevara pudo argüir que Newton había ya tratado esta cuestión en el libro primero de sus *Principia*, (proposiciones 10 y 11) demostrando que si un cuerpo se mueve en una órbita elíptica la fuerza centrípeta que lo atrae hacia el foco es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa al cuerpo de dicho foco [43]. Quizás Guevara no quiso complicar su texto acudiendo a la demostración de Newton.

4.2.2.5.4 Cuarto argumento

El cuarto y último argumento en contra, que presenta el libro de Guevara, se refiere a las distintas inclinaciones que presentan los planos orbitales de los planetas con respecto al plano de la eclíptica. Por un lado la teoría cartesiana parece solucionar este hecho mientras que la gravitación de Newton no logra explicar la causa. Actualmente sabemos que esto tiene que ver con la formación y evolución del sistema solar. Por su parte Guevara deja la explicación “a la infinita inteligencia de Dios”.

4.2.2.6 Epítome sobre los sistemas de lo lleno y de lo vacío

Después de haber expuesto todas las tesis que considera relevantes al tema de gravitación y vórtices Guevara expresa de

Habes celebrem attractionis sententiam, prout elementares institutiones decet, absque longis calculi ambagibus expositam; rationibus tamen physicis propugnata, atque impugnata. Quod si à me quæras, quid demum de ejus veritate sentiam? Jam art. 217 præfatus sum, me in gravitatem universalem; tamquam legem naturæ universæ impositam, satis propendere.

FIGURA 3. Conclusión de Guevara Basoasabal sobre la teoría de la gravitación.

de manera explícita cual de ellas es la de su preferencia, diciendo (ver Fig. 3)

Cuya traducción se lee,

“Hemos presentado las ideas sobre la atracción, al nivel de las instituciones elementales de enseñanza, expuestas sin largos cálculos y sin ambages; no obstante defendidas racionalmente, y también impugnadas. Pero si se me pregunta, ¿Cuál de ellas en conclusión creo que es la verdadera? Como ya se dijo en el Art 217, yo en la gravitación universal, la escojo mientras que lo imponga la naturaleza universalmente.”

5. Conclusiones y comentarios

Andrés de Guevara y Basoazabal fue un adepto a la teoría de la gravitación. Con un espíritu crítico divulgó en sus obras esta teoría. Su actitud destaca y contrasta con la de sus mentores escolásticos entre los que se encontraba el célebre Francisco Xavier Clavijero cuyo enfoque retardatario y a contracorriente de la visión cosmogónica de la época se refleja en los cursos de Física que impartió en la Nueva España.

Hasta ahora, la obra de Guevara sobre enseñanza y divulgación de la Física no había sido estudiada con detenimiento. El presente trabajo es quizás el primer intento por hacerlo, pues creemos que este notable mexicano merece mayor atención. Anteriormente la obra de Guevara había sido ignorada por muchos autores o bien tratada con desatención, por ejemplo M.A. Moreno-Corral en reciente artículo escribió “Al igual que Clavijero, [a Guevara] no parece gustarle la idea de fuerza gravitacional” [44]. Aquí hemos mostrado lo contrario. Por su parte el distinguido historiador de la ciencia mexicana Elías Trabulse menciona a las ideas sobre cosmología de Lambert como propias de Guevara. Precisamente, en su artículo *Cosmología de los jesuitas novohispanos* Trabulse nos dice que, “La importancia de la obra de Guevara y Basoazabal (sic) radica también en su visión de la pluralidad de los mundos y en su cosmología que, para su época -y aún para la nuestra- se sitúan a la vanguardia de la modernidad y en los límites de la heterodoxia religiosa” [45] (hemos subrayado el texto para enfatizarlo). Lo que en realidad se sitúa en la modernidad es la cosmología de Lambert [46]. Guevara fue solo su divulgador. Hemos mencionado en este trabajo que el tercer tomo de *Pasatiempos de Cosmología* de Guevara, contiene su traducción del *Systeme du Monde* par M.

Lambert. El propio Guevara indica que las ideas son de Lambert. Finalmente queremos mencionar que el Dr. Jaime Labastida al hacer un análisis del papel de los jesuitas novohispanos durante la Colonia, atinadamente comenta “sostengo que los jesuitas expulsos pertenecen a la corriente ortodoxa

de la religión católica, que no son de manera alguna ilustrados, que, al revés, se oponen a la modernización” [47]. Este trabajo muestra que al menos hubo una excepción en Andrés de Guevara y Basoasabal.

1. Existen muchos trabajos al respecto, ver por ejemplo: *Alborada de la física newtoniana en México* M.A. Moreno Corral *Rev. Mex. Fis.* **E57** (2011) 102; *Newton en México* S. Cruz. *Bol. Soc. Mex. Fis.* **2** (1988) 31
2. “*Newtonii systéma jure, meritóque defendunt plurimi Clariss. Gravissimi que Philosophi, ques contúlere debetis, si bonae Philosophiae amatores estis*”, (traducción del autor) en J. B. Díaz de Gamarra *Elementa Recentioris Philosophiae* (Joseph, A. Jauregui, 1774), colección digital UANL, Liber II Caput De naturae legibus newtonianis. Adpendiculus. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080026374/1080026374.html>
3. J. I. Fernández del Rincón *Lecciones de Filosofía* ed. y trad. Bulmaro Reyes Coria (IIF UNAM, 1994).
4. A. Alatorre *El Heliocentrismo en el mundo de Habla Española* (FCE colec. Centzontle México, 2011)
5. F. X Clavijero *Physica Particularis* (c. 1765) en “F.X. Clavijero: *Introducción de la filosofía moderna en Valladolid de Michoacán, hoy Morelia*. Traducción al castellano de la Física Particular por Bernabé Navarro, (UMSNH, Morelia 1995), pp. 48 y 72-73. Citado por Jaime Labastida en *Estética del Peligro* (Siglo XXI, México 2008) nota 4 en p.390
6. La más notable excepción fue la del jesuita R. J Boscovich quien trató de compaginar la teoría de mónadas de Leibnitz con la ley de gravitación de Newton. Ver p. ejem. *Intermolecular potentials-past, present and future* G. Malessio *Nat. Mat.* **2** (2003) 501
7. Este escrito se publicó por vez primera casi dos siglos después de haber sido terminado esto es en 1982. A. de Guevara Basoasabal *Pasatiempos de Cosmología o Entretenimientos familiares acerca de la Disposición del Universo. Compuestos a petición de un amigo por cuya mano los dedica el autor a su Patria la mui ilustre y mui Noble Ciudad de Santa Fe y Real de Minas de Guanajuato*. Ed. J I Palencia (Gobierno del Estado de Guanajuato/ Universidad de Guanajuato, México, 1982) 2 volumes, transcripción paleográfica y facsímil. Ver también J.I. Palencia, *Andrés de Guevara y Basoasabal, Pasatiempos de Cosmología* Quipu **1** (1984) 305-312.
8. Citado por E. Grant *The Partial Transformation of Medieval Cosmology by Jesuits in the sixteenth and Seventeenth Centuries* en *Jesuit Science and the Republic of Letters* (ed. Mordechai Feingold MIT press, Cambridge, Mass, 2003), p. 152 note 70, Location 2271, Kindle edition, Amazon.
9. Brahe Tycho 1588 *De mundi ætherei recentioribus phænomenis*. Citada en M. J. Crowe *Theories of the world. From antiquity to the Copernican Revolution* (Dover NY 2001) p 138.
10. Cf. Victor E. Thoren, *The Lord of Uraniborg: A Biography of Tycho Brahe* (Cambridge University Press UK 257-258). pp. 1990.
11. Los pasajes del *Principia Philosophiæ* parte III, §28 de Descartes que aparecen en la sección 2.1 del presente trabajo, fueron traducidos por el autor, de la versión en inglés, René Descartes, *Principles of Philosophy*, trans. Blair Ternolds, (*Studies in the History of Philosophy*, vol 6, Lewinston N.Y. ed. Edwin Mellen, 1988).
12. Carta de Descartes a Mersenne acerca de la condena a Galileo (abril 1634). “*Indudablemente sabrás que Galileo fue recientemente censurado por los Inquisidores de la Fe, y que su opinión concerniente al movimiento de la Tierra ha sido condenada como herética. Debo decirte que todas las cosas que expliqué en mi tratado [se refiere al Tratado del Mundo], las que incluían ésa opinión acerca del movimiento de la Tierra, son tan completamente dependientes entre sí, que el saber que una de ellas es falsa es suficiente para reconocer que todos los argumentos de los que hice uso son intrascendentes. Sin embargo, aun cuando yo pensé que estaban soportados por muy ciertas y muy evidentes demostraciones, yo no los mantendría por nada en el mundo contra la autoridad de la Iglesia*”... Traducido por nosotros del libro *René Descartes: Philosophical Essays and Correspondence*. Roger Ariew ed. (Hackett Publishing Co. Inc. Kindle edition, Amazon, 2000). En su obra *Tratado del Mundo*, Descartes expone la tesis del movimiento de la Tierra, pero cuando se entera de la condena a Galileo retiene la publicación de la obra. Su obra, *Tratado del Mundo* no vería la luz en vida de su autor. Se publicó en 1664.
13. Aunque cabe mencionar que el filósofo vivió en Holanda, país de tolerancia a partir desde 1629 hasta 1649, si bien cambiando de residencia continuamente. Un año antes de su muerte se trasladó a Estocolmo. Es importante señalar que sus obras fueron incluidas póstumamente (1667) en el Índice de la Inquisición si bien con la reserva de *donec corrigantur*; (hasta que fueran corregidas). Así permanecieron hasta en año de 1948.
14. E.J. Aiton, *The Cartesian Vortex Theory* en *The General History of Astronomy Volume 2: Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of Astrophysics Part 2A Tycho Brahe to Newton* Eds. René Tanton and Curtis Wilson (Cambridge University Press UK 1989). p 207.
15. Entre los conflictos más delicados que tenía Descartes con el clero se encuentra, como ya se mencionó, su apoyo por el atomismo, el cual entra en oposición con el misterio de la transubstanciación del pan y el vino en el cuerpo y sangre de Cristo durante la Eucaristía. (cf. Roger Ariew *Descartes and the Jesuits: Doubt, Novelty, and the Eucharist*, en *Jesuit Science and the Republic of Letters* M. Feingold, Editor, MIT press, Cambridge, Mass, 2003, pp 157-194, Locations 2323, Kindle edition, Amazon).
16. A Koyré, *Newtonian studies* (Chapman and Hall, London 1965) Cap III Newton and Descartes p. 53.

17. J. Harrison, *The Library of Isaac Newton*, (Cambridge University Press, UK 1978.)
18. A. R. Hall and M. B. Hall, *Unpublished Scientific Papers of Isaac Newton: A selection from the Portsmouth Collection in the University Library, Cambridge* (Cambridge University Press, UK re-impresión 1978)
19. Los pasajes del *Principia Mathematica* de Newton que aparecen en la sección 2.2 del presente trabajo, fueron traducidos por el autor de la versión en inglés A. Motte trad. *Mathematical Principles of Natural Philosophy* The Great Books vol 34 (University of Chicago Press, USA, 1978)
20. St. Ignatius of Loyola, *The Constitutions of the Society of Jesus* (St. Louis, Mo, USA 1970) pp. 220-221.
21. S.J. Cyril O'Keefe, *A Jesuit Journal in the Age of the Enlightenment*, *CCHA* 23 (1956) 53-56.
22. Revisión del trabajo de David Gregory *Astronomiae Physicae et Geometricae Elementa*. Publicado en *Journal de Trevoux* Febrero (1710) 252- 254 citado por J. B. Shank, *The Newton Wars and the beginning of the French Enlightenment* (University of Chicago Press, USA 2008) p. 124-126.
23. George R. Healy, *Mechanistic Science and the French Jesuits: A study of the Responses of the Journal de Trevoux (1701-1762) to Descartes and Newton* (Ph D. Thesis University of Minnesota, 1956) p 105. Un argumento similar se encuentra en Alfred R. Desautels, *Les Mémoires de Trévoux et le mouvement des idées au XVIIIe siècle* (Roma, 1956) pp. 48-59 citado por J. B. Shank *The Newton Wars and the beginning of the French Enlightenment* (University of Chicago Press, USA, 2008.) en la nota 61 p. 124-126.
24. C. E. O'Neill y J. Ma. Domínguez *Diccionario Histórico de la Compañía de Jesús: biográfico- temático* (Universidad Pontificia Comillas, Madrid 2001) tomo II p. 1432.
25. Cf. S. L. Chapin *The shape of the Earth* en *The General History of Astronomy Volume 2: Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of Astrophysics Part 2A The Eighteenth and nineteenth centuries* Eds. René Tanton and Curtis Wilson (Cambridge University Press UK 1989). p 22.
26. Para mayores detalles sobre el fraude que aquí relatamos referimos al lector al artículo de James Evans, *Fraud and Illusion in the Anti-Newtonian Rear Guard*, *Isis* 87 (1996) 74-107.
27. Para mayor información sobre la vida de Basoasabal ver la introducción escrita por J.I. Palencia al libro *Pasatiempos de Cosmología*. Cf. nota 7 del presente trabajo. Ver también J.I. Palencia, *Andrés de Guevara y Basoasabal, Pasatiempos de Cosmología Quipu* 1 (1984) 305-312.
28. J.J.L.F. de Lalande *Abregé d' Astronomie* (Barthelemi Vlam, Amsterdam 1774) Google books (<http://books.google.com.mx/books?id=YLIWAAAQAQAJ&pg=PA456&lpg=PA456&dq=Abreg+%C3%A9+d+%C2%B4Astromomie+Lalande&source=bl&ots=nBgf1Twbp2&sig=a7lqYjX0-aqc8KDSTutzxZFZHiM&hl=es-419&sa=X&ei=2LnxT8utB8ms2gXnk8nvBA&sqi=2&ved=0CDoQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>)
29. La nota al pie agregada por Guevara se refiere a una de las 31 cuestiones (*Questia*) que Newton plantea como temas a investigar. Las *Questia* aparecen en la segunda edición inglesa de su *Optics* (1717). En el *Optics* Newton propone 31 interrogantes, “con objeto de que una posterior investigación sea hecha por otros” (in order to a further search to be made by others) (Newton *Optics* 2nd ed 1717) book III Part I. La *Questio* 18 a la que se refiere Guevara en su nota es parte del grupo numerado del Q17 al Q24 conocido como “*The ether queries*”. En la Q18 Newton describe un experimento consistente en observar el comportamiento de dos termómetros colocados cada uno dentro de dos frascos herméticos de vidrio, donde a uno de los frascos se le ha extraído el aire. Los termómetros se colocaron frente a una fuente de calor y se observó su lectura. El resultado según Newton, fue que el termómetro situado en el vacío se calentaba tanto y casi tan pronto como el otro termómetro. ¿No Significará esto? Newton se pregunta, que el calor fue transmitido por un medio “*más enrarecido y sutil que el aire*”. Para Newton esta es una evidencia posible de la existencia de un éter. En la misma serie de “*ether queries*” Newton insiste que si en realidad existiera el éter este sería un “*medio extremadamente más enrarecido y elástico que el aire*”. Cabe resaltar que Newton al incluir la cuestión del éter en sus “*Queries*”, no afirma la existencia del mismo sino lo deja como pregunta abierta. Sin embargo Guevara piensa que Newton admite su existencia.
30. J.J.L.F. de Lalande *Abregé d' Astronomie* (op. Cit. nota 26). Guevara traduce el artículo titulado Sistema de Copérnico desde el apartado 382 al 393. No traduce el sistema de Tico... “*Ha biéndolo ya expuesto en el entretenimiento anterior i.e.* en su Octavo Entretenimiento.
31. Ver por ejemplo S. Galindo y J.D. de Alba Martínez *Sobre el único ejemplar Latinoamericano de De revolutionibus de Copernico*, cf. Sec. 5.2.1 *De Revolutionibus y la Inquisición Rev. Mex. Fis. E* 58 (2012) 41.
32. Referimos al lector a la Sec. 2 del presente artículo. Opinión del cardenal jesuita Roberto Bellarmino.
33. Pensamos que esta nota al pie indica que hacia 1784 este capítulo del libro de Guevara no había sido terminado por su autor ya que es un añadido y no forma parte del cuerpo principal del texto.
34. Una de las primeras concepciones sobre la existencia de un cuerpo muy masivo semejante a lo que hoy en día se conoce como un “hoyo o agujero negro” es de Lambert. Este hecho ha sido ya señalado en múltiples ocasiones por Prof. Stanley Jaki en sus siguientes trabajos: S. L. Jaki, *Am. J. Phys.* 44 (1976) 4, S. L. Jaki *Sur l'édition et la réédition de la traduction française des Cosmologische Briefe de Lambert, en Revue d'histoire des Sciences*, Tome 32 (1979) 305-314, S. L. Jaki *Lambert a selftaught physicist Phys. Today* 30 (1977) 25; doi: 10.1063/1.3037708
35. Argentina es el antiguo nombre de Estrasburgo.
36. A. Palau Dulcet, *Manual del librero hispanoamericano*, (Bibliografía general española e hispanoamericana, Barcelona, Librería Palau, 1953) Tomo VI, p. 458.
37. José Ignacio Sarayana y Carmén José Alejos-Grau, *Teología en América latina: Escolástica barroca, ilustración y preparación de la Independencia* (Iberoamericana – Vervuert, Madrid 2005)
38. Decretos de Fernando VII, Reales Resoluciones Enero 14, 1824, Titulo IV Filosofía art. 34 p.239 Real Decreto sobre el plan general de estudios del Reino, que va inserto a continuación. (Madrid 1825, Imprenta Real)

39. Aquí hemos consultado el Tomo III de la segunda edición Hispana (Valencia 1825) (edición en línea de la Universidad de Catalunya).
40. Este valor de la masa solar que da Guevara proviene de un error cometido por Newton, ya que este último sobrestimó en un 100 % la masa de la Luna. La relación que Newton presentó entre la masa de la Tierra a la de la Luna fue de 1:40 ((Principia Libro III Prop. 37, Cor. IV) cuando en realidad es cercana a 1:81. El valor que da Lalande es una buena aproximación al valor real de 333 059.
41. Otro de los valores que desconocía Newton con precisión fue la distancia de la Tierra al Sol mismo que tuvo que esperar los tránsitos de Venus - a mediados del XVIII-para ser razonablemente establecido. El valor de la distancia Luna-Tierra que da Guevara es una buena aproximación al valor real de 333.
42. M.C. Gutzwiller *Rev. Mod. Phys.* **70** (1998) 589- 639.
43. Newton "Mathematical principles of natural philosophy". A. Motte, *The Great Books* **34** (1978) 41-43.
44. M. A. Moreno-Corral *Rev. Mex. Fis. E* **57** (2011) 102-108.
45. E. Trubse en *Los jesuitas y la Ciencia, Artes de México* **82** (2005) 38-45.
46. *Lambert: self-taught physicist S.L. Jaki Phys. Today* **30** (1977) 25.
47. J. Labastida, *Estética del peligro* (Siglo XXI, México 2008) p. 390.