

Savoir sans Frontières

HISTORIA CÓSMICA

Jean-Pierre Petit

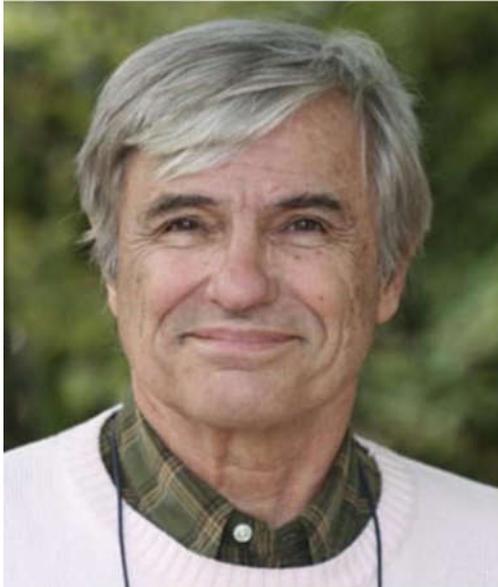


Traducción:
Juan Carlos Anduckia

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

Saber sin Fronteras

Asociación sin ánimo de lucro creada en 2005 y administrada por dos científicos franceses. Su finalidad: difundir conocimientos científicos por medio de historietas en PDF descargables de manera gratuita. En 2020 hemos completado 565 traducciones en 40 lenguas. Y más de 500.000 descargas.



Jean-Pierre Petit



Gilles d'Agostini

La asociación es completamente voluntaria. El dinero donado es usado en su totalidad para retribuir a los traductores.

Para hacer una donación, use el botón de PayPal en la página de inicio:

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



*No es necesario que estas Hipótesis
sean verdaderas, ni siquiera verosímiles.
Sólo basta una cosa: que ellas ofrezcan
cálculos conformes a la observación.*

Osiander ()*



(*) Del prefacio de Osiander, editor de Copérnico.

PRÓLOGO

2000 años antes de nuestra era,
en BABILONIA, PERSIA...

El señor ZURVAN, nuestro dios del tiempo, quiso un día tener un hijo. Fueron necesarios mil años de súplicas...

Dime una cosa,
¿ZURVAN se escribe
con Ξ ! o con $\text{!}\Xi$?

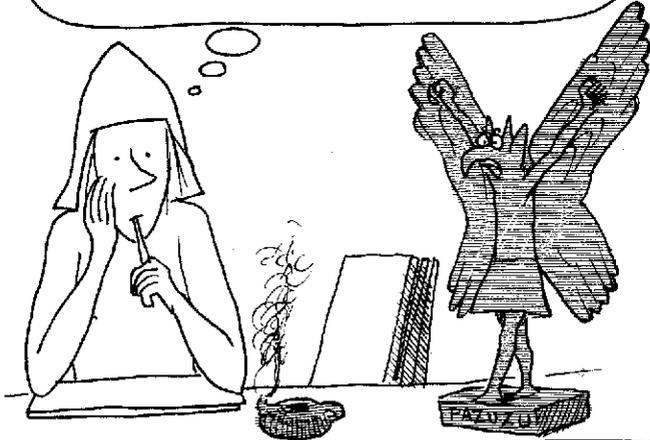
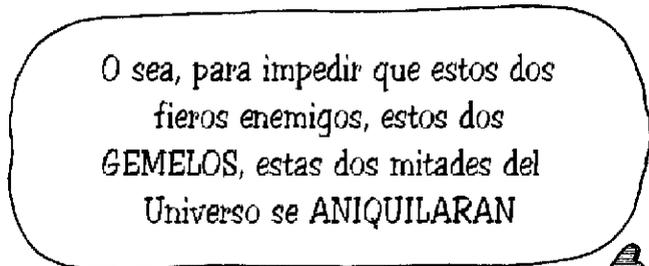
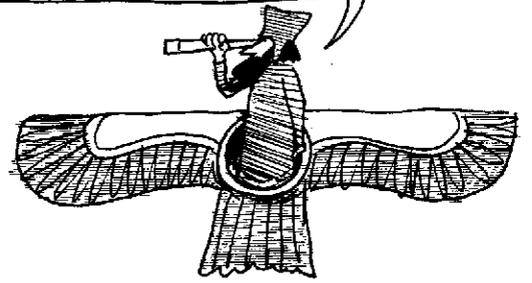
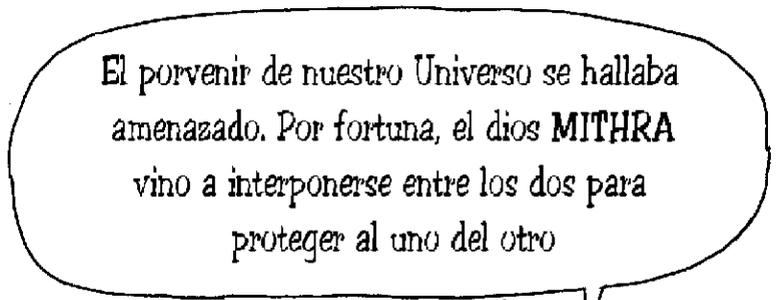
¡Cállate, vas a hacer
que nos azoten!

¿Hmmm?...

Al final tuvo DOS hijos...

OHRMAZD y AHRIMAN.
Ohrmazd era el bueno, y Ahriman
el malvado

Dos hijos con el mismo poder



Si OHRMAZD y AHRIMAN
volvieran a encontrarse,
eso sería terrible...



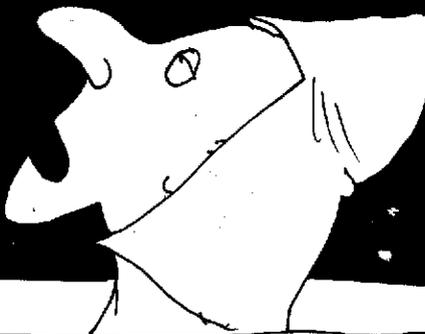
Si, pero afortunadamente están
lo más lejos posible el uno del otro

Como sea, podemos estar tranquilos.
Las cosas del Cielo están en orden



Cada cosa en su lugar
y un lugar para cada cosa

El maestro dice que sólo la
observación y el estudio del
cielo pueden traer la sabiduría...



Además, MITHRA los vigila.
Él constituye la FRONTERA entre
esos dos UNIVERSOS GEMELOS



Si, pero...



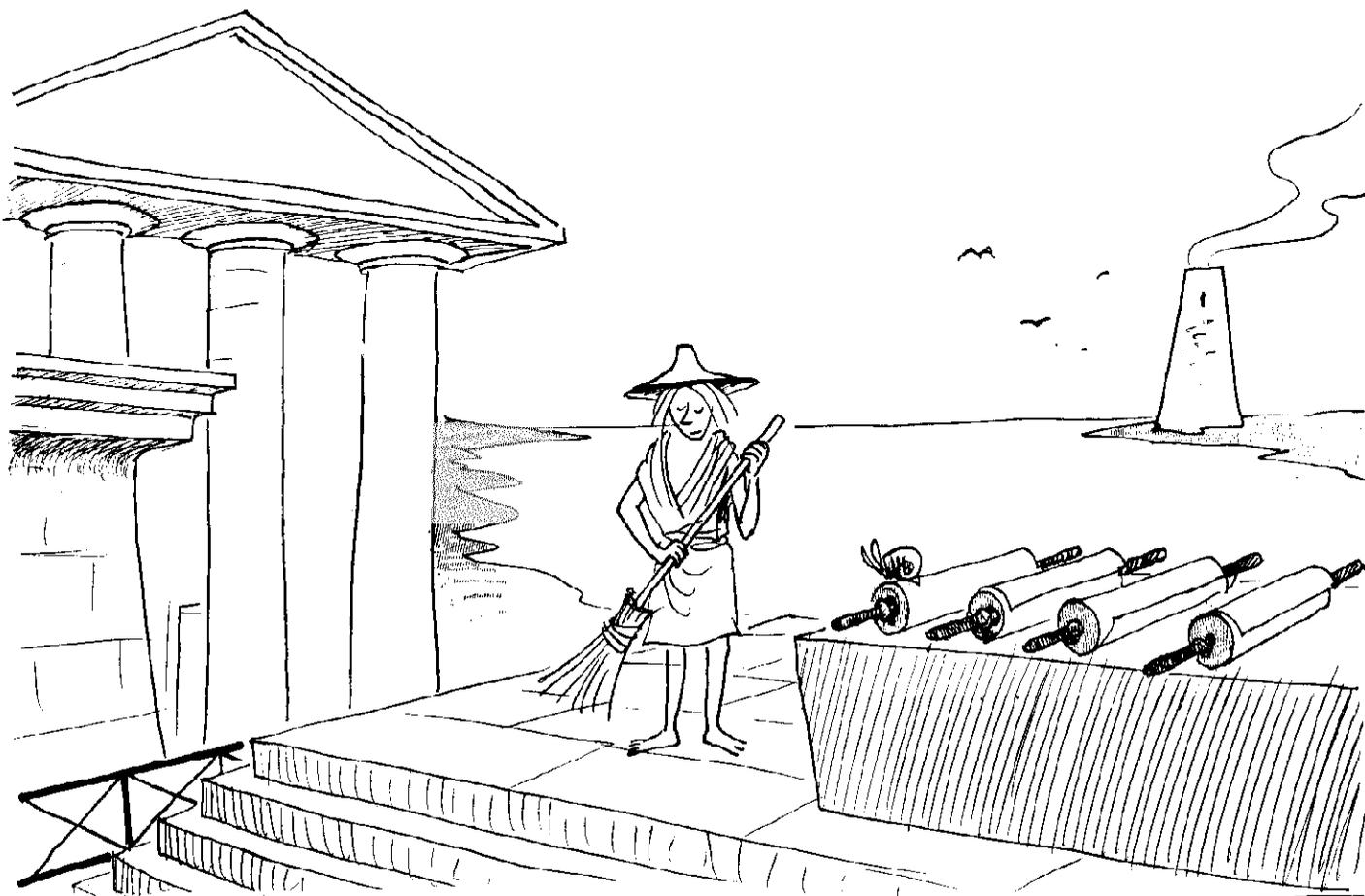
¿Me oyes?



Si, sí...

TOLOMEO

ALEJANDRÍA, capital del saber antiguo.



Sabes, Tiresias...
estoy muy contento de haber encontrado
este trabajo en la biblioteca de Alejandría



¿De verdad
te gusta?

Es la más bella del Universo.
Posee 700.000 volúmenes
y está llena de tesoros



Ah, si al menos pudiera leer...



Podría estudiar las obras de Euclides.
Al parecer, revolucionó con ellas las matemáticas



Se dice que en Alejandría los sabios
todo lo podían comprender y explicar

Bueno, verás, no es la primera vez
que oigo decir eso...

¿De dónde proviene tu
nombre, Tiresias?



Es de origen griego.
Uno de mis antepasados vivió en
SAMOS en el siglo III antes de
Jesucristo



Su maestro, en aquella época, se llamaba
ARISTARCO; ponía al Sol en el centro del
Universo. Según él, la Tierra giraba alrededor del
Sol y la Luna giraba alrededor de la Tierra

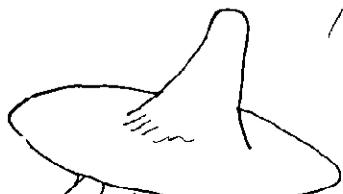
¿La Tierra... en movimiento?
Eso debería producir un ruido
espantoso

¿Eso piensas? ¡Esas son tonterías! Cuando estás en un barco que atraviesa un mar en calma y cierras los ojos ¿acaso logras percibir su movimiento?



Bueno... no

Eratóstenes pudo calcular el radio de la Tierra midiendo simplemente la sombra proyectada por un bastón

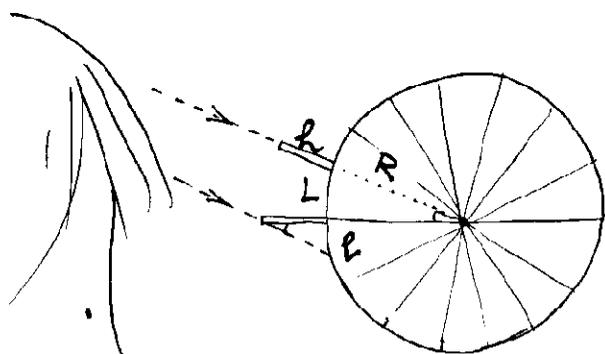
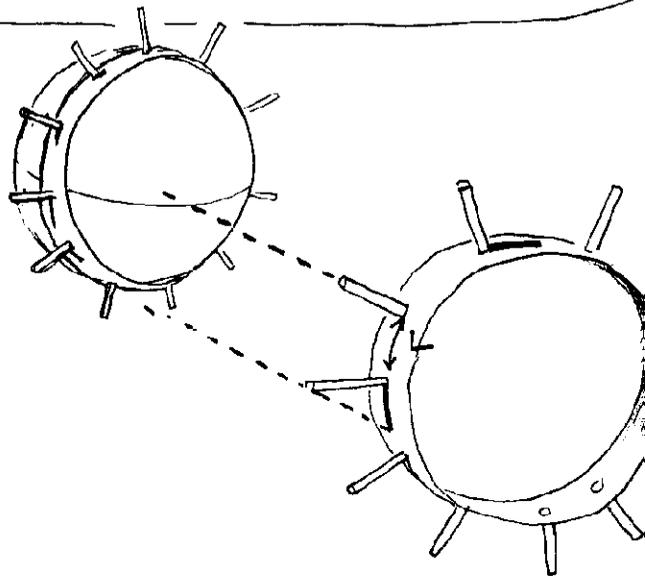


Fácil: en las vecindades de un meridiano terrestre, forma una banda de papiros. Y sobre esta banda, perpendicularmente a su superficie, pega unos palos, como se muestra aquí:

¿Y eso cómo?

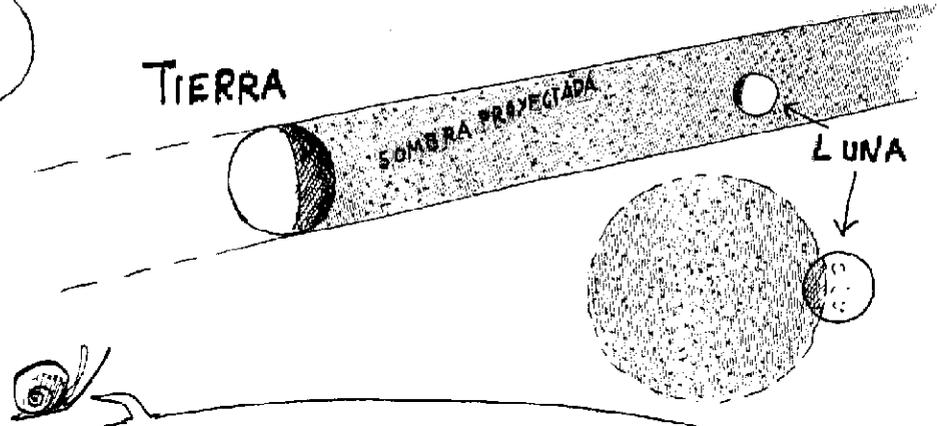
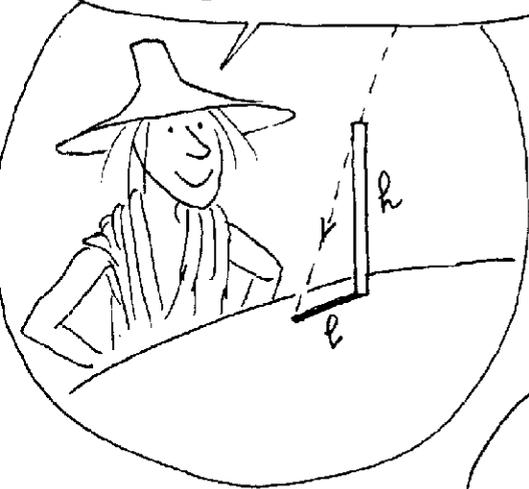


Si uno de los palos apunta hacia el Sol, no proyectará sombra

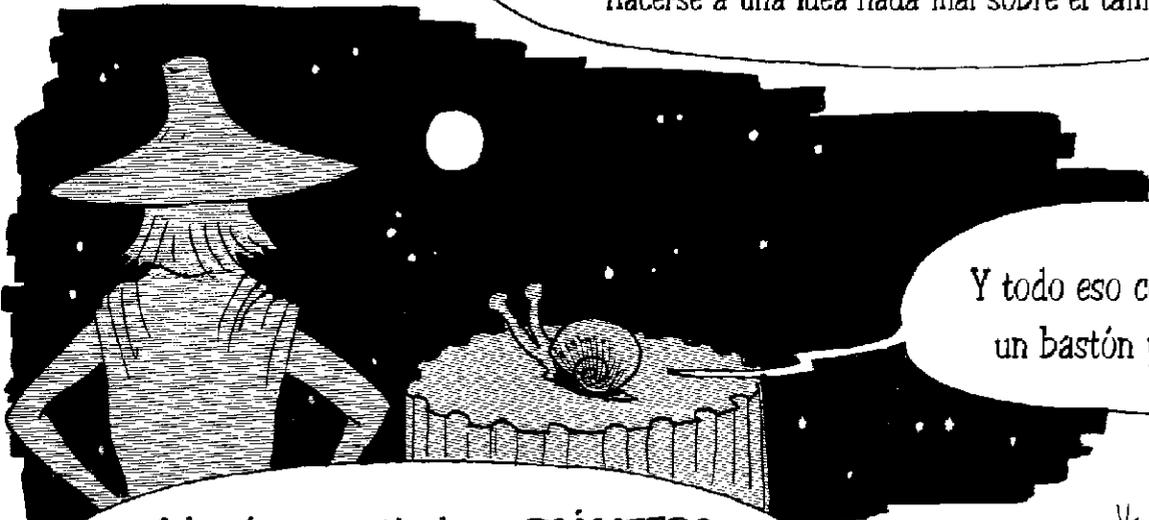


Si otro de los palos proyecta una sombra l , entonces si conoces la distancia L entre estos dos palos y su altura h , puedes calcular el radio R del objeto esférico

Pues claro, con esos trucos de geometría moderna...

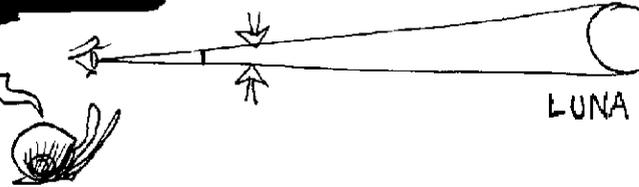


Y hay más aún. Observando los **ECLIPSES DE LUNA**, en los que la curvatura de la Tierra se perfila sobre el satélite, Erastóstenes pudo hacerse a una idea nada mal sobre el tamaño de la Luna



Y todo eso con la ayuda de un bastón y de la razón

Además, a partir de su **DIÁMETRO APARENTE** (*), pudo estimar la distancia a la cual se debía encontrar la Luna



¿Pero este movimiento de la Tierra debería sentirse, o no?

¡Mira, aquí tienes al profesor **TOLOMEO!**

(*): Ángulo bajo el cual es visto un objeto.



Amigo mio, prácticamente he terminado mi libro, el **ALMAGESTO**

Entonces... ¿la Tierra se mueve?

Reconozco que es una idea que por momentos ha contemplado mi espíritu...

¡Entonces hecho!

Pero en últimas es ridícula. Presta atención a mi demostración

Tal como lo ha establecido bien nuestro maestro **ARISTÓTELES**, algunos cuerpos suben y otros bajan

Estoy de acuerdo

Los cuerpos ligeros ascienden y los pesados descienden

Las fuerzas actúan con mayor vigor sobre los cuerpos graves y masivos

¡Eso es evidente!

Los hechos lo demuestran...

Sometidas a esta **FUERZA** que las atrae hacia la Tierra, la piedra y la pluma caen

Aunque la piedra desciende más rápido que la pluma

La experiencia es el único juez

¡Presta atención, Tiresias!...

Por otra parte, los objetos no se mueven a menos que una fuerza actúe sobre ellos. La materia transmite las fuerzas. Así, cuando un barco sigue su rumbo con todos sus remos alzados, son los remolinos del agua los que lo empujan. Y lo mismo ocurre con la flecha cuando sale del arco (*)

Todo esto es consecuencia de los principios dictados por **ARISTÓTELES**: si la Tierra se **MOVIERA**, necesariamente estaría **SOMETIDA A UNA FUERZA**

Y nosotros, simples mortales, experimentaríamos igualmente dicha fuerza, aunque más débilmente debido a nuestra masa más pequeña

(*) Al igual que **ARISTÓTELES**, **TOLOMEO** ignoraba la **INERCIA**.

En consecuencia, la Tierra partiría y nosotros quedaríamos atrás...



Todo eso es ridículo...

¿La Tierra en movimiento?

Una idea en principio divertida, pero que no resiste el menor análisis. Es una lástima... Los astros deben ser, entonces, cuerpos vaporosos y ligeros

Tal como la Luna, que flota en el aire

Como lo notara nuestro querido **PLATÓN**, aquello que flota en el éter es inmutable y perfecto. Por el contrario, a ras del suelo, por debajo de la Luna, está el **MUNDO DEL DESORDEN**, del **CAMBIO**, del caos

Así que cuando uno se eleva todo no es más que orden y belleza, lujo, calma y placer

¿Dijo eso **PLATÓN**?

No, ese no es su estilo

En el **MUNDO SUBLUNAR** todo es imperfecto, mientras que allá arriba las cosas del cielo son maravillosamente perfectas, lisas y esféricas

Estarás de acuerdo conmigo en que los únicos entes capaces de describir lo divino son los **ENTES GEOMÉTRICOS**, es decir la **RECTA**, el **PLANO**, el **CÍRCULO** y la **ESFERA**

¿Cómo es que lo divino está en relación con el círculo y la esfera?

Lo estoy como tu propia sombra

Tiene razón. El círculo y la esfera no tienen ni principio ni final, y son por esto los únicos capaces de describir lo eterno y lo divino. Lo dijo **PITÁGORAS**...

La recta y el plano tienen necesariamente un fin, un borde

En consecuencia los astros son redondos, **PERFECTAMENTE REDONDOS**, y se mueven siguiendo trayectorias circulares

VENUS

Pero escúchame bien, cuando proyectamos la trayectoria de Venus sobre la bóveda celeste, ésta parece describir un extraño ballet. El astro frena, se devuelve y luego retoma su marcha. ¿Se parece eso a una trayectoria en un círculo?

RUEDA DENTADA
FIJA A LA TIERRA

VENUS

TRAYECTORIA
EN EPICICLOIDE

TIERRA

Pues he elucidado ese misterio...

La trayectoria de Venus es, de hecho, una **COMBINACIÓN DE MOVIMIENTOS CIRCULARES**

EPI en griego quiere decir "sobre", o "en el exterior de"

Por otra parte, todos los movimientos de los astros, los del Sol y los de los planetas, pueden reducirse a superposiciones de movimientos circulares

¡Estupendo, así ya no hay paradoja!

¿En qué piensas, Tiresias?

En nada. Todo eso me parece terriblemente complicado

Si los dioses me hubieran consultado antes de crear el mundo, les habría recomendado algo más simple

Conforme al **DOGMA ARISTOTÉLICO**, el **MODELO DE TOLOMEO** tuvo carácter de ley por cerca de 16 siglos y bloqueó durante ese tiempo cualquier progreso serio en la astronomía. En el siglo XV llegaron a haber hasta 48 círculos entrelazados unos con otros para poder describir aceptablemente el movimiento de los astros con esta aberrante teoría

... Hasta que en 1530, frente a las grises aguas del Báltico...

COPÉRNICO



¡Hans Elm! ¡¿Qué haces tú en mi despacho?!

Eee... nada, maestro, sólo compilaba vuestras notas, vuestro libro...

La forma en que habéis retomado la obra de **ARISTARCO** me parece iluminadora. Todo tiene un aire lógico y coherente. ¿Cuándo esperáis publicarlo?

Axiomas:

- 1) Todas las esferas celestes no giran alrededor de un solo centro.
- 2) El centro de la Tierra no es el centro del Universo, sino sólo de la gravedad y de la órbita de la Luna.
- 3) Todas las esferas giran alrededor del Sol; en consecuencia, el Sol es el centro del Universo.
- 4) La distancia a las estrellas fijas es tan inmensa que, en comparación, aquella entre la Tierra y el Sol es despreciable.
- 5) Los movimientos que aparecen en el firmamento no se deben al movimiento del firmamento mismo, sino al movimiento de la Tierra, que gira sobre sí misma.
- 6) Lo que aparenta ser el movimiento del Sol no es otra cosa que el movimiento de la Tierra que, como los demás planetas, gira alrededor del Sol.
- 7) Los movimientos retrógrados de los planetas se deben al movimiento de la Tierra, que basta para explicar su movimiento irregular en el Cielo.

¡Trae acá esos pergaminos, son cosas que no te conciernen!
El conocimiento no debe caer en manos del primer aparecido.
¡Además, si supieras la cantidad de problemas que
tendría si publicara esas ideas!



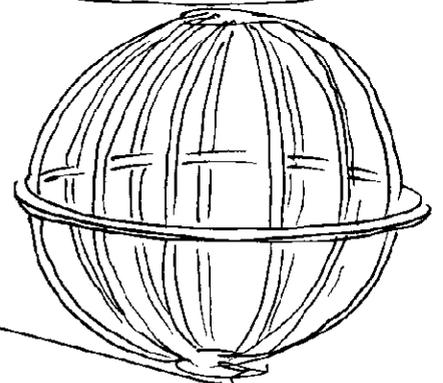
¡Pues yo no quiero
problemas con la Iglesia
ni con sus secuaces!

Pero... si hasta el propio
obispo de Capua os
demanda vuestros escritos...

¡Y además husmeas mis cartas!
¡Qué bien...!



¿Pero maestro, es
importante asentar el
mundo sobre buenas
bases, no es así?



Hijo mío, alabo tu espíritu abierto. Pero créeme, en Cracovia, aquí, tenemos paz y con qué vivir. No perdamos eso. El mundo aún no está preparado para saber...



Sólo hay ciencia oculta

A pesar de todo, y para ver las reacciones, Copérnico deja que uno de sus alumnos, Rheticus, publique bajo su nombre algunas de sus ideas

Como sea, si algo sale mal, diré que yo a Rheticus no le conozco

Sólo al final de su vida Copérnico confiará a Rheticus la publicación de la obra, cuyo primer ejemplar le llegará a su lecho de muerte



Cauteloso, el editor hace colocar en el prefacio :

Dejemos pues que estas nuevas hipótesis se conozcan junto con las antiguas, que ya no son verosímiles, tanto más cuanto que aquellas son a la vez admirables y simples y traen consigo un inmenso tesoro de sapientísimas observaciones. Pero que nadie espere, en lo que concierne a las hipótesis, nada cierto de la astronomía, pues ésta no puede proporcionarlo, de modo que si llega a tomar por verdaderas cosas concebidas con otro propósito, no termine más estúpido de lo que entró al abordar su estudio.

En otras palabras: léanlo, pero no lo tomen muy en serio

Copérnico no fue inculpado. Pero en 1600, 57 años después de su muerte, **GIORDANO BRUNO** estuvo en prisión 8 años y fue quemado por haberlo tomado en serio

Sóis unos tontos. Hay millones de soles como el nuestro y otros tantos mundos habitados como el nuestro

Deja de escucharlo y pásame el fuego

TYCHO BRAHE & KEPLER

DINAMARCA, 4 DE FEBRERO DE 1600.



Hans, hemos llegado a
URANIBORG, la nueva ciudad
del saber

¡Ah, maestro Kepler,
bienvenido a mis tierras!

¿Permitis que os llame
Johannes?

Ah, messire
TYCHO BRAHE



Un poco de agua fresca...

Poneos cómodos...



Cómo... ¿tenéis una fuente en vuestro muro?

No, muchacho. Es un grifo de agua. Uno de mis inventos



Ya nos podéis traer la cena

¿Y eso?!



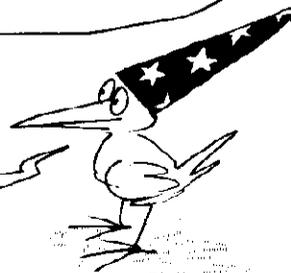
Lo llamo teléfono. Un simple conducto acústico que me comunica con la cocina. Me evita correr detrás de la servidumbre

Maese Brahe, como bien sabéis, estoy muy interesado en las mediciones precisas que habéis acumulado sobre los astros



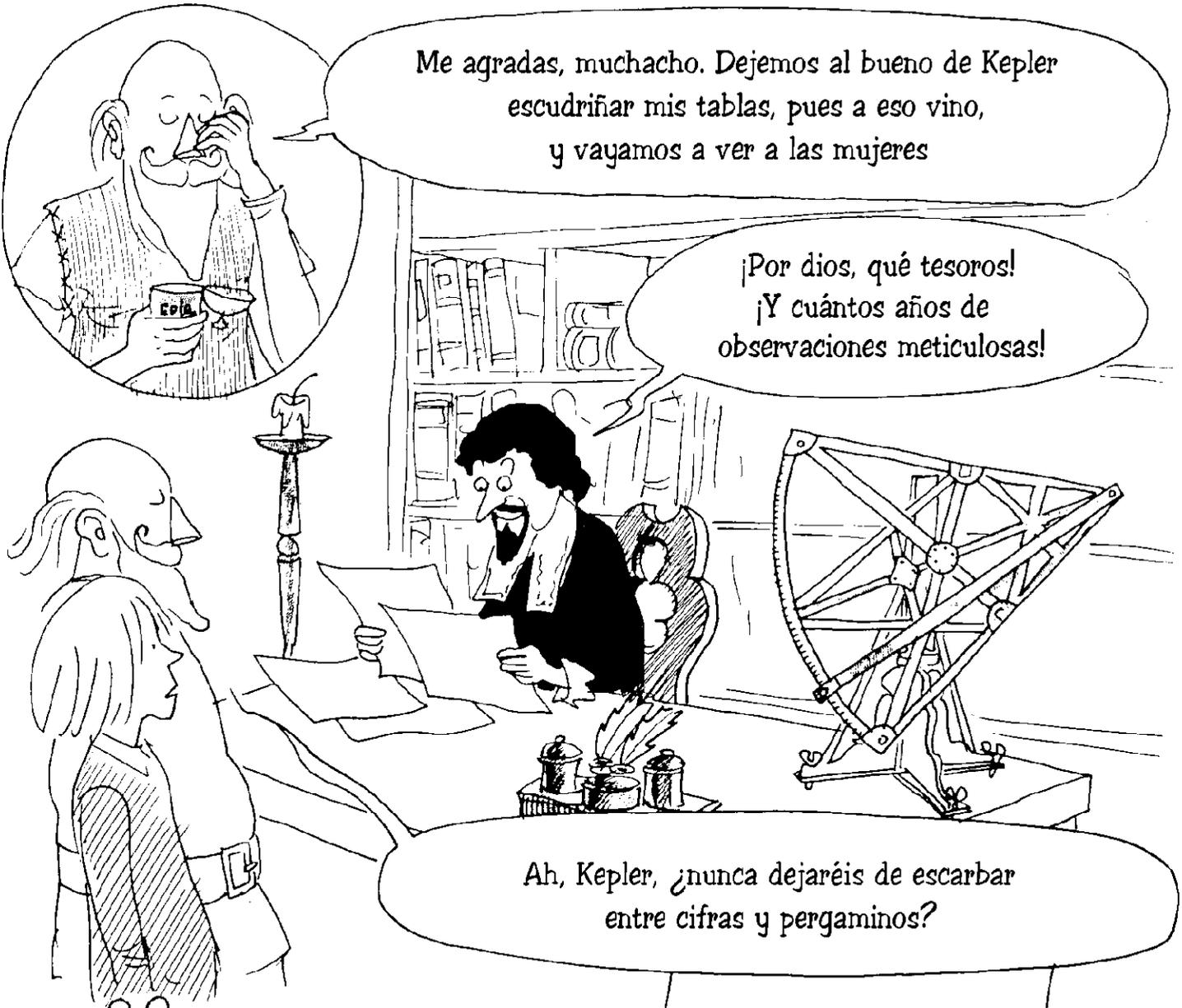
Ah... los astros... sí, seguro. Pasaremos a ellos más tarde. Descansad ahora, mi querido Johannes. Luego iremos a ver a las mujeres

Geómetra y observador meticuloso, Tycho disponía, en un siglo en el que no existía aún el catalejo, de las mejores observaciones de su época





(*) Tycho había perdido la nariz en un duelo.



¡Mujeres!

¡Suficientes
problemas tengo
con la mía...!

Uno tiene las mujeres que se
merece. ¿No es así, muchacho?



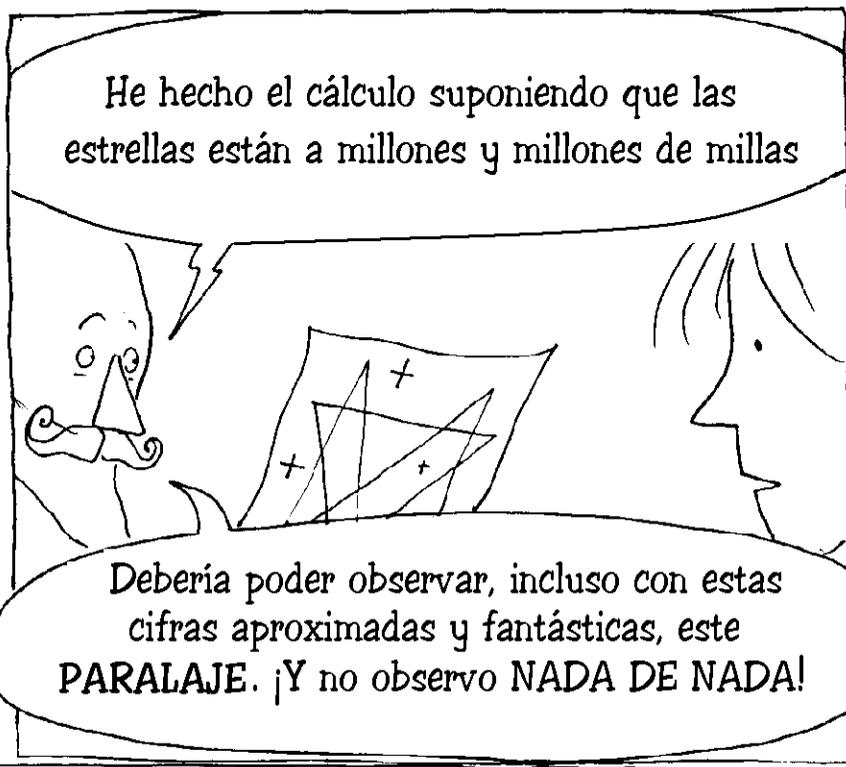
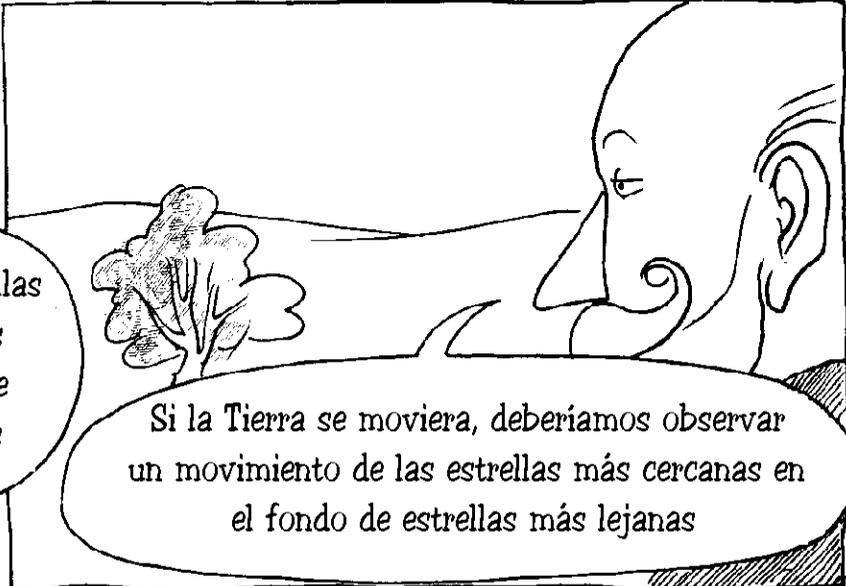
Ahora podéis iros.
Estamos satisfechos

¿Sabías que en 1572 vi nacer una estrella?
No podía dar crédito a mis ojos.
Pues hace unos meses la vi morir (*)

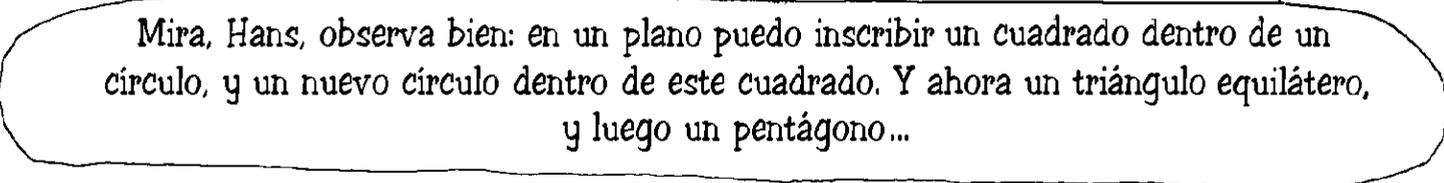
¿Acaso no eran eternas las estrellas?!

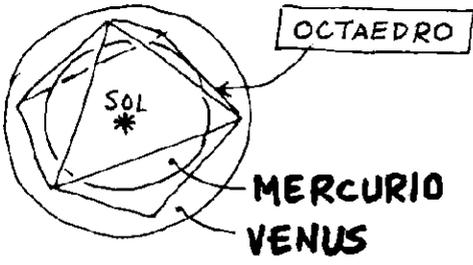
Lo mismo me preguntaba yo...
Confieso que todo eso me trastornó

(*) Se trató de la supernova observada por Tycho Brahe.

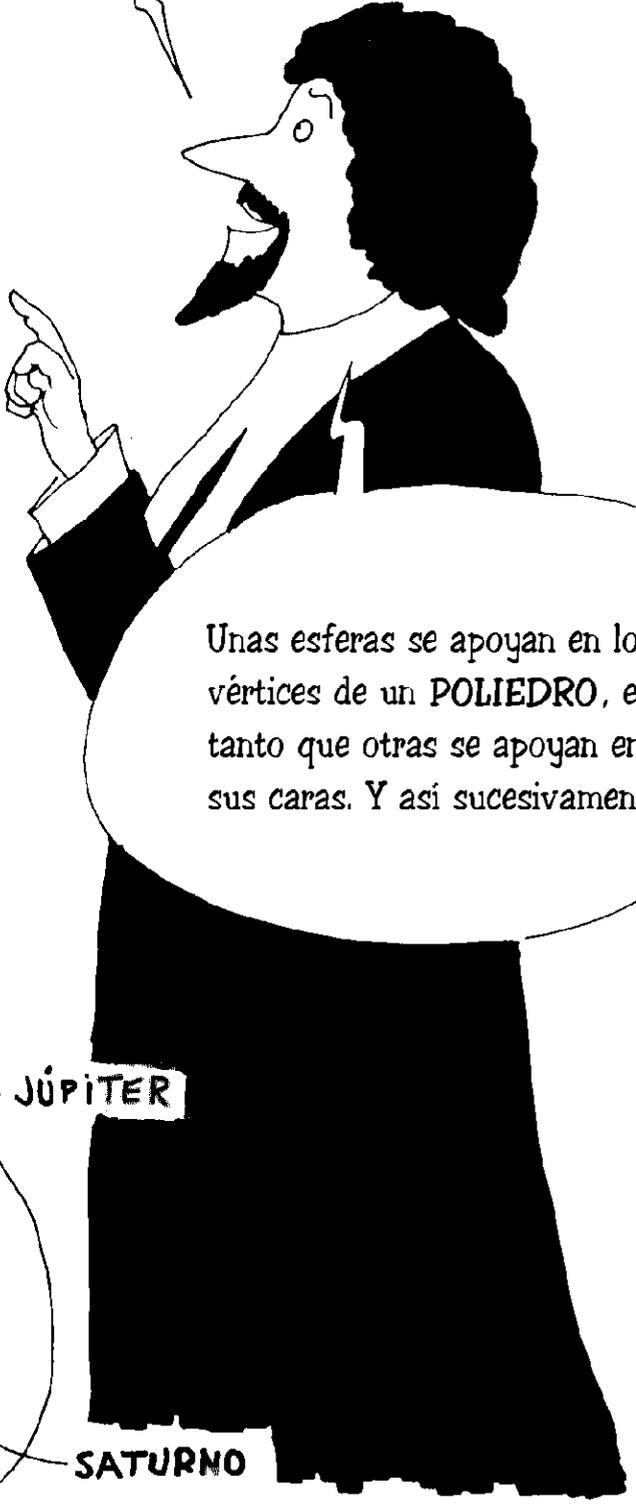
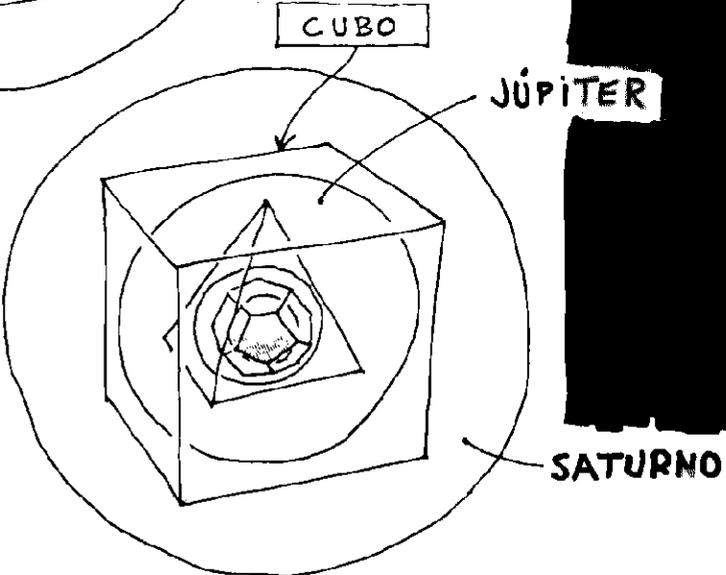
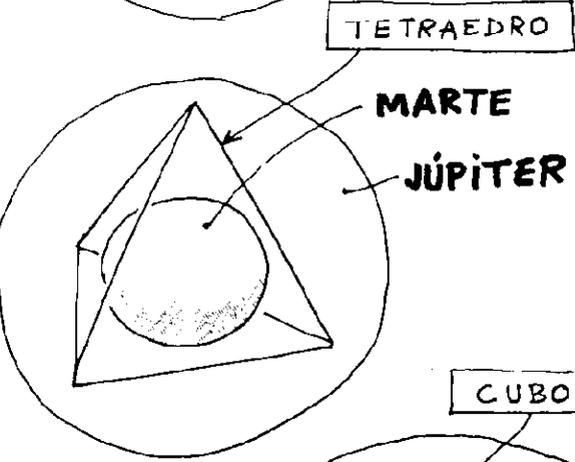
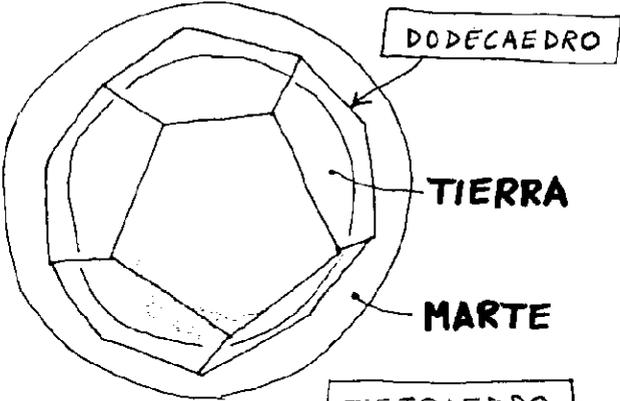
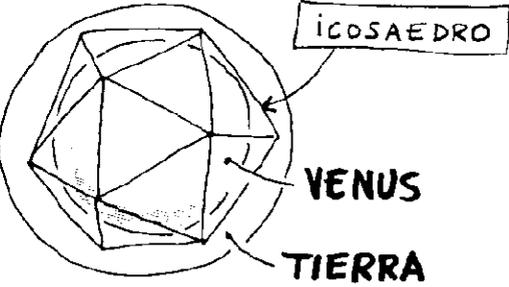


¿Cómo pudo Tycho Brahe en su época imaginar que las estrellas más próximas estaban a cien billones de kilómetros?





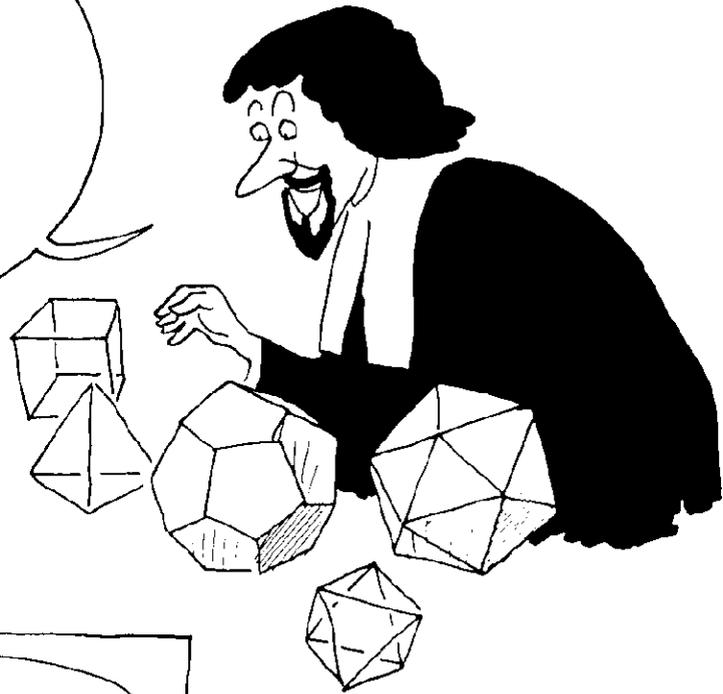
Los planetas, entes perfectos, se mueven en esferas concéntricas. En el centro, evidentemente, se encuentra el Sol



Unas esferas se apoyan en los vértices de un POLIEDRO, en tanto que otras se apoyan en sus caras. Y así sucesivamente...

Ahí tienes, Hans, el secreto del mundo:
las órbitas de los seis planetas se
construyen con la ayuda de los CINCO
POLIEDROS REGULARES DE PLATÓN.
Lo SABÍA. Todo se cierra, todo se aclara.
¡Soy genial, genial...!

¡Uno más que cree haberlo
descubierto todo!



¿Maestro, y todo eso cuadra con las
mediciones realizadas por Tycho Brahe?

No, por desgracia.
Pero hay algo aún
más sorprendente

Las mediciones de Tycho
sobre los movimientos de
Marte son incontrovertibles.
He hecho y rehecho cien
veces sus cálculos, pero
hay algo que no cuadra...

Todo ello cuadraría si Marte, en lugar de seguir una
trayectoria en CÍRCULO, se desplazara siguiendo una
ELIPSE en la que el Sol ocupa uno de los focos



¡Pero entonces, maestro, el DOGMA de PITÁGORAS, la maravillosa armonía de los círculos, la tesis de ARISTÓTELES vinculando lo circular a lo divino, todo eso se va a pique!!!

Así es, Hans. Es el fin de todo eso. Los círculos de Tolomeo y todo el resto...

Confieso que yo mismo a veces me resisto a creerlo

Imagina que en dichas elipses la velocidad ya no es constante. Marte se acelera al acercarse al Sol, y desacelera al alejarse. ¡Todo eso habría sorprendido a Pitágoras!

¿La policía? ¿Pero qué tiene que ver con Pitágoras?

¡Johannes, es la policía!

Nada sabemos sobre el tal Pitágoras del que habláis. En cambio, hemos venido a arrestar a vuestra madre, acusada de brujería. Le ha dado a Jacobo, el vidriero, una pócima que lo ha enfermado

Decididamente, las mujeres fueron motivo de constante preocupación para el pobre Kepler...

Quando la tempestad arrecia, Hans, no nos queda nada más noble que lanzar el ancla de nuestros estudios pacíficos al mar de la eternidad

Rayos, la cosa va mal

Toma una pluma y escribe

Querido Galileo, vos sois un tipo estupendo. Podriais enviarme a buen puerto uno de vuestros maravillosos catalejos...

GALILEO

1623, en el despacho del papa Urbano VII, protector de Galileo...

¿...Pero qué es lo quiere este tipo del norte de mi...?

¿Y bien, mi buen Galileo, qué novedades tenéis?

Otra carta de Kepler. Y noticias de Roma. Dicen allá abajo esos imbéciles que mi catalejo deforma la visión de las cosas. Su prueba: que las estrellas se ven dobles...



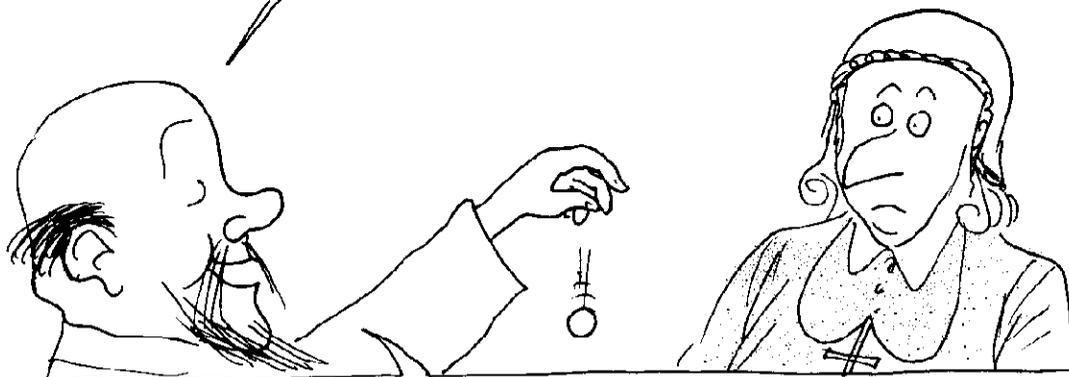
¿Y no os sorprende que aparezcan dobles, cuando a ojo desnudo no presentan tal aspecto?

¡Por la madona! ¿Por qué no podrían ser dobles al fin de cuentas? ¿Por qué no intentáis de una buena vez ver el Universo tal como es, en lugar de intentar construirlo interpretando al derecho y al revés las Sagradas Escrituras?

¡Callaos, Galileo!

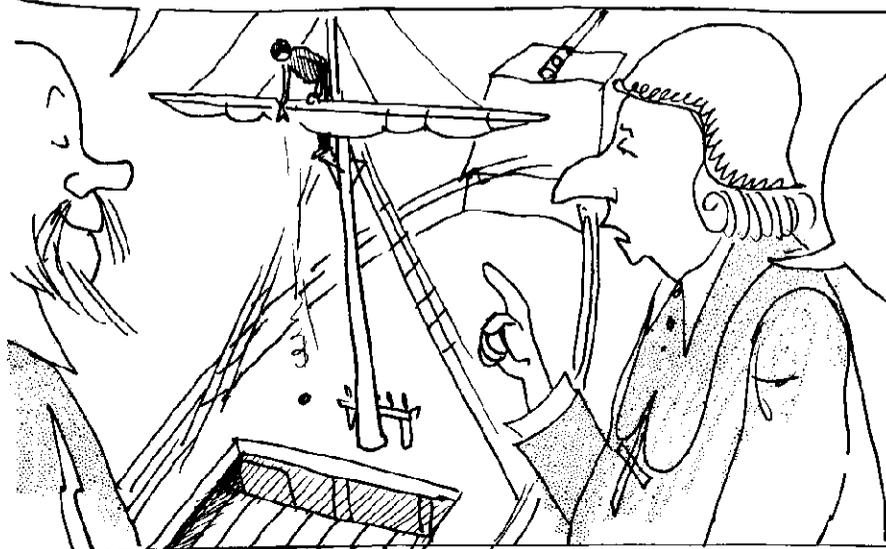


¡El Espíritu Santo nada sabe de astronomía!

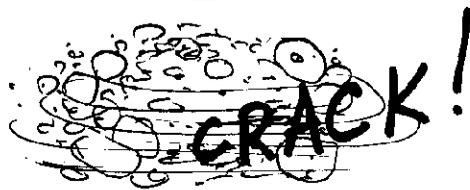


Esos Jesuitas son unos asnos. ¡Pretenden que, si la Tierra se moviera, al soltar una piedra ésta debería caer a un lado de su vertical!

Pero si se va en un barco y se deja caer una piedra desde lo alto del mástil, en ausencia de viento aquella cae justo debajo del mástil. Yo mismo lo he verificado



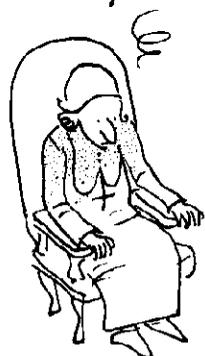
Dicen también que si la Tierra girara, entonces debería estallar bajo el efecto de la **FUERZA CENTRÍFUGA**



¡Basta! ¡Sabéis muy bien, Vuestra Santidad, que un día equivale a 24 horas!
Y la Tierra gira lo suficientemente lento como para no estallar

Calmaos, mi buen Galileo. La ciencia debe avanzar con prudencia.
Y esas no son más que hipótesis...

¡Nada de hipótesis! ¿Es que acaso la Iglesia no puede volverse un poco más moderna?
Personalmente no veo en qué podría el movimiento de la Tierra echar por tierra toda la religión



¡La Biblia no es un libro científico!

Bien, veamos vuestros nuevos descubrimientos

Hay montañas
en la Luna y en Sol,
como pequeñas viruelas...

¿De qué estáis hablando?

De que la Luna no es más que una piedra llena de
costras y que el Sol está todo lleno de manchas

Os hemos escuchado
todo... Es muy GRAVE

Rayos, el
jefe de los
jesuitas...

Galileo bromeaba con...
simples hipótesis de trabajo

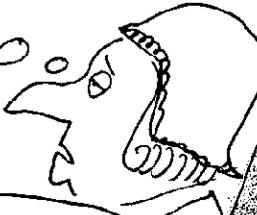
¡El Sol y la Luna DEBEN SER ESFÉRICOS!

Sabéis muy bien que no estaba bromeando.
Las matemáticas son un instrumento del diablo



No soís más que gentes obtusas

Ay...



San Agustín decía con justa razón que
más valía rogar a Dios que interrogar
al Universo...

Estáis aferrados a las tonterías
de Aristóteles, a una física que
jamás ha podido describir
correctamente el menor
fenómeno

Bien, pues si así es, si desafiáis
la autoridad de los servidores de
la Iglesia, ¿os lo habéis buscado!

Galileo, habéis ido demasiado lejos.
Estos jesuitas son poderosos.
Ni yo mismo podría...



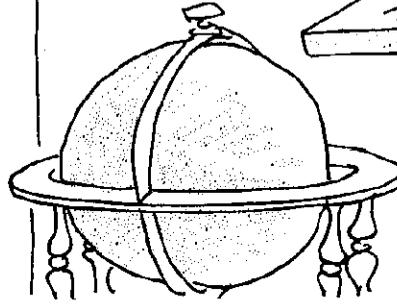
Pues ya veremos quién triunfará,
si la razón o la crasa ignorancia

La suerte estaba echada. Galileo fue obligado a
retractarse en público en 1633

NEWTON

Una mañana de 1690, en Cambridge...

¿Maestro?



No responde...

Milord Newton,
hum...

¿Qué quieres?

Vuestro encargo,
Milord...

¿Qué pasa con
mi encargo?

Sal de mercurio, de azufre,
aquafortis, cerusa...

¡Demonios! ¡Ve a buscar esas sustancias, es todo!



¿Acaso no sabían que Milord Newton, el más eminente científico de su época, practicaba la alquimia?

Veamos, la pócima dice: una onza de limadura de uñas, una pizca de vinagre...



¿Qué está preparando?

¡Ah Ah Ah...! ¡Casi lo tengo...!
¡Un día seré el amo del mundo!



¡Ougg... qué olor!

¡Anselmo!

Te vi ayer con la vecina...

Es una jovencita vulgar...

¡Que no se vuelva a repetir!

Si, maestro...

Vivimos en un mundo dominado por la lujuria

Santo cielo, cuando pienso en lo que escribió esa bestia de Leibniz, que no hay **ESPACIO ABSOLUTO**...

Anselmo, trae acá un balde con agua

Un balde con agua... ¿una cubeta, Milord?

Amarro el balde a una cuerda, dándole una fuerte torsión

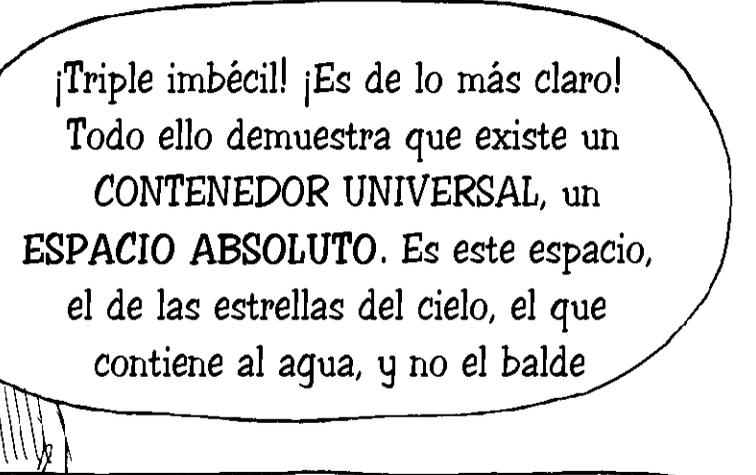
Ahora lo suelto... En un primer momento, el balde gira, pero no así el agua. Su superficie permanece plana

Ahora observa: detengo el balde. El agua, por **INERCIA**, continúa girando y su superficie sigue curvada. ¿Comprendes?

Pero por efecto de la fricción, el agua se ve afectada, y la **FUERZA CENTRÍFUGA** curva su superficie



No mucho, Maestro



¡Triple imbécil! ¡Es de lo más claro!
Todo ello demuestra que existe un
CONTENEDOR UNIVERSAL, un
ESPACIO ABSOLUTO. Es este espacio,
el de las estrellas del cielo, el que
contiene al agua, y no el balde

La **FUERZA CENTRÍFUGA** no se ejerce, como lo has podido ver,
más que cuando el agua gira **EN RELACIÓN CON ESE ESPACIO ABSOLUTO**.
Leibniz no es sino un asno bruto, le voy a escribir



Carambas, Leibniz no va
a estar nada contento...

Dios, en su infinita sabiduría, situó los astros en el
VACÍO y no en un espacio lleno de vórtices, como escribe
ese francés, Monsieur Descartes, quien confunde el
Universo con una taza de té



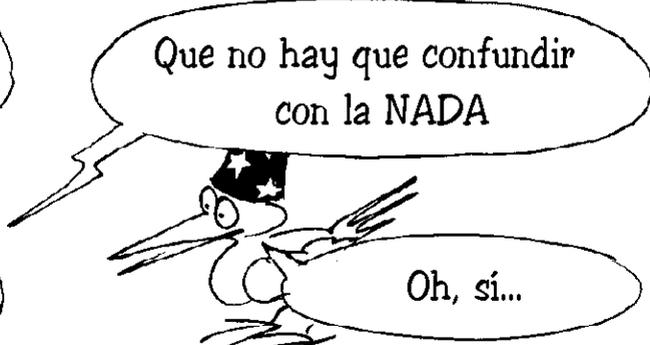
¿Pero entonces entre los
astros no hay... **NADA**?



Así es, no hay **NADA**



Nada... eso es, es cierto,
he inventado el **VACÍO**



Que no hay que confundir
con la **NADA**

Oh, sí...



Mira, Anselmo. La **FUERZA GRAVITACIONAL**, que varía como el inverso del cuadrado de la distancia, mantiene los astros ligados unos a otros

Fuerza centrífuga

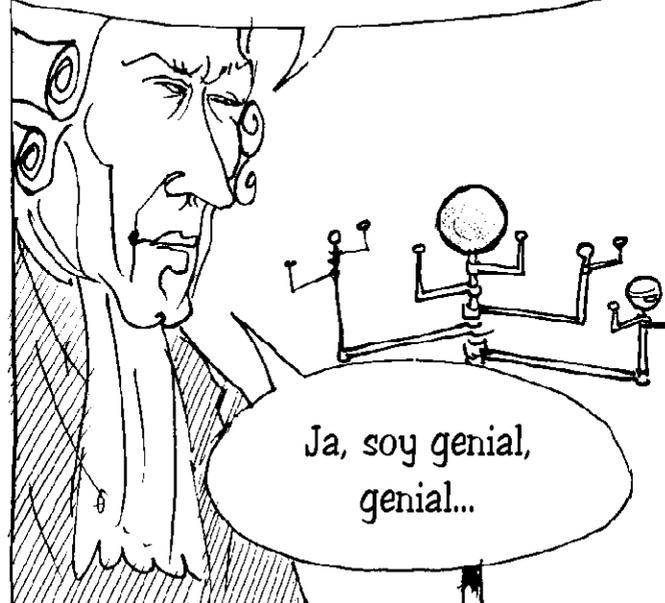
Tierra

Luna

Fuerza gravitacional

Por medio de esa fuerza, que actúa **INSTANTÁNEAMENTE** y **A DISTANCIA**, y que se opone a la **FUERZA CENTRÍFUGA**, la luna es retenida por la Tierra

Del mismo modo, el Sol retiene a todos los planetas a su alrededor



Ja, soy genial,
genial...

Y todos los demás no son más que imbéciles pues ninguno es capaz de tener intuiciones esenciales

¡Y encima se atreven a criticarme!
¡Pero los aplastaré, los aplastaré a todos,
comprendes, a **TODOS!**

Sí, Milord...

OUARK!

Hmmm...

¡Y ahora ve a traerme cuernos
de vaca molidos, rápido!

Eee... sí, Milord...

WILLIAM HERSCHEL & PIERRE SIMON DE LAPLACE

Castillo de la Malmaison, agosto de 1802

¿Entonces, cómo se encuentra el señor de Lanturly?



Mucho mejor desde que estoy en vuestra agradable compañía, mi querida Sofia

Pero dime... ¿no es aquél allá abajo el barón de Laplace, en compañía del primer cónsul?

Así parece, en efecto...

Pero, aquí entre nos, ¿quién es el otro personaje con fuerte acento inglés?



Es el astrónomo Herschel. Acerquémonos. Su conversación debe ser apasionante

Monsieur Herschel, Laplace me ha contado todo sobre vos. Habéis construido telescopios y calculado la distancia de la Tierra al Sol. Más aún, habéis descubierto, según parece, nuevos mundos que desafían nuestra imaginación



Señor Primer Cónsul, es cierto que el Universo aparece, a través de mis instrumentos, más vasto de lo que pensábamos. He observado **UNIVERSOS-ISLA** y **NEBULOSAS FORMADAS DE MIRÍADAS DE ESTRELLAS**, desde las cuales la luz puede haber empleado millones de años para llegar hasta nosotros

Herschel ha transformado de tal forma nuestra visión del mundo que ya no sabemos dónde podría estar su centro. Las estrellas se mueven, y lo mismo hace el Sol. La Vía Láctea es un gran disco hecho de legiones de estrellas y que gira sobre sí mismo...



O sea que: **EL MUNDO CAMBIA**



No he hecho más que descubrir las maravillas que el Creador ha puesto en la inmensidad del Universo

Pero todo mundo sabe que la persona que ha devuelto orden a todo esto y que ha elucidado definitivamente los secretos últimos de las trayectorias de los planetas es el matemático Laplace con sus maravillosos y precisos cálculos...



A propósito, Laplace, permitidme recordaros que Newton pensaba que, cuando los planetas se salían de sus órbitas, era Dios el que volvía a ponerlos en ellas. ¿Qué pensáis vos?

Os diré, señor Primer Cónsul, que no he necesitado dicha hipótesis en mis cálculos

Con Herschel y Laplace nace un nuevo mundo

Pero algo me sorprende de monsieur Herschel

¿Qué cosa, Primer Cónsul?

Pues que lleva una vida tranquila, se entiende bien con su mujer,
su hijo está por encima de su obra y no tiene enemigos. Eso no es normal

¡En el mundo científico vaya si es
bastante excepcional!

Oh, excusadme...
¡ya voy, Joséphine..!

Así que pensáis, mi querido
Laplace, que mundos como el
nuestro pueden existir en torno
a miles de millones de soles en
cada galaxia

Absolutamente

Hay vida en esos otros
planetas, cada una con su
historia y sus civilizaciones

Herschel descubrió los aspectos **CUALITATIVOS** de la astronomía moderna: la existencia de las galaxias, el movimiento de las estrellas, la estructura de la Vía Láctea, el movimiento del Sol. El siglo siguiente aportará las primeras **MEDICIONES** precisas

¡CIELOS!

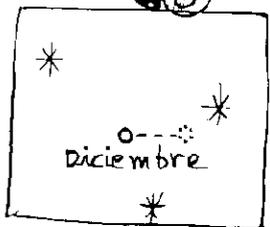
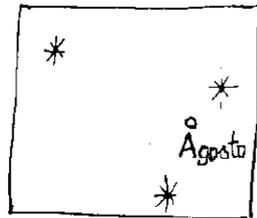
Realizando dos rastreos precisos de una estrella de la constelación del Cisne en relación al fondo de estrellas lejanas (paralaje), en agosto y en diciembre de 1838 el alemán **BESSEL** determinó su distancia: 11 años-luz

61 Cygni

Tierra
Agosto



Tierra
Diciembre



La fotografía permite fijar las imágenes celestes sobre la película, y también recibir más luz durante las largas pausas nocturnas

¡No se muevan!

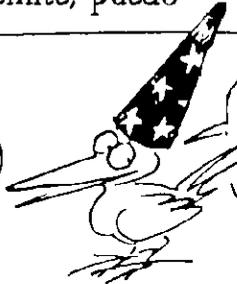
Henrietta Leavitt, en 1912



Las **CEFEIDAS** son estrellas cuyo brillo varía periódicamente. La medición de su distancia por el método del paralaje no es precisa en algunas decenas de años luz. Pero revela, para las Cefeidas más cercanas, que su periodo está directamente relacionado con la potencia luminosa que emiten. Entre más emiten, mayor es su periodo de oscilación

Así que midiendo la cantidad de luz que llega de una Cefeida y estimando a partir de su periodo la luz que emite, puedo calcular su distancia

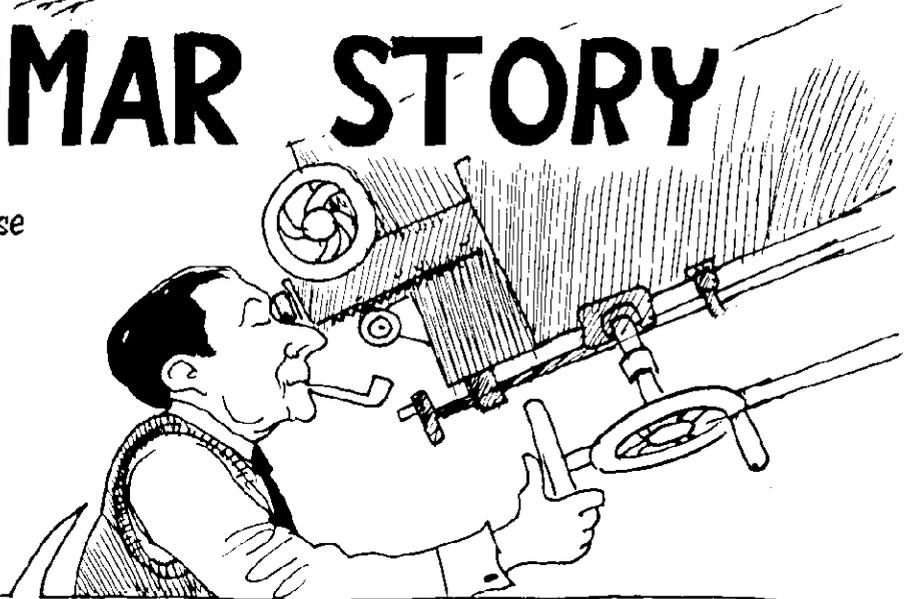
Soy genial



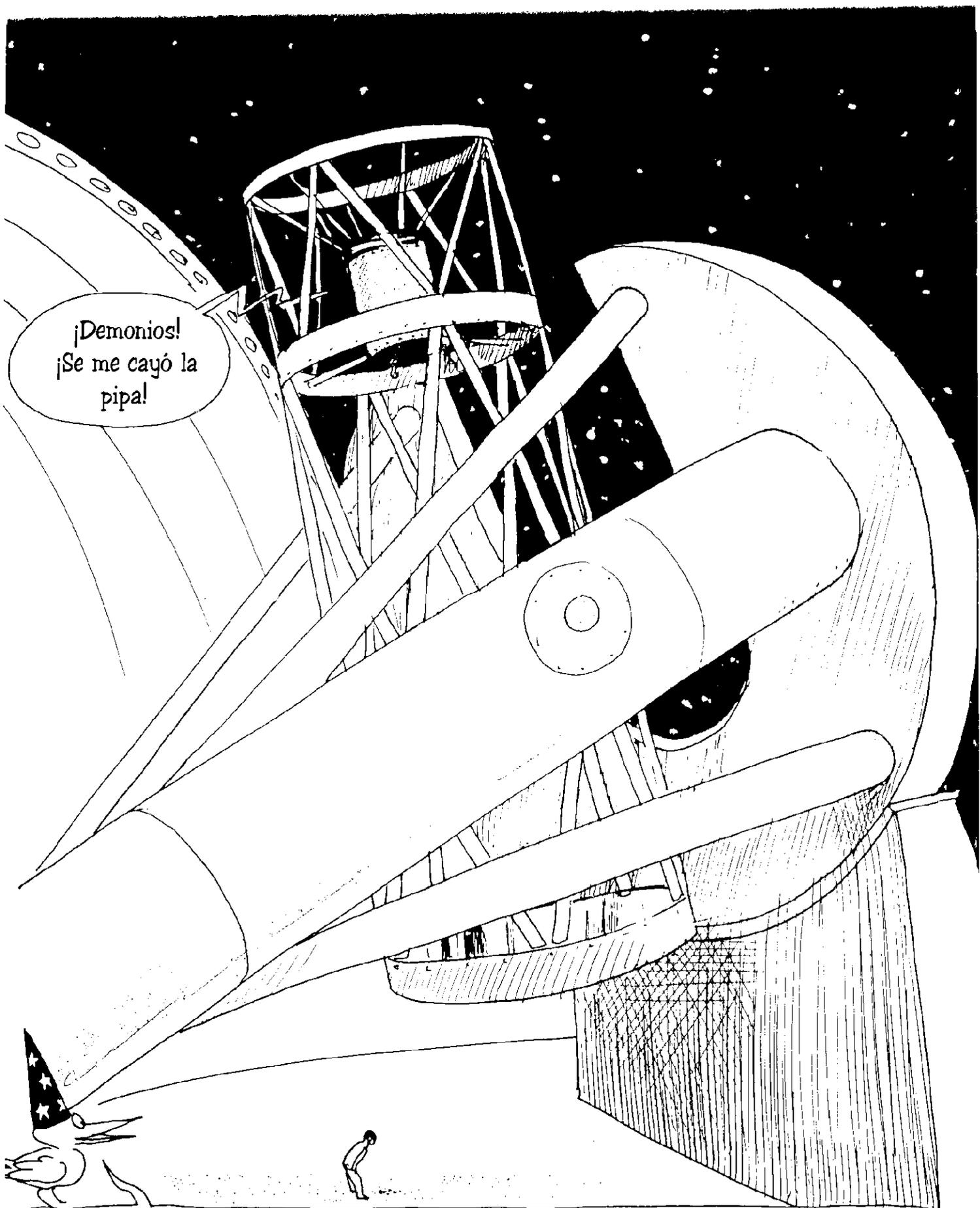
Pero muchos dudaban aún de la naturaleza extragaláctica de las famosas nebulosas espirales

PALOMAR STORY

En 1924, el estadounidense
Edwin Hubble :



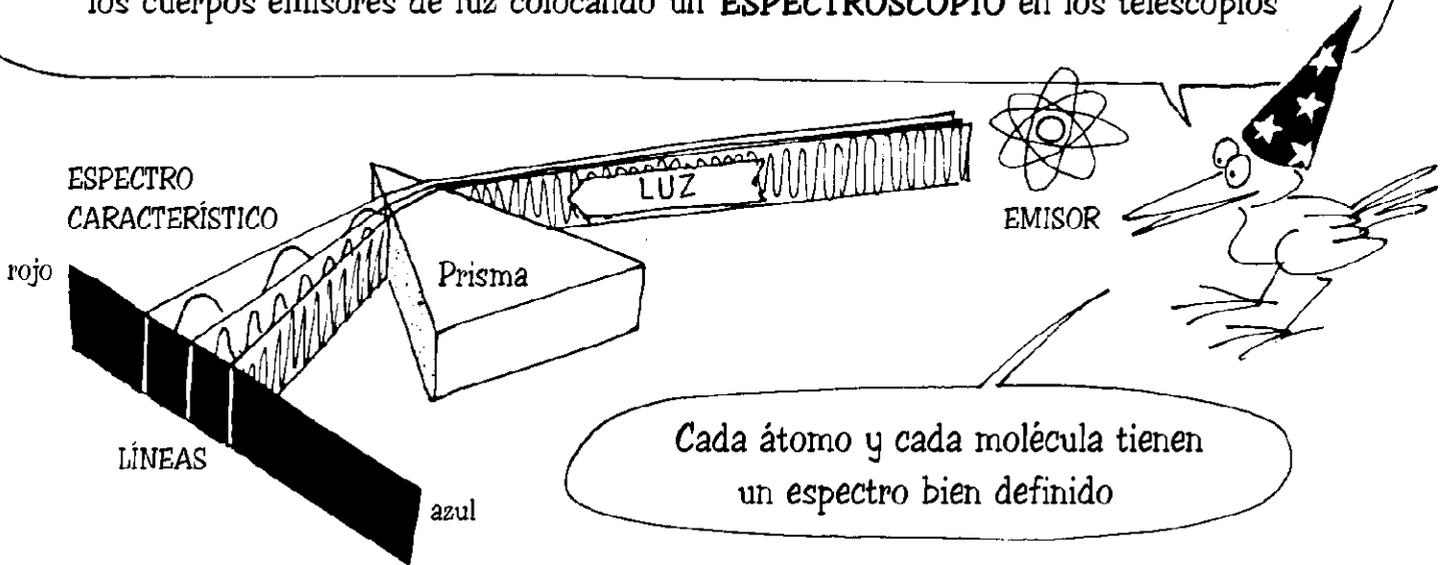
Mi buen amigo, asunto arreglado. Acabo de descubrir una magnífica Cefeida en la nebulosa espiral de Andrómeda, exterior a nuestra galaxia. Estimo que su distancia es de dos millones de años-luz



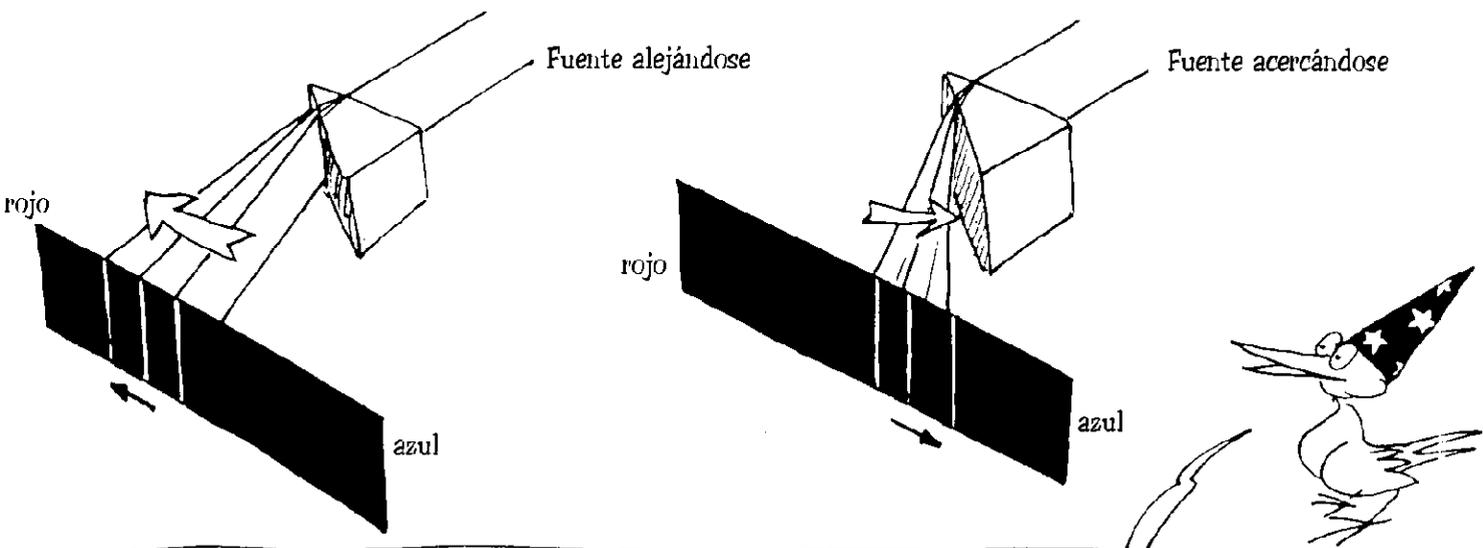
¡Demonios!
¡Se me cayó la
pipa!

El telescopio de Monte Palomar podía "ver" hasta diez mil millones de años luz.
La cosmología moderna encontró en él un instrumento de
investigación a la altura de sus ambiciones

Aquí tienen otro episodio de esta búsqueda incansable. Después de 1859, gracias a Kirchoff, se tenía por costumbre determinar la naturaleza característica de los cuerpos emisores de luz colocando un **ESPECTROSCOPIO** en los telescopios



Cada átomo y cada molécula tienen un espectro bien definido



Si la fuente luminosa se aleja o se acerca con cierta velocidad, el conjunto de líneas del espectro sufrirá un desplazamiento hacia el rojo (**RED SHIFT**) o hacia el azul. Así, el análisis del espectro no sólo da la naturaleza química del emisor, sino también su velocidad con respecto a nosotros

Se trata del efecto **DOPPLER-FIZEAU**, ya evocado en el álbum **BIG BANG** de esta misma serie



Analizando los espectros procedentes de galaxias lejanas, Hubble y Humason descubrieron que éstos presentaban un corrimiento hacia el rojo, el RED SHIFT. Estas galaxias, entonces, se alejaban de nosotros y su velocidad de alejamiento, según comprobaron, era proporcional a la distancia que las separaba de nosotros

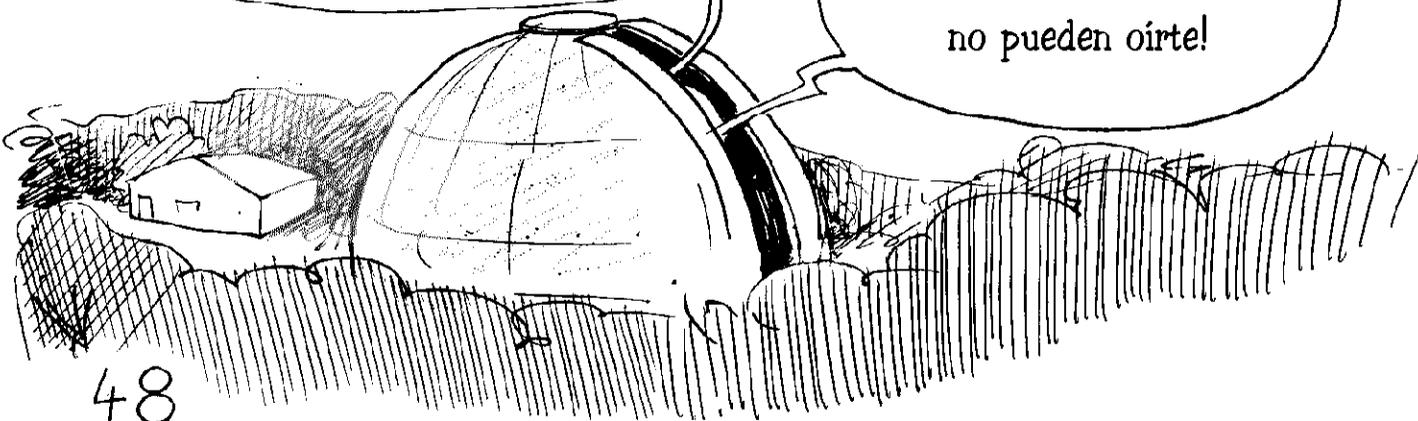
Por lógica, el Universo ha debido nacer en una gran explosión inicial...



EL BIG BANG

¡Huyen de nosotros, Milton, nos huyen!

¡No grites tan fuerte, Edwin, no pueden oírte!



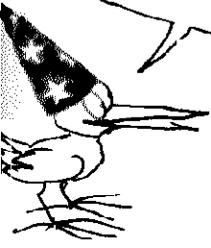


Pero entonces...
¿**TODO** el universo es
NO ESTACIONARIO?

Así es, **NADIE** habría podido
siquiera imaginarlo antes del
descubrimiento fortuito de Hubble



Al igual que en 1572 nadie habría soñado
ni por un minuto que los astros
no eran eternos



Hasta que Tycho Brahe observó una
SUPERNOVA, es decir la muerte violenta
de una estrella



En 1810 Herschel se interrogaba sobre sus
formas de subsistencia

¿Cómo producen ellas su luz,
con qué energía?
¿Será por combustión de carbón?



1938, en Dinamarca, Hans Bethe:



En la universidad de Lovaina el abad Lemaître, eminente matemático:

Si el Universo está en **EXPANSIÓN**, entonces hace mucho tiempo se encontraba concentrado en un **ÁTOMO PRIMITIVO**, extremadamente caliente y denso, correspondiente a la época de la **CREACIÓN**





¡Pero entonces la **BIBLIA**
dice lo mismo!



Sólo haría falta modificar su
cronología para situar el Génesis hace
doce o quince mil millones de años



Del otro lado del canal de la Mancha, en Cambridge,
Fred Hoyle combatía tenazmente dicha hipótesis. Según
él, el Universo se enriquece sin cesar de nuevos átomos
por un fenómeno de **CREACIÓN CONTINUA**



En resumen, Hoyle intentó de todo para luchar contra
ese regreso forzado de la teología a la ciencia



Una iglesia contra la otra...

LOS CUÁSARS

Observatorio de Pasadena
(EU), 1960.

El profesor Jesse Greenstein recibe al estudiante Thomas Matthews ...





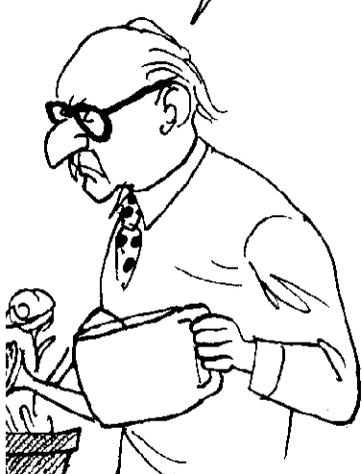
¡Hace ya unos años que analizo espectros y nunca ví un cuerpo que emitiera como éste!



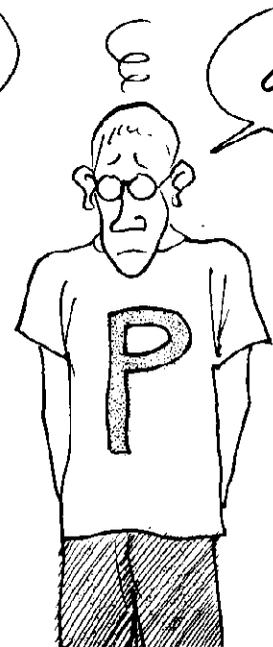
¿Y si fuera el efecto Doppler, dado que está completamente en el rojo? Por ejemplo, hidrógeno con una velocidad de fuga enorme...



¡Thomas! Si tuviera una tal velocidad de fuga, entonces según la ley de Hubble estaría muy lejos dado que dicha velocidad es proporcional a la distancia. ¡Si así fuera, ese minúsculo grano de polvo, 50.000 veces más pequeño que la Vía Láctea, emitiría 100 veces más energía que ella!



Puedes irte...



¿Es por lo que dije...?



¿Qué sabe él de espectroscopia? Es radioastrónomo...

UN AÑO DESPUÉS

Maarten Schmidt:

Hola, Jesse, ves el espectro de uno de esos objetos extraños, "cuasi estelares", los **CUÁSARS**, detectado hace ya un año...

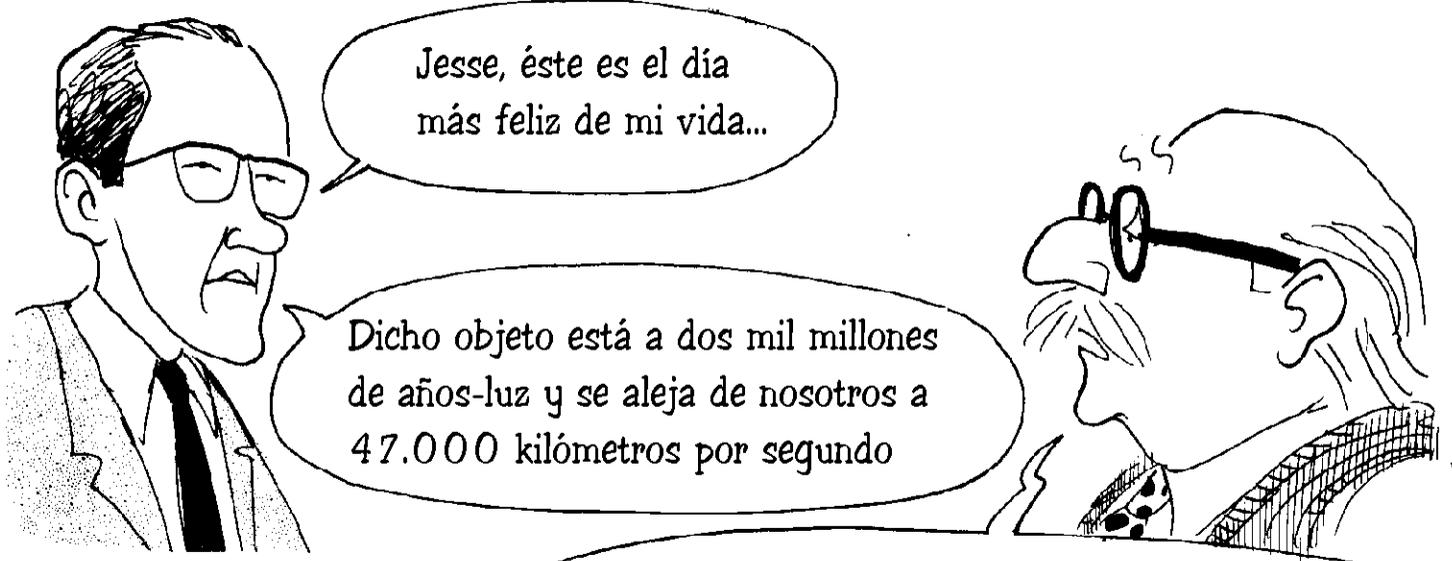
Sí, Maarten

¡Qué holandés más flemático...!

Y ves el espectro del hidrógeno...

Si los superpones y lo deslizas hacia el rojo...

Son **IDÉNTICOS**



Jesse, éste es el día más feliz de mi vida...

Dicho objeto está a dos mil millones de años-luz y se aleja de nosotros a 47.000 kilómetros por segundo

¿Cómo lo sabes?

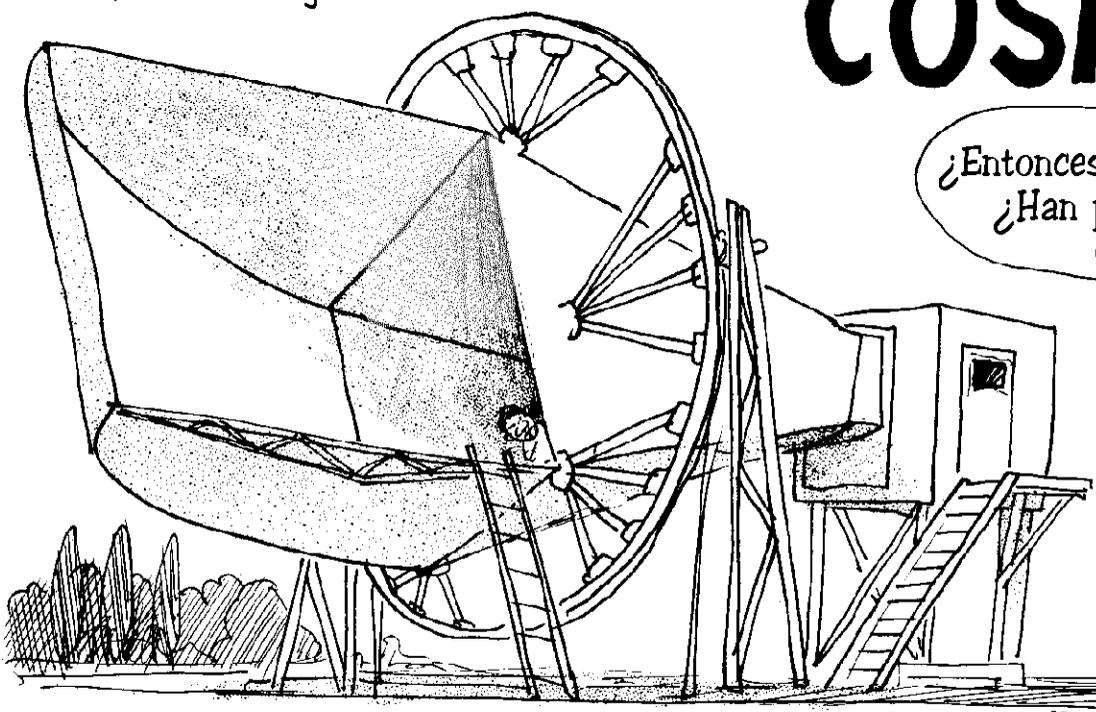
Y siendo apenas un tanto más grande que una estrella, emite más energía que toda la galaxia



No importa...

LA RADiACiÓN CÓSMiCA

1964, New Jersey



¿Entonces, muchachos?
¿Han podido eliminar el ruido parásito?



¡Nada que hacer! Penzias ha cubierto todas las fisuras con cinta adhesiva



¿No podría tratarse de... regalitos de las palomas...?

No, no. Wilson ha limpiado todo y no hay cambios: seguimos teniendo ese ruido parásito de radio. Y lo más curioso es que es **ISÓTROPICO**: llega por igual de todas las direcciones del Cosmos



Y no parece haber fuente emisora en ninguna parte

He traído a este joven, Dicke, de Princeton, pues tiene una idea sobre el origen del ruido



¡Eso es...!

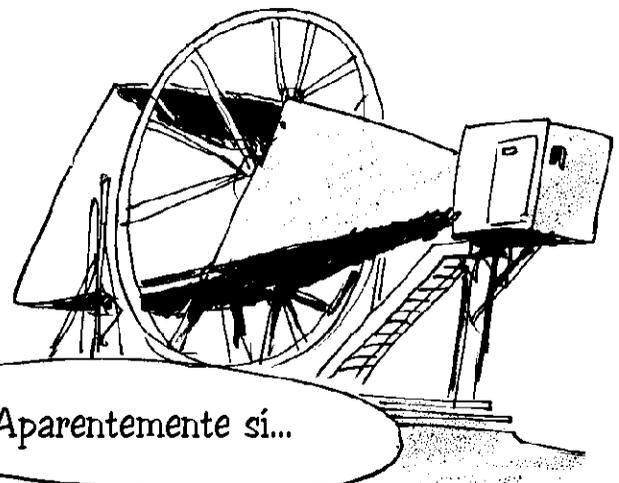
¿Eso es QUÉ?



Lo que han captado son las "cenizas" del **BIG BANG**, el remanente fósil de la formidable radiación primitiva



Aparentemente sí...



¿A DÓNDE SE FUE LA ANTIMATERIA?



En ese magnífico escenario de jugarreta denominado **BIG BANG** subsiste un dilema embarazoso. A partir de la radiación primitiva se crearon la materia y la antimateria. El Universo se enfrió, y fue la hecatombe. Partículas y antipartículas se aniquilaron. Quedará **UNA EN MIL MILLONES...**(*)

Según los cálculos, no debería subsistir **NINGUNA**

ABSOLUTAMENTE NADA

Entonces... ¿dónde está la **ANTIMATERIA**?

La separación se produjo a nivel de las galaxias...

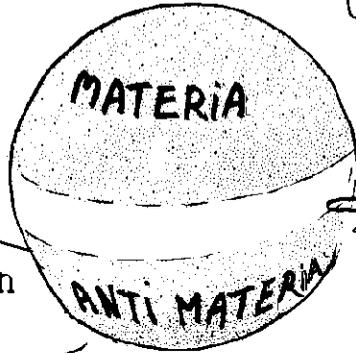
...o de los **CÚMULOS DE GALAXIAS**

(*) Ver "BIG BANG", en esta misma serie.

JEAN-MARIE SOURIAU, profesor en la universidad de Provenza, piensa que el universo se escindió en dos mitades

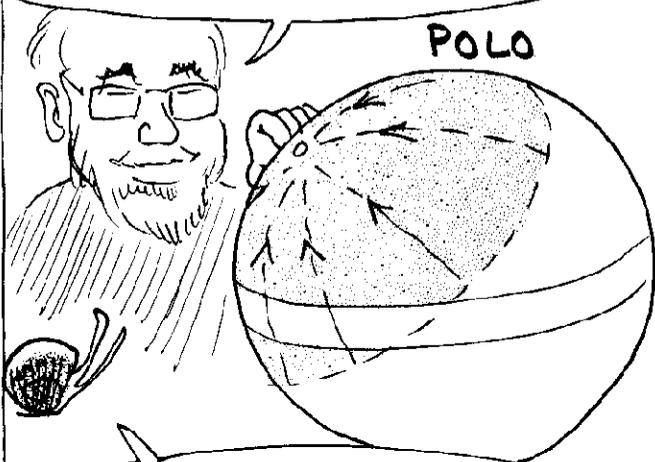
Un Universo FINITO CERRADO SOBRE SÍ MISMO, una especie de hiperesfera EN TRES DIMENSIONES (*) en la que la materia ocupa un hemisferio y la antimateria el otro

Aquí hay una imagen en 2 dimensiones



En la frontera tienen lugar ANIQUILACIONES MATERIA-ANTIMATERIA que conducen a un estado de NO MATERIA

Nosotros estamos en alguna parte aquí en la mitad de Universo de la materia



Y esta especie de cofia centrada en la Tierra representa el campo de observación de los más poderosos telescopios del mundo, capaces de detectar CUÁSARS a quince mil millones de años-luz

¿Y qué es lo que se observa a esas distancias?

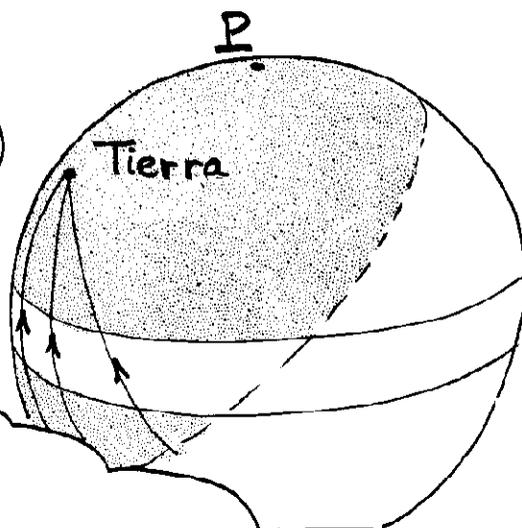


Esencialmente los CUÁSARS

Tal como pueden apreciar, una porción de la frontera, de la TIERRA DE NO MATERIA, sería observable, al igual que los anticuásars que allí se encontrarán

(*) Ver "EL GEOMETRICÓN", en esta misma serie.

¿Y entonces?



Cuando se mira en dirección a OFIUCO (la serpiente), en SAGITARIO, se puede constatar que a partir de quince mil millones de años-luz los cuásars desaparecen y reaparecen cuatrocientos millones de años-luz más lejos

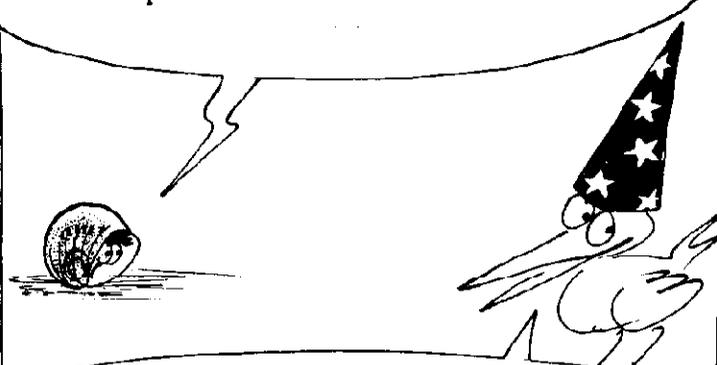


Según SOURIAU, esa brecha indica la existencia de la franja ecuatorial, vacía debido a las aniquilaciones y de un espesor cercano a los quinientos millones de años-luz

Más allá lo que observaríamos serían ANTICUÁSARS hechos de antimateria

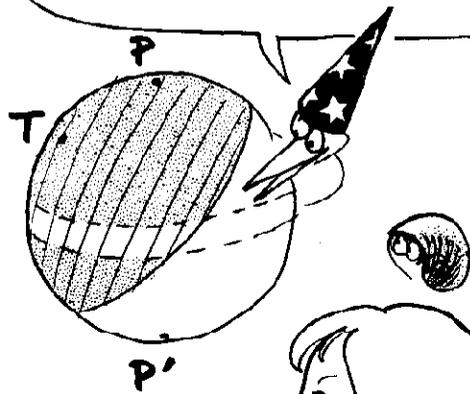


El cuásar más lejano observado, un anticuásar, está localizado a unos quince mil millones de años-luz



SOURIAU estima el PERÍMETRO de dicho universo en 60 MIL MILLONES de años-luz

Con los medios actuales sólo podemos observar hoy en día la **MITAD** del universo existente



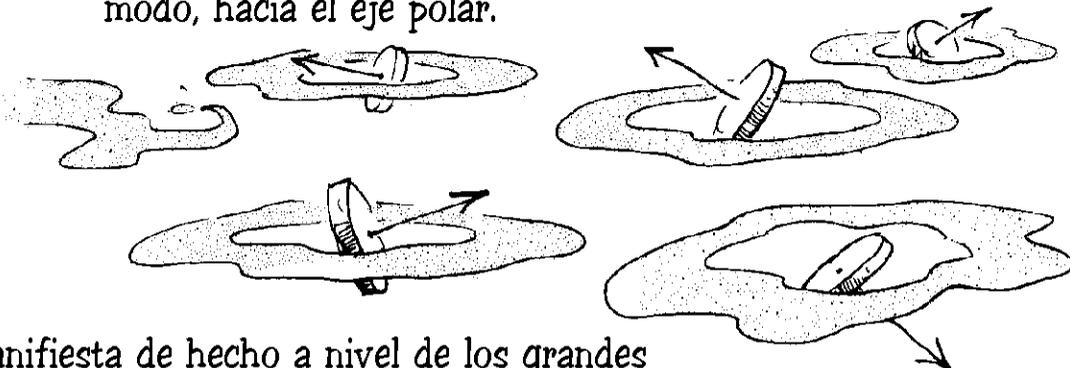
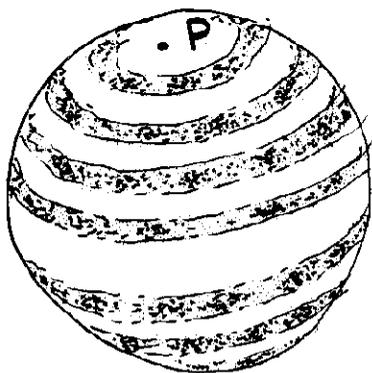
Si comprendo bien, este modelo de Universo tiene **DOS POLOS**: uno para la materia y otro para la antimateria, y son antipodales. Lo que quiere decir, en tres dimensiones, que las direcciones en cuestión son opuestas

A comienzos del siglo pasado se había desvinculado definitivamente al Universo de todo centro. Si éste modelo describe la realidad, ahora tendríamos dos. ¿Qué encontramos entonces en esos dos centros?

Pues no pueden ser otros más que **OHRMAZD** y **AHRIMAN** (*)

¿Y la franja ecuatorial sería... **MITHRA**?

Depurando los datos astronómicos, **SOURIAU** encuentra también que el Universo está hecho de **RODAJAS**. En dos dimensiones eso daría una acumulación a lo largo de paralelos. Y los ejes de las galaxias apuntarían, a grosso modo, hacia el eje polar.



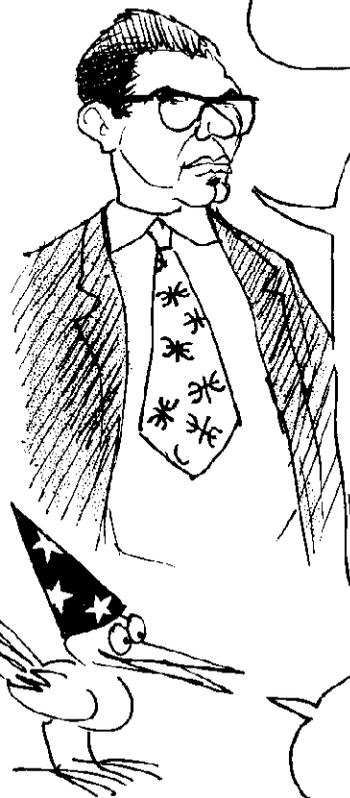
Este rebanado se manifiesta de hecho a nivel de los grandes halos planos de galaxias recientemente descubiertos. Los ejes de sus partes centrales tienen cualquier orientación.

(*) En efecto, las direcciones polares calculadas por Souriau son muy similares a las de la cosmología persa.



UNIVERSOS GEMELOS

Luego del hundimiento de su teoría de la creación continua, Fred Hoyle volvió a la carga con una nueva idea

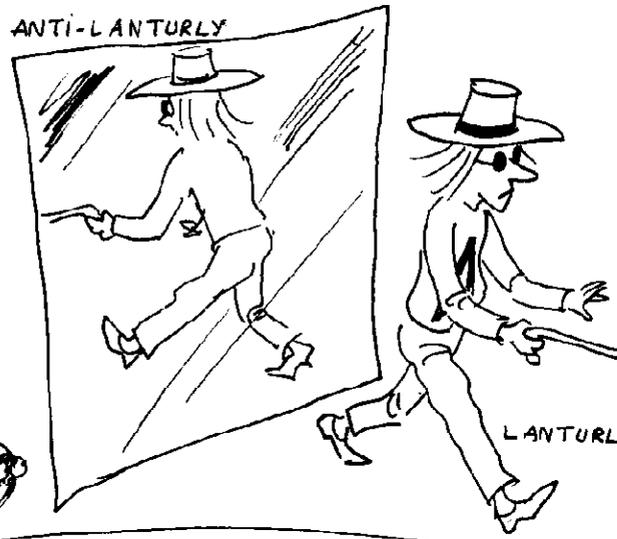


El Universo de materia que conocemos no constituye más que la **MITAD DE LA REALIDAD**. La otra mitad, el Universo de antimateria, hay que situarla en un **UNIVERSO GEMELO** del nuestro. En el momento del **BIG BANG** estos dos universos se separaron y cada uno tuvo su vida aparte. Pero sus **FLECHAS DEL TIEMPO** son **CONTRARIAS**. El futuro del uno es el pasado del otro, y viceversa.

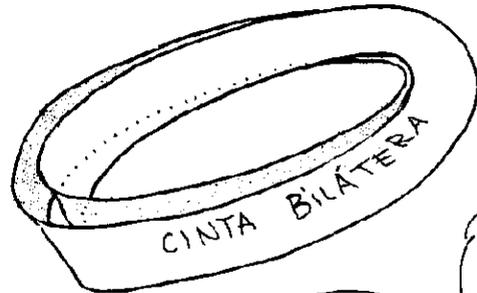
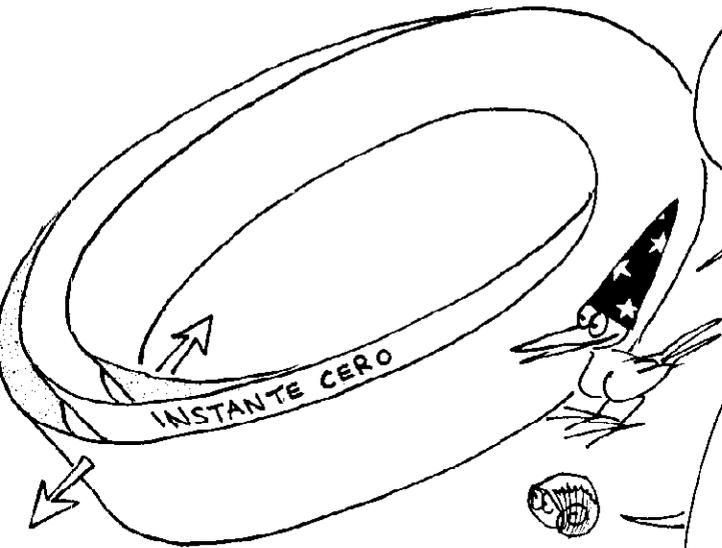
El contexto geométrico de un modelo así tiene ciertamente algo de desconcertante

Dichos mundos podrían ser "especulares" con respecto al espacio **Y AL TIEMPO**. Lo que en uno de los universos es **DEXTRÓGIRO**, será **LEVÓGIRO** en el otro. Y la sucesión de eventos de un universo será la del otro pero vista al revés, **MARCHA ATRÁS**.

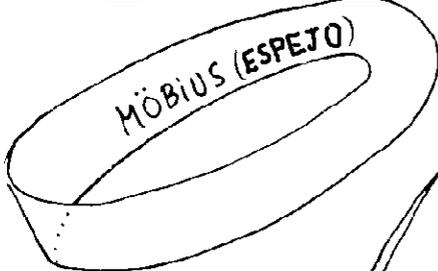
ANTI-LANTURLY



Esta cinta bilátera recubre dos veces la clásica cinta de Möbius. Si ésta fuera un espejo, la cinta sería... ¡su propia imagen!



El **BIG BANG** representaría la separación del Universo, unido inicialmente a esa superficie, en el instante cero, no orientable en el espacio y en el tiempo (una cinta de Möbius en cuatro dimensiones). El cara a cara de las dos regiones de universo crearía la apariencia de gemelismo



Y la antimateria no sería otra cosa que la materia antipodal



LA VIDA EXTRATERRESTRE

Tiresias, ya no creo en PAPÁ NOEL

¿Por qué, Anselmo?

Escucha mi razonamiento. Desde comienzos del siglo pasado se comprendió que no existía más que un **NÚMERO LIMITADO DE ELEMENTOS QUÍMICOS**

Poco más de un centenar de átomos formaban la **TABLA DE MENDELEIEV**

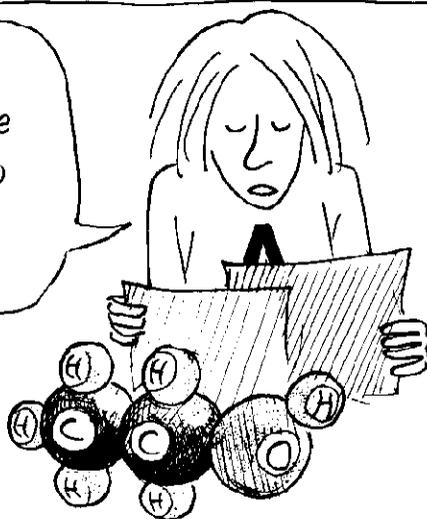
Con esos cien elementos se pueden formar varias moléculas, en particular aquellas basadas en el átomo de **CARBONO**

Estas corresponden a fórmulas muy **ESTABLES** para poder ser **VIABLES**, y además para permitir variados **INTERCAMBIOS QUÍMICOS**. El **SILICIO** presenta numerosos compuestos, pero son **DEMASIADO ESTABLES** para servir de base a la vida. Las plantas realizan igualmente la **FOTOSÍNTESIS** descomponiendo el **GAS CARBÓNICO CO_2** . Pero serían incapaces de actuar sobre el compuesto de silicio equivalente: la **SÍLICE SiO_2** , también muy estable

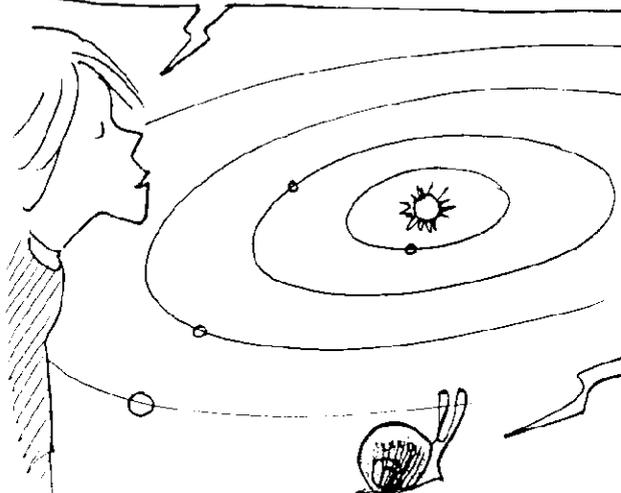


La naturaleza no posee una imaginación infinita. Así como cien átomos son suficientes para formar los **LADRILLOS** de la materia, así también se encuentran, de un extremo a otro de nuestra galaxia y sin duda en todas las galaxias del Universo, los **MISMOS COMPUESTOS ORGÁNICOS**

Como por ejemplo esta molécula de alcohol etílico

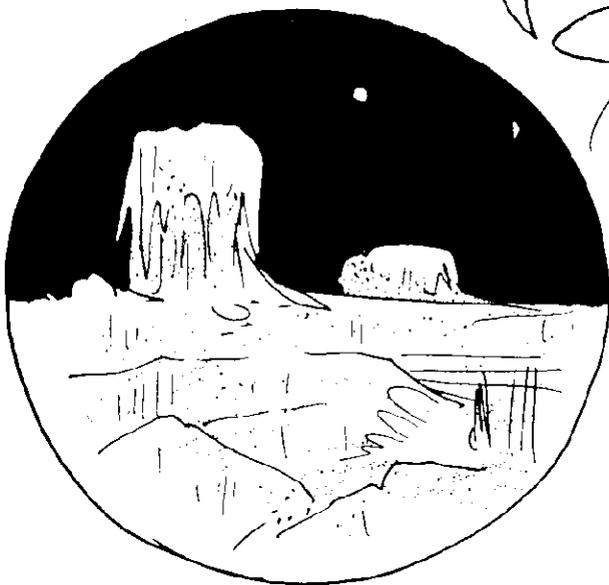


El Sol es una estrella bastante insignificante en nuestra galaxia, en donde hay cerca de cien mil millones y sin duda miles de millones de sistemas planetarios como el nuestro



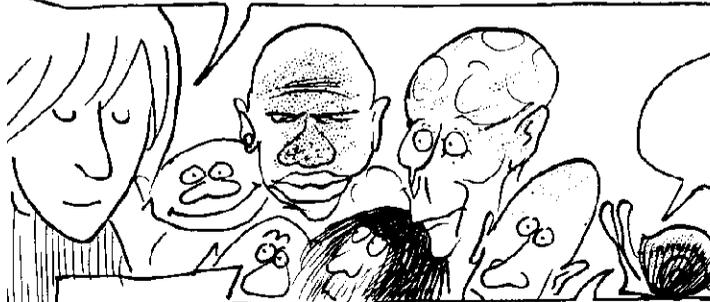
Simulaciones por computador han mostrado que a partir de gas y de nubes de polvo orbitando alrededor de una estrella tienden a formarse sistemas planetarios, con grandes planetas en estado semilíquido en la periferia, como Saturno y Júpiter, y pequeños planetas sólidos cerca de la estrella

De vez en cuando se encuentra un planeta con una masa suficientemente importante para poder retener una atmósfera. Por otra parte, es necesario que ésta se sitúe en la estrecha **BANDA DEL AGUA LÍQUIDA**. Más acá de ella, el agua está en estado de **VAPOR**, demasiado caliente para que la vida nazca sin "cocinarse". Más allá, el agua se convierte en **HIELO** y las sustancias pierden su movilidad



Pero inclusive con estas restricciones, la **VIDA** tiene que ser un fenómeno terriblemente **COMÚN** en el Universo

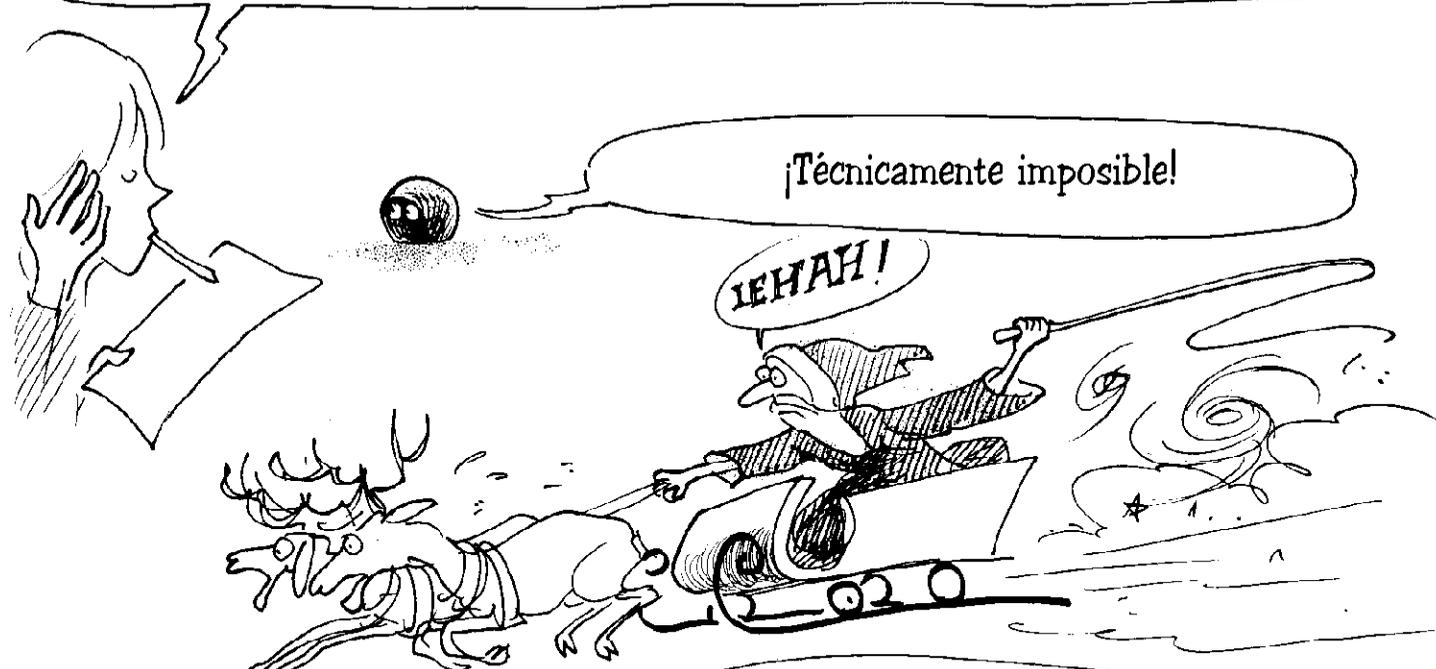
Podría haber en nuestra galaxia, de acuerdo con mis cálculos, una estrella por cada cien mil en la que al menos un planeta tenga una **VIDA DESARROLLADA** y **SERES INTELIGENTES**



¡Eso dá **UN MILLÓN DE SISTEMAS HABITADOS EN LA GALAXIA!**

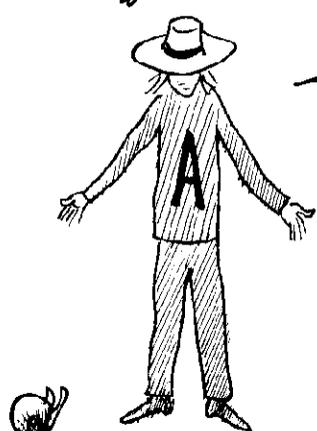
Y podría haber un billón de seres evolucionados por galaxia

Pueden existir miles de millones de galaxias en el Universo conocido, lo que nos daría miles de millones de billones de seres que **PAPÁ NOEL** tendría que visitar en una sola noche...



¡Técnicamente imposible!

¡EHAH!



Es por eso que ya no creo en Papá Noel

¿CONTACTOS?

La sonda **VOYAGER** pasó hace unos años la órbita de Urano.
Después de diez años de viaje, salió del sistema solar



¡La estrella más próxima está **DIEZ MIL VECES MÁS LEJOS!** Al paso que va, llegará allí en unos cien mil años...

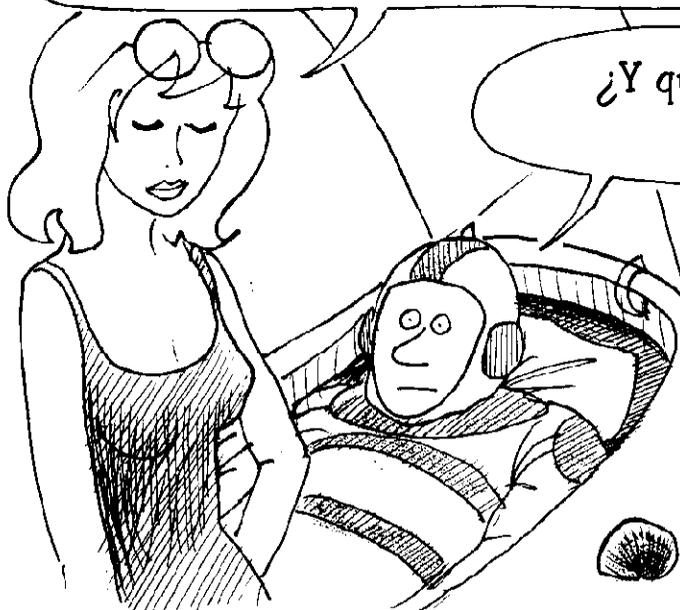
Imposible, después de **ALBERT EINSTEIN**, sobrepasar esa bendita velocidad de la luz de 300.000 km/s (*)



¡A ese ritmo, literalmente uno se mueve!

Teniendo en cuenta la aceleración y la desaceleración, con un cohete impulsado por bombas de hidrógeno harían falta **40 AÑOS DE VIAJE** para alcanzar la estrella más próxima

¿Y quién dice que allí vamos a encontrar algo interesante?



¡¿Qué tal semejante viaje para nada?!

(*) Ver "TODO ES RELATIVO", en esta misma serie.

UNA TARDE DE AGOSTO DE 1967, Anthony Hewish y Jocelyn Bell, en el radiotelescopio de Cambridge.

SPRIOUITCH
SPRIOUITCH
SPRIOUITCH

Jocelyn, ¿escuchas esta emisión de radio modulada?

Sí, Anthony, la escucho

¡"Ellos" nos han hablado, Jocelyn!

¡Sí, Anthony, es maravilloso!

Falsa alarma. Se trataba de la emisión de radio de un **PÚLSAR** (estrella de neutrones en rápida rotación), el cual se comporta como una especie de faro de ondas de radio

Se continúa escuchando el cielo, al acecho de un eventual mensaje...

Y desde la Tierra se han lanzado numerosos mensajes hacia la noche cósmica...

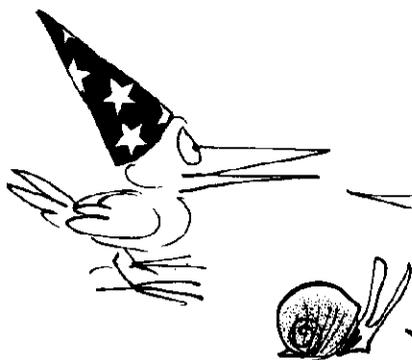


Hay varios factores que pueden justificar la ausencia de mensajes. En primer lugar, en la escala de miles de millones de años necesarios para que se desarrolle la vida, la **FASE INTELIGENTE** no representa más que **UN LAPSO DE TIEMPO ÍNFIMO**. ¡Y ni hablar del tiempo transcurrido después de la primera emisión de radio que atravesó la atmósfera terrestre en 1934!

Nuestra civilización tiene una alta probabilidad de autodestruirse en unas cuantas decenas de años a lo sumo



Si así llegara a ser, esta **VENTANA DE COMUNICABILIDAD** de menos de un siglo sería particularmente pequeña...



Y las posibilidades de que dos civilizaciones planetarias estén "**EN FASE**" también serían pequeñas...

Otra idea es que el recurso a las ondas de radio, limitado por la velocidad de la luz, sería de breve duración. ¿Un medio más rápido ha tomado la delantera? Eso explicaría el silencio de las ondas de radio



Varias generaciones han pasado y nadie ha visto señales de humo. ¡No hay nadie tras esas colinas!

EPÍLOGO



Esta historia ha sido rica en sorpresas. ¿Qué nos deparará el porvenir?

A Lo que nos queda de él...

Basados en lo que hemos visto y medido, podemos decir que el hombre, lentamente, ha intuido algunos aspectos esenciales de la Cosmología



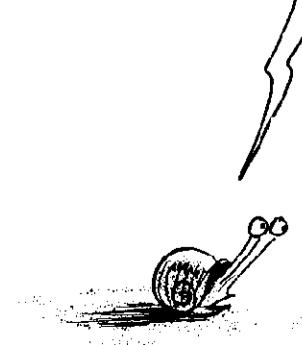
La distancia de las estrellas, el tamaño de los astros, el movimiento de la Tierra, cierta respiración de todo el Universo...

Con seguridad hay cosas que ni siquiera imaginamos, aspectos del Universo y de la ciencia que se nos escapan totalmente



¡O peor aún, tenemos los ojos bendados!

¡Vaya chicos... no se cansan!



¿¡Ey, hay un disco rojizo en el cielo!?

¡Vaya espectáculo!
¡Es más grande que la Luna!



¡Pufff...!
¡Qué partida hacia lo alto y sin ruido!



Admito que la astrofísica moderna aporta más problemas de los que resuelve

¿Qué ocurre, Tiresias, qué es lo que pasa?

Pareces trastornado

Pues aquí me he anotado algunos:

- ¿A dónde se ha ido la antimateria que nació con el **BIG BANG**?
- ¿De dónde extraen los cuásars su energía?
- ¿A dónde conducen los agujeros negros?

Acabo de ver una extraña máquina que, luego de estar estacionada encima del Sol, partió a miles de kilómetros por hora **SIN HACER RUIDO**

¿Sin ruido?
¡Eso es absurdo!

Es un contrasentido físico

¿Por qué?

Los progresos de la Cosmología también están estrechamente ligados a los de nuestra comprensión **GEOMÉTRICA** del Universo. Nos hicieron falta miles de años para abandonar la idea de un **TIEMPO ABSOLUTO**, idéntico para todos los seres

Reflexiona: necesariamente los vehículos supersónicos crean una **ONDA DE CHOQUE**. Si tu máquina tenía una velocidad tan alta, tenías que haber escuchado un **BANG** (*)

O me vas a decir que no has entendido nada...

Eee... pues sí

Por ahora hemos decidido, de una vez por todas, que el Universo no tiene más que **CUATRO DIMENSIONES** (tres de espacio y una de tiempo) y que es un **CONTINUO**. Estas cosas no las cuestionaremos nunca jamás...



¿No habrás estado comiendo todo este tiempo... qué sé yo... una ensalada de alucinógenos?



Ya sabes, todo el mundo puede tener visiones de ese tipo...



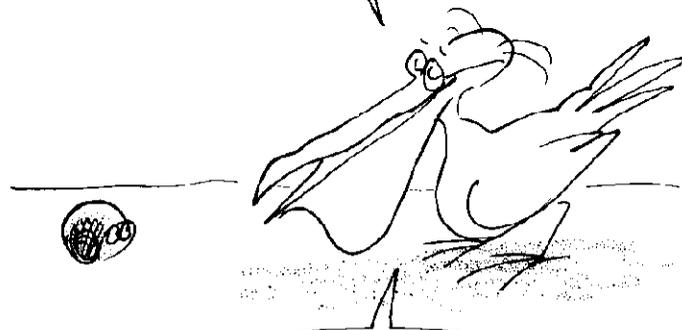
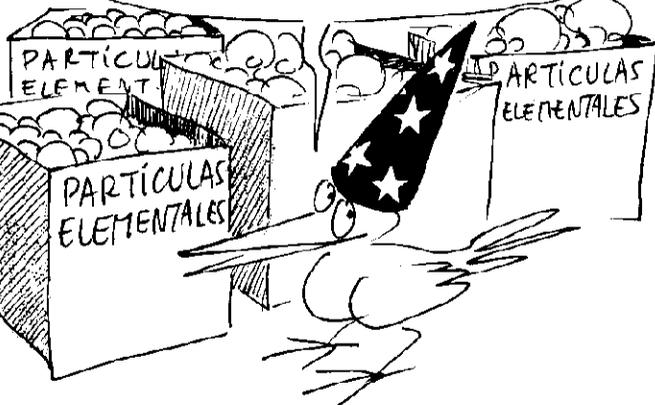
Hasta yo mismo, a veces...

Nos apegamos a nuestros modelos como a juguetes con el pretexto de que nos "brindan buenos servicios"

¡Pero si yo lo VÍ bien!

Cierto es que en ocasiones uno se pregunta si la descripción de lo real de la mecánica cuántica no se parece un poco a los círculos de Tolomeo...

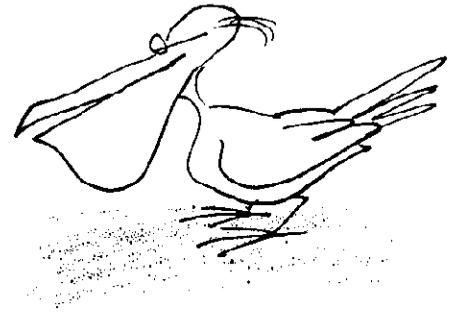
Un sueño, Tiresias... has tenido un **SUEÑO DESPIERTO**



¡Has **CREÍDO** ver!

Toma los diez experimentos o los diez fenómenos más importantes de la física de nuestros días. ¡Los físicos de hace un siglo habrían demostrado rigurosamente que todo eso era imposible de realizar!

Si quieres, tengo un amigo psiquiatra muy bueno...



MANIPULACIÓN
FISIÓN FUSIÓN
VUELO
SUPERCONDUCCIÓN
ÓPTICAS

Si el Universo consta de varias "rebanadas" cuatridimensionales, en las que las leyes de la relatividad son válidas...
Dicho de otra forma: no podemos ir más rápido que la velocidad de la luz **EN EL UNIVERSO EN EL QUE ESTAMOS...**

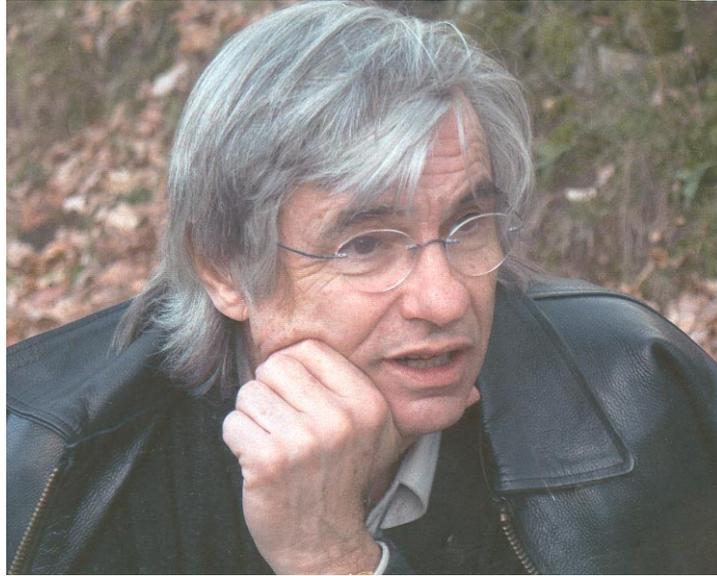
¿Cómo hacer para pasar a otra rodaja de Universo...?

¡Ay no, otra vez...!

Saber sin Fronteras

Association Loi de 1901

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>



Jean-Pierre Petit, presidente de la Asociación

Antiguo director de investigaciones del CNRS, astrofísico y creador de un nuevo género : la Historieta Científica. Creada en el año 2005 junto con su amigo Gilles d'Agostini, la asociación Saber sin Fronteras tiene como finalidad distribuir gratuitamente el saber científico y técnico por todo el mundo. La asociación funciona gracias a donaciones y retribuye a sus traductores con 150 euros por cada historieta traducida (en el 2007), asumiendo además los cargos bancarios de las transferencias. Numerosos traductores en todo el mundo contribuyen a aumentar diariamente el número de álbumes traducidos, los cuales ascienden en el 2007 a 200 y son telecargables de manera gratuita en 28 idiomas, incluyendo el Laostaní y el Ruandés.

El presente archivo pdf puede ser duplicado y reproducido sin restricciones, parcial o totalmente, y utilizado por los profesores en sus cursos a condición de que lo hagan sin ánimo de lucro. Puede ser depositado en bibliotecas municipales, escolares y universitarias, tanto en forma impresa como en redes de tipo Intranet.

El autor tiene previsto completar la presente colección de historietas con álbumes más elementales, para chicos de 12 años. Igualmente están en proceso de elaboración álbumes « hablantes » para analfabetas, así como álbumes bilingües para el aprendizaje de idiomas a partir de las lenguas de origen.

La asociación está buscando continuamente nuevos traductores que puedan traducir las obras a su propia lengua materna y que posean las competencias técnicas que los habiliten para realizar buenas traducciones de los álbumes que emprenden.

Para contactar la asociación basta con ir a su página web

Para realizar una donación:

Para otros países → **Número de Cuenta Bancaria Internacional (IBAN) :**

IBAN
FR 16 20041 01008 1822226V029 88

y → **Código Identificador del Banco (BIC):**

BIC
PSSTFRPPMAR

Los estatutos de la asociación (en francés) están disponibles en su sitio web. Así mismo, la contabilidad puede ser accesada en línea, en tiempo real. La asociación no retiene dinero alguno de las donaciones, ni siquiera los costos de las transferencias bancarias, de modo que las sumas entregadas a los traductores son netas.

La asociación no paga a ninguno de sus miembros, que operan benévolamente y asumen ellos mismos los costos de funcionamiento y de administración del sitio web, costos que no son por lo tanto sufragados por la asociación.

Pueden estar seguros de que en esta especie de « obra humanitaria cultural », cualquiera sea la suma que ustedes donen, ésta será consagrada íntegramente a retribuir a los traductores.

En promedio, estamos poniendo en línea una decena de nuevas traducciones cada mes.