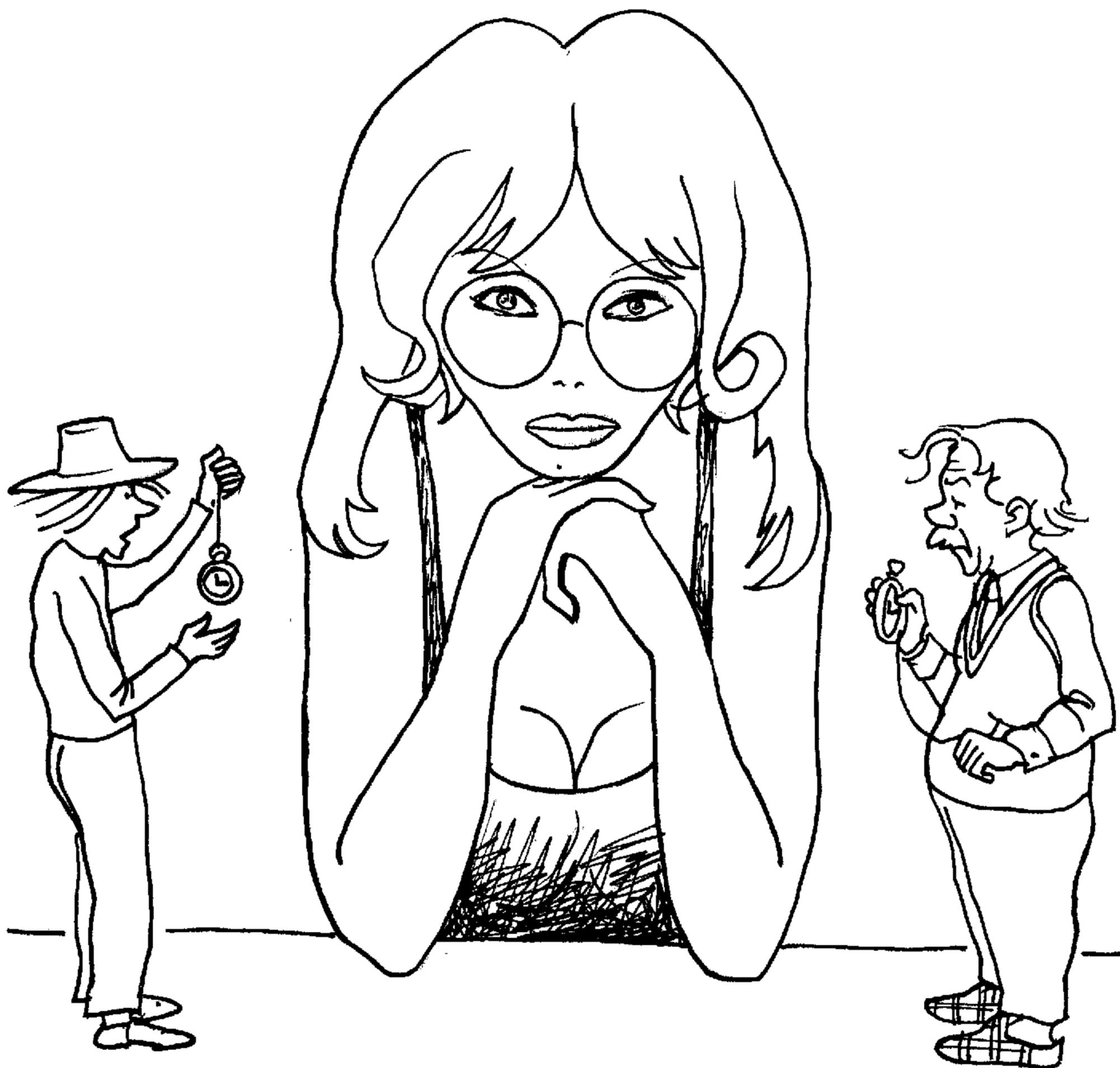


Las aventuras de Anselmo Chirigota

TODO ES RELATIVO

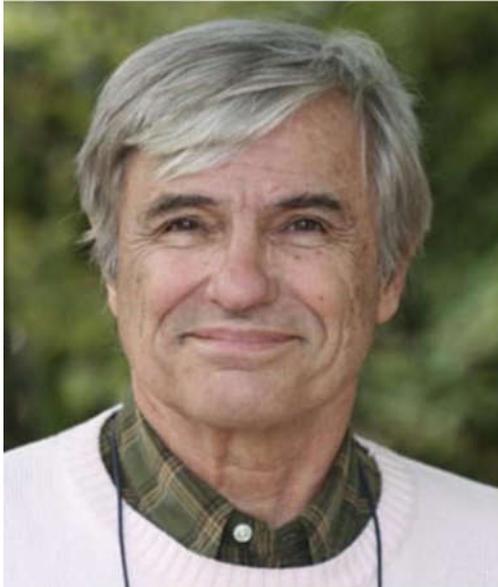
de **Jean-Pierre Petit**



Traducción castellana de F. Xavier Safont J.

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>



Y además
jes verdad!

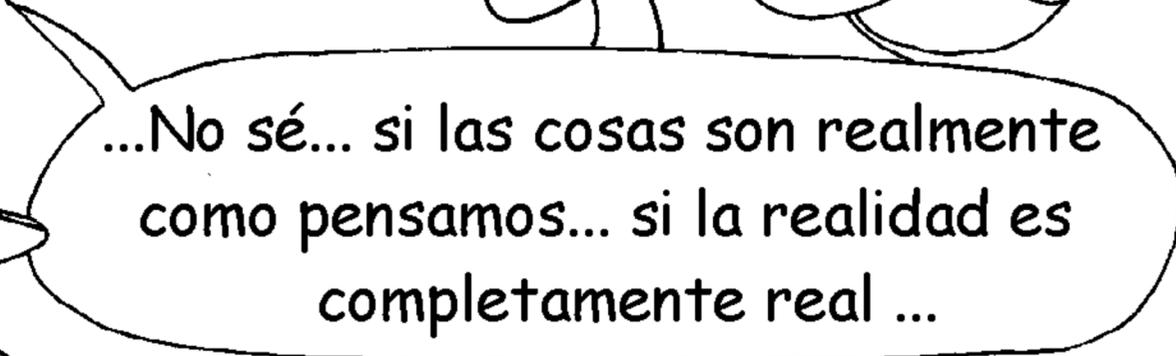




Sofía, a veces me pregunto ...



¿Qué? Querido mío



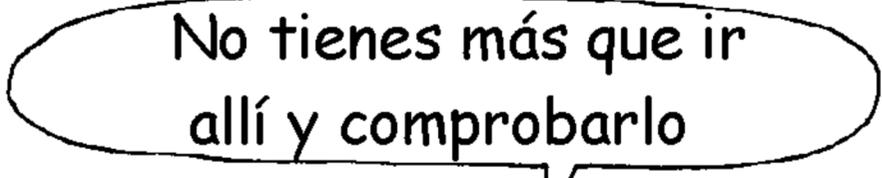
...No sé... si las cosas son realmente como pensamos... si la realidad es completamente real ...



Si no habrá otras cosas detrás de las cosas



¡Cuidado! Un universo puede esconder otro



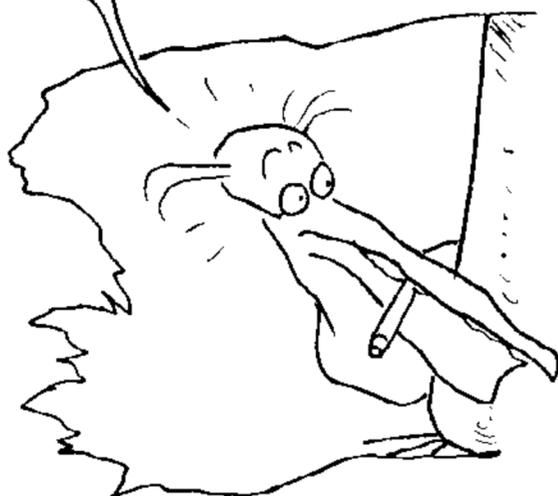
No tienes más que ir allí y comprobarlo



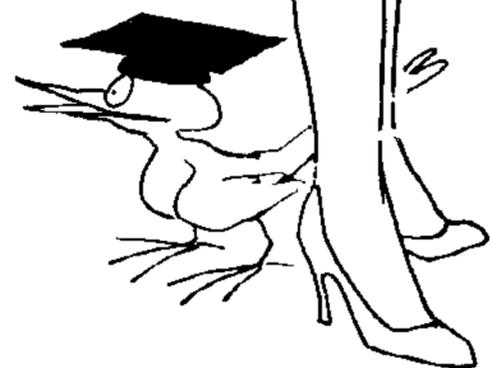
Alguien está
tocando el violín



Allá vamos, a las
catacumbas de la física



¡Venga vámonos!
aprenderemos trucos



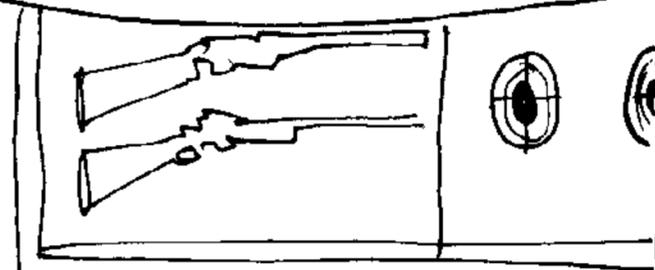
PARQUE CÓSMICO

SEÑOR ALBERT

propietario -- fundador



el sonido
viene de allá





¡Alto!

su reloj cuenta un minuto cada cincuenta y nueve segundos

¡En absoluto!
¡Es un minuto exacto!

Y es un **CRONOPERFECTO**,
que mide el tiempo
con absoluta
precisión

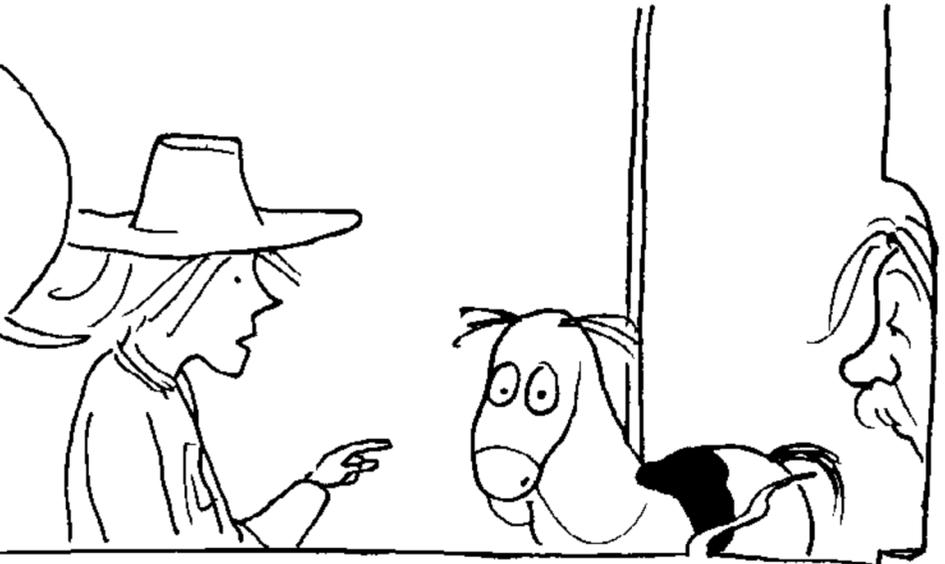
Yo también, tengo
un **CRONOPERFECTO**.
Extraordinario... ¡Un reloj
nuevo! Como no sea de una
serie defectuosa...

En fin ...
todavía está
en garantía...

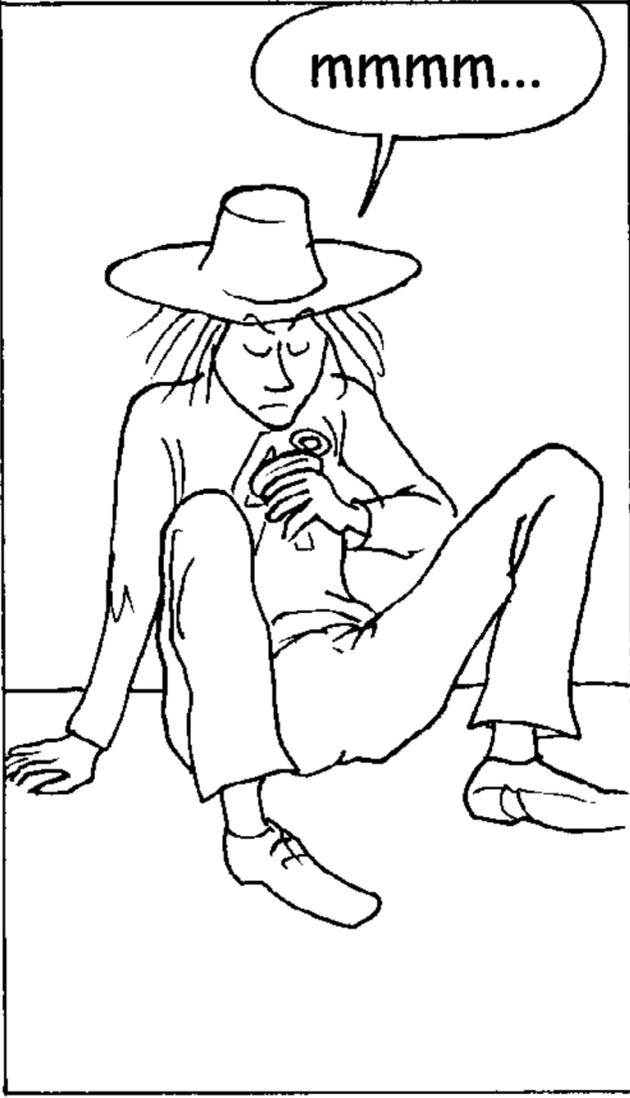
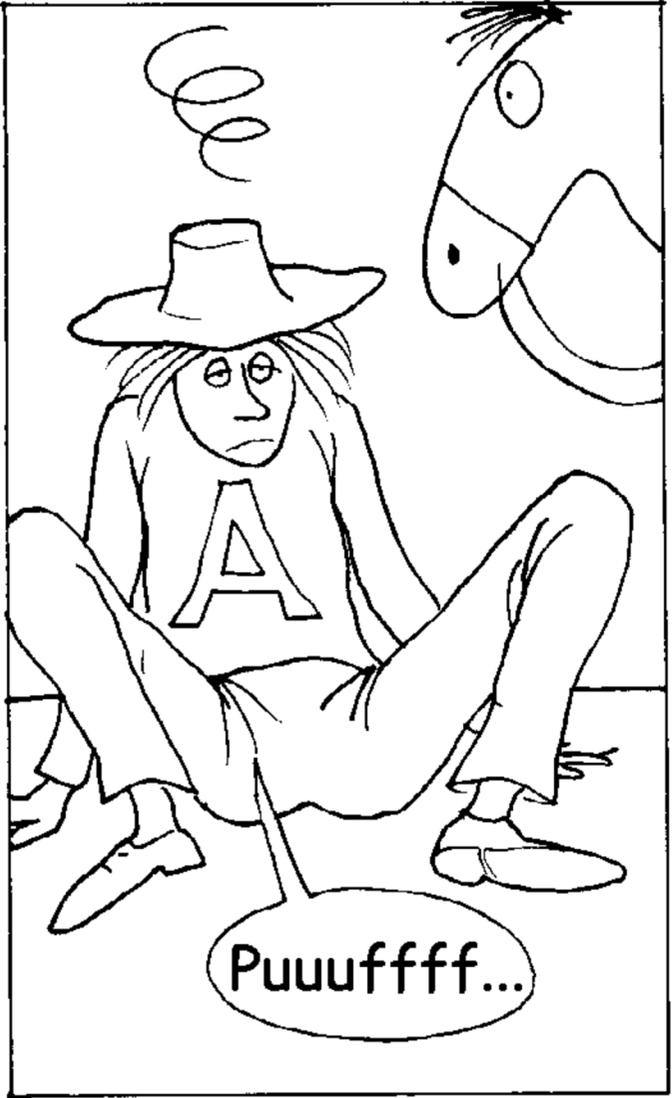
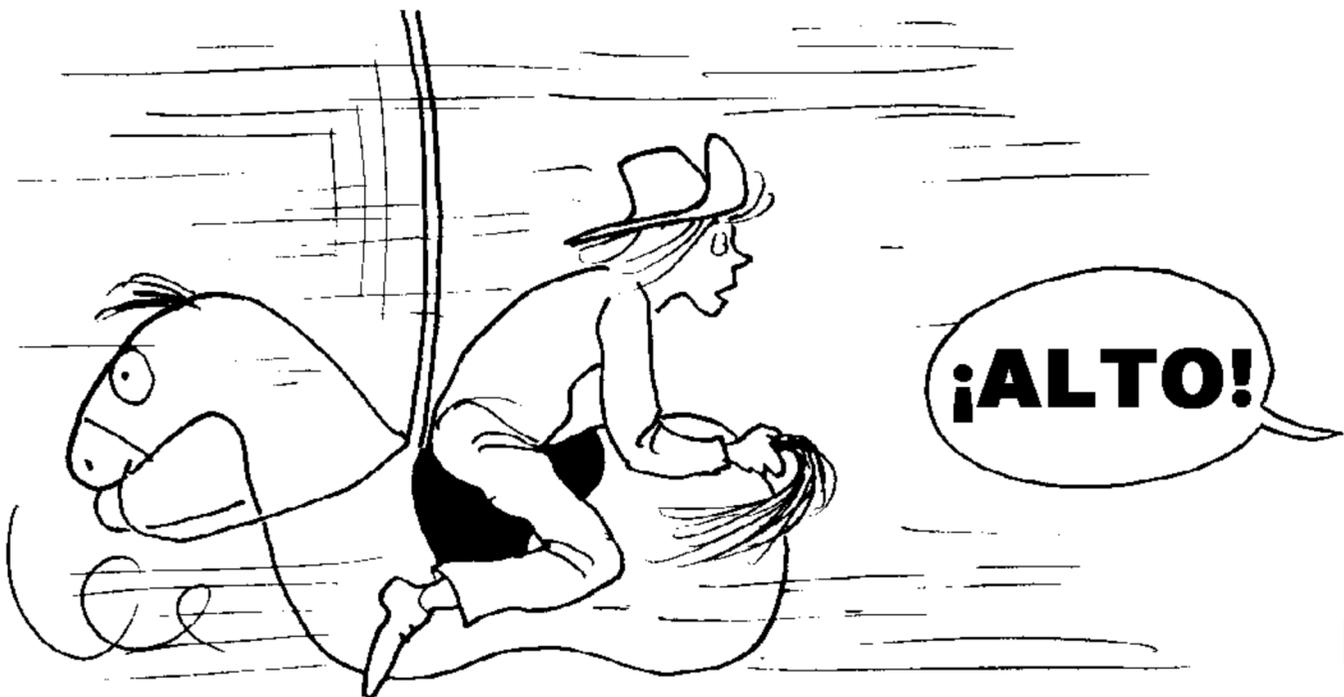
tu reloj funciona
perfectamente, Anselmo.
Los **CRONOPERFECTO**
son indegradables.

Luego, ¡lo
provoca el tiovivo!...

Oiga, señor Albert,
¿es posible hacer girar
el tiovivo al revés?



Ningún problema. Cuesta también un euro el minuto.

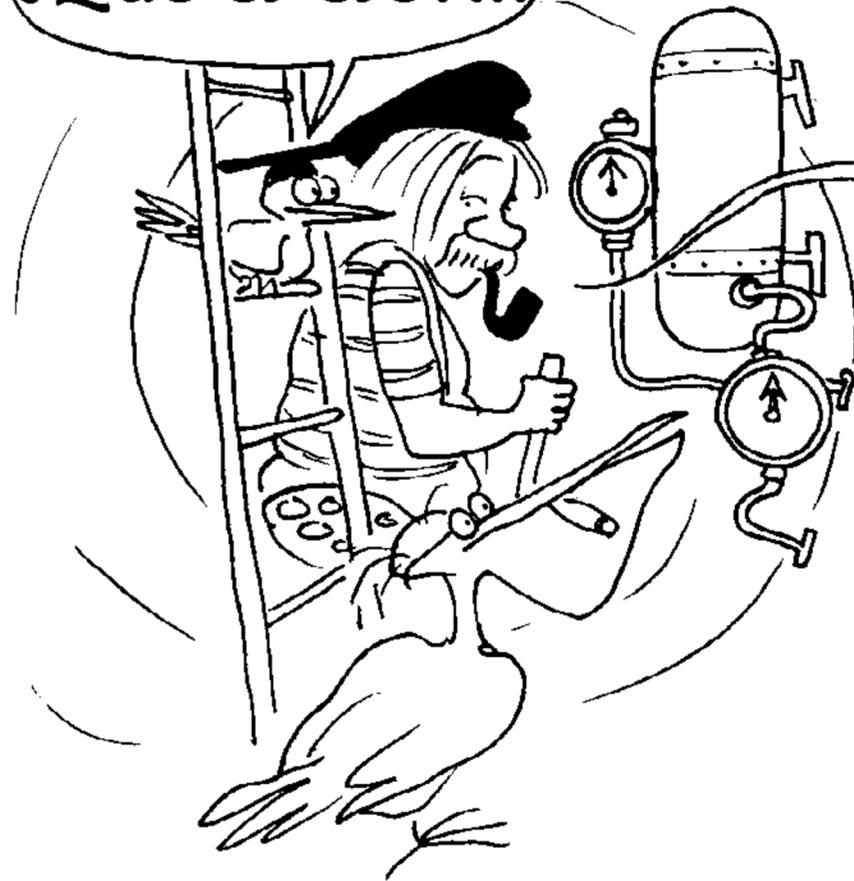




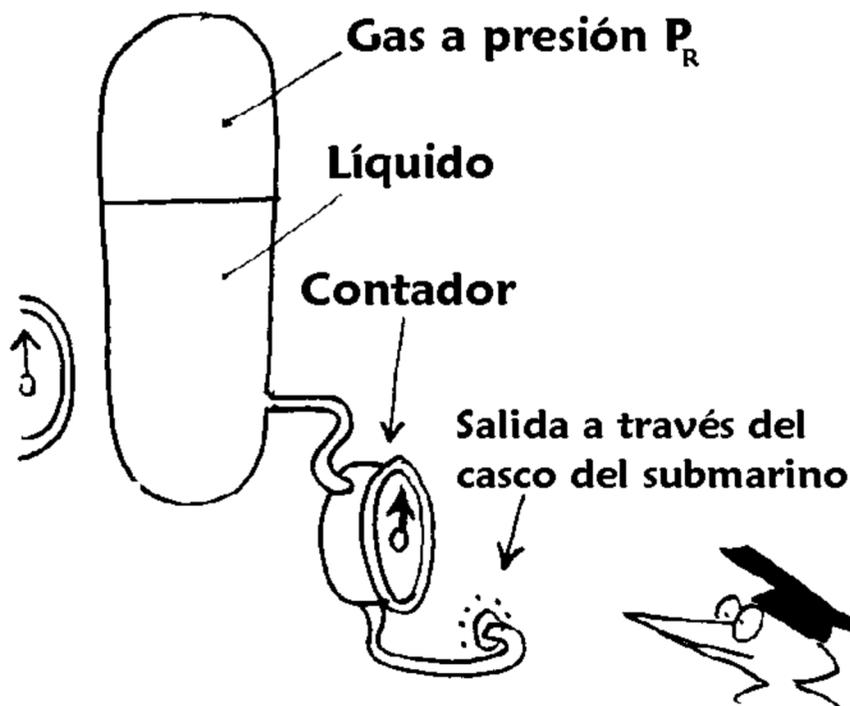
MIENTRAS TANTO...



¿Qué es eso?...



Es un reloj hidráulico. Un líquido, contenido en el depósito, tiene por encima un gas a presión P_R . El gas empuja al líquido hacia el exterior del submarino a través del contador.



El tiempo es el que fluye,
¿no es así? El viejo principio
de la clepsidra

¡Ah sí! Y el flujo es proporcional
a la diferencia entre la presión del
depósito y la presión exterior.

Mi submarino está equipado con
barras de lastre para posibilitar que
cuanto más deprisa vaya más
se sumerja.

Por ese motivo, para
medir la velocidad, nos basta
con un manómetro para medir
la presión exterior

¡Ya está,
lo comprendo!

Claro, ¡por eso
esta máquina va
muy rápido!

Bueno, subamos,
el minuto casi
ha pasado

¡Oh, mirad, es increíble!
Estamos en la página 25

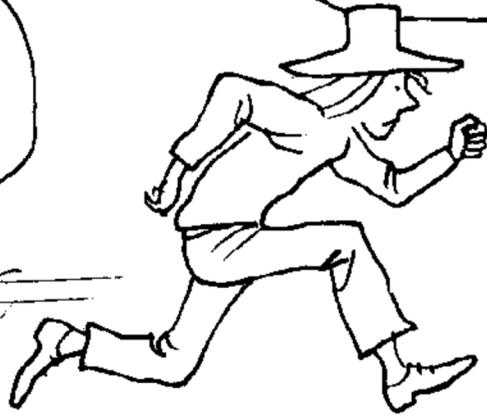
DEJEMOS A MAX Y LEÓN SUPERAR LAS CONSECUENCIAS DE SU AVENTURA SUBACUÁTICA Y VOLVAMOS CON ANSELMO:



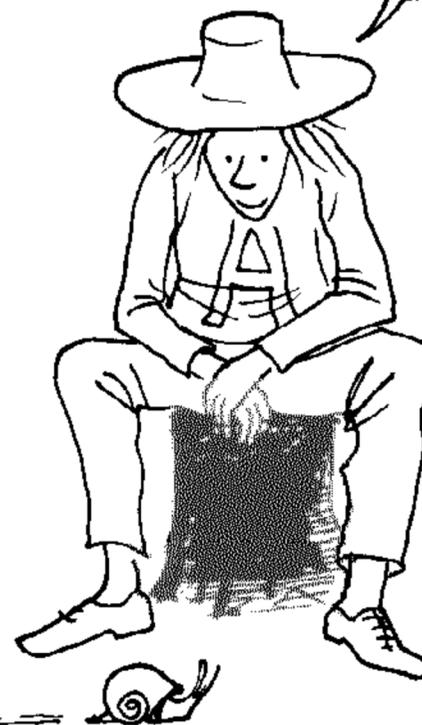
Es divertido cuando lo pienso. En el espacio, parece que siempre se pueda volver, sea cual sea la dirección elegida, parece que podremos ir en sentido opuesto

¡Vana
agitación!

Puedo ir mucho más
deprisa que Tiresio, el caracol,
y adelantarle



o pararme entonces y
dejar que me adelante



Pero cuando
se trata del tiempo
todo parece
distinto



Aparentemente
está prohibido
aparcar

bajo pena de ya
no poder volver a salir

¿Señor Tiresio?
Tengo un certificado
para usted

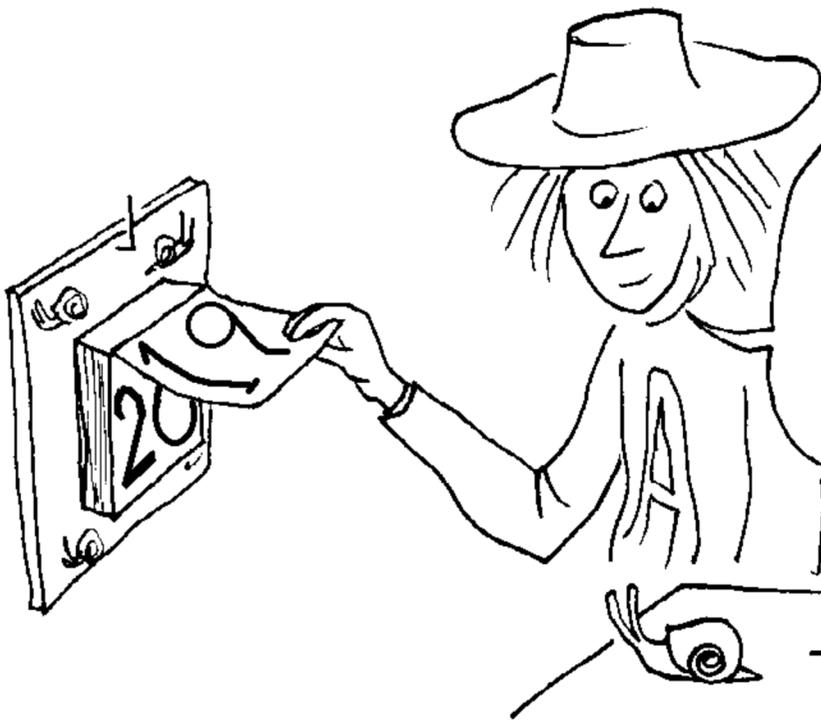
¿Señor o
señora?

¿Importa
mucho?*

Hum...es un
calendario

Ya ves, Anselmo,
cada vez que quitas una hoja,
pasa un día

(*) Como es bien sabido los caracoles son HERMAFRODITAS, es decir, cada individuo posee los dos sexos a la vez.



Pues no ,Tiresio, no podemos actuar en el transcurso del tiempo. Para quitar esta hoja, tendrás que esperarte hasta mañana.

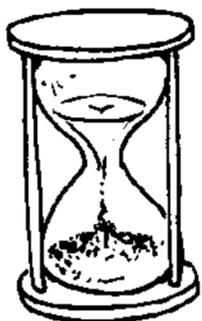
Ah...

EL ESPACIO-TIEMPO



Sofía, ¿Qué es el TIEMPO?

es una dimensión como las demás. Sube al columpio, te lo explicaré.



¡Ellos van a buscar trucos como siempre!





Dime, por ejemplo, por qué el tiempo discurre hacia el futuro y no hacia el pasado?

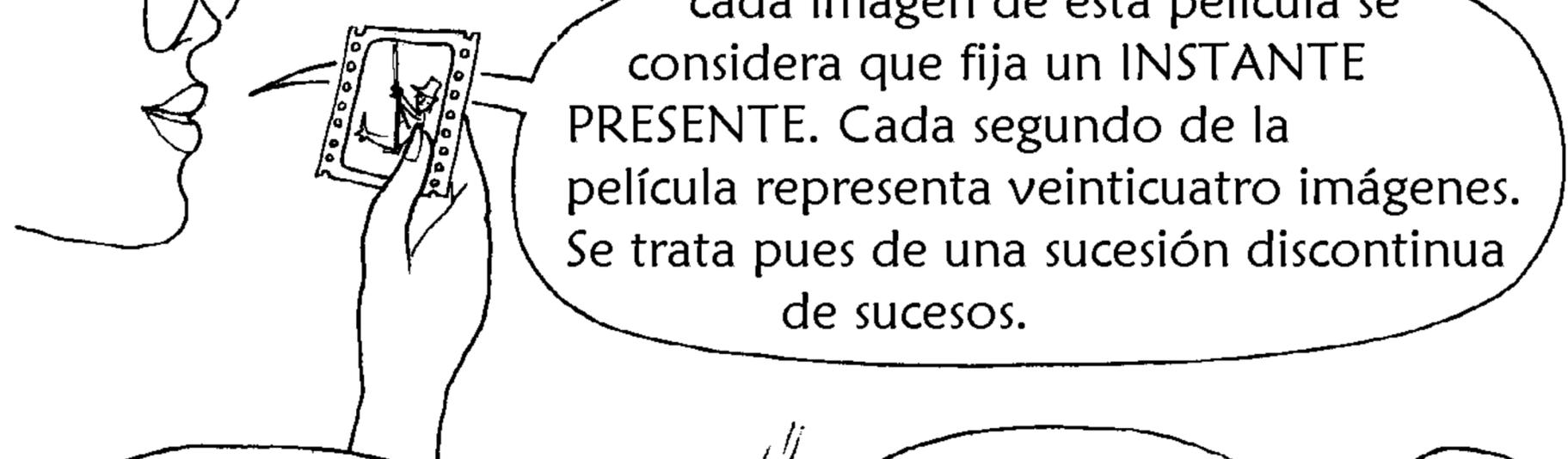
Espera que te filmo

¿Por qué entonces?

Pásame las tijeras

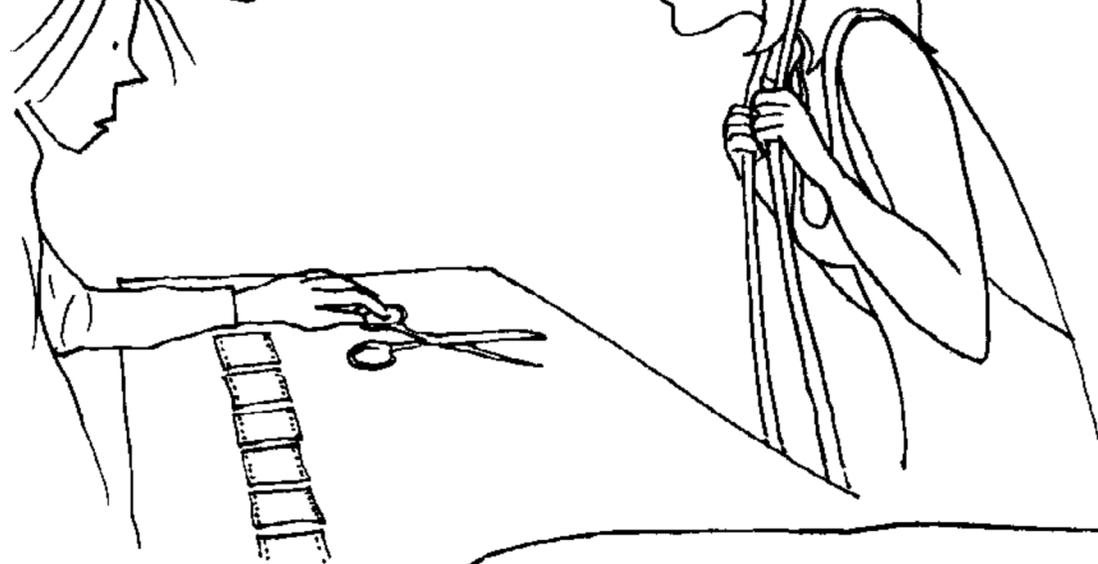


Verdaderamente tiene unos ojos arrebatadores

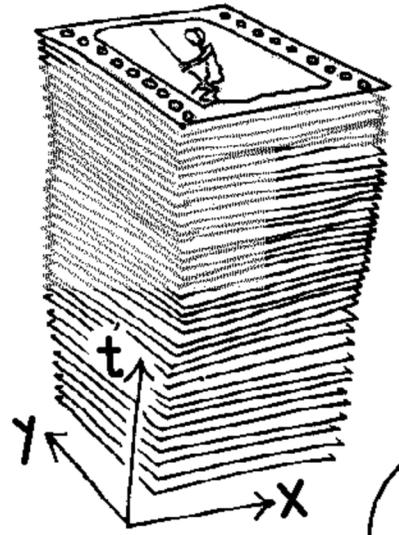


cada imagen de esta película se considera que fija un INSTANTE PRESENTE. Cada segundo de la película representa veinticuatro imágenes. Se trata pues de una sucesión discontinua de sucesos.

Ahora te voy a mostrar un truco: Apila esta sucesión de imágenes, de sucesos.



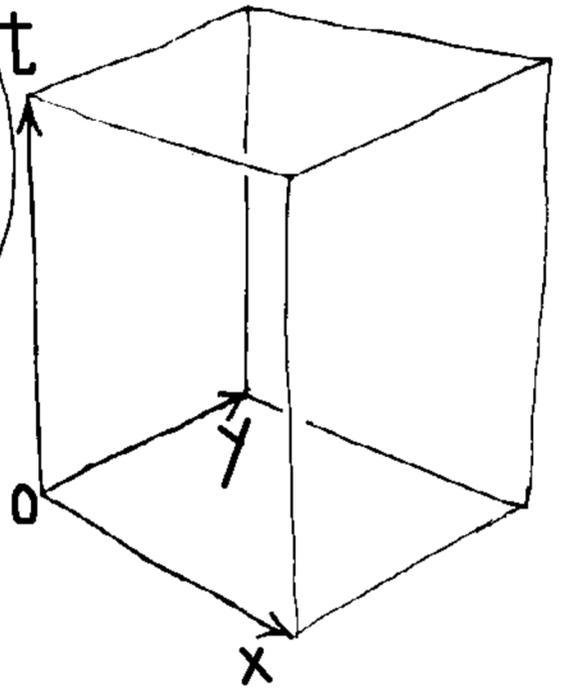
obtienes un espacio-tiempo



¿un espacio-tiempo?

Si aumentara el número de imágenes hasta el infinito, obtendría un espacio-tiempo CONTINUO tridimensional

Dos espaciales y una temporal





Recordemos que el número de DIMENSIONES de un ESPACIO es, simplemente, el número de valores que hay que especificar para determinar la posición de un PUNTO de este espacio.

Vivimos en un espacio-tiempo TETRADIMENSIONAL (de 4 dimensiones). En efecto, se necesitan cuatro cantidades, cuatro datos para tener una cita con alguien, para tener un encuentro en un mismo punto del espacio-tiempo.

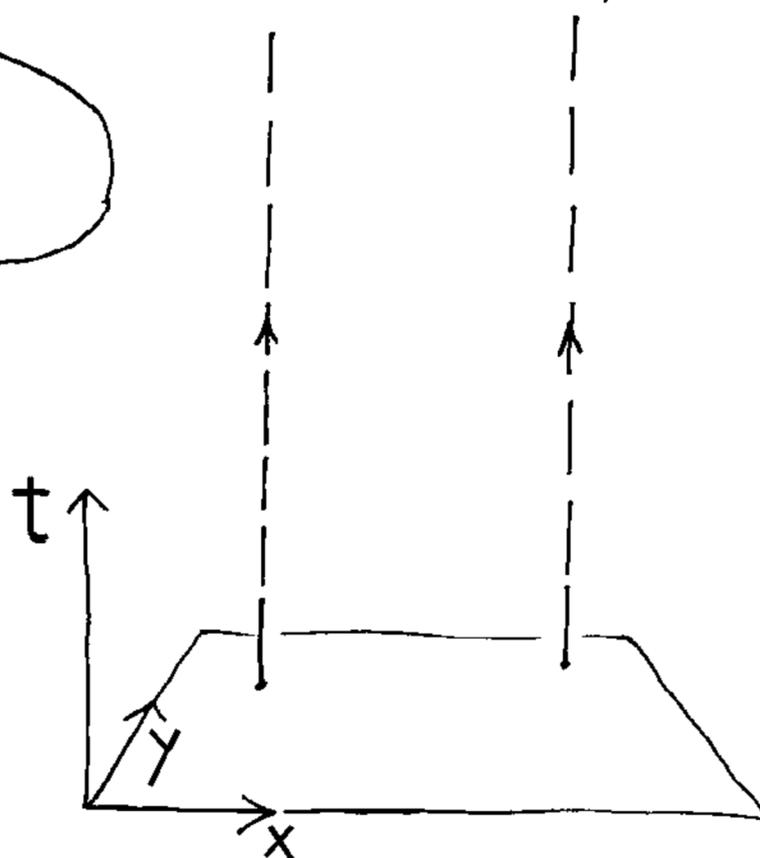
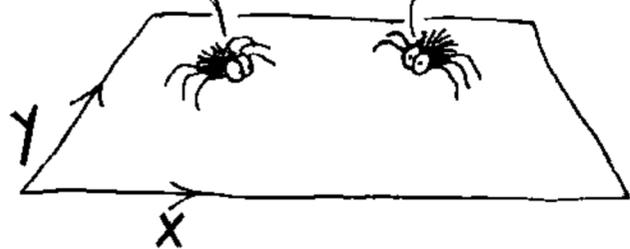
Tiresio me ha citado al número DOCE de la CUARTA calle, al TERCER piso. Pero este tonto ha olvidado precisarme la hora. ¡No tengo más que tres datos!



Volvemos, por comodidad de dibujo, al espacio-tiempo de tres dimensiones (dos espaciales y una temporal)

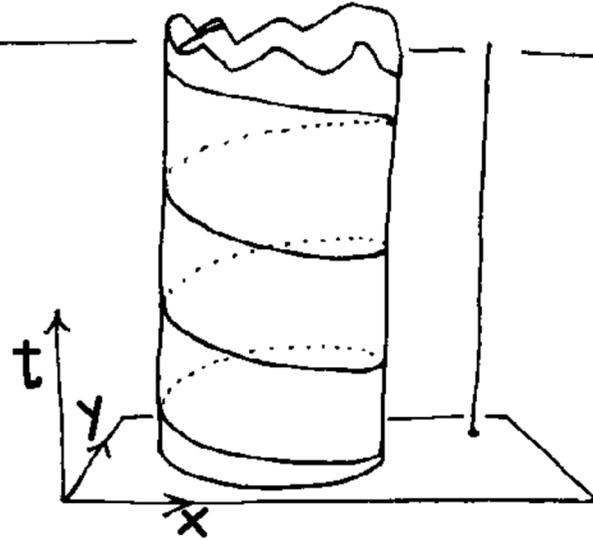
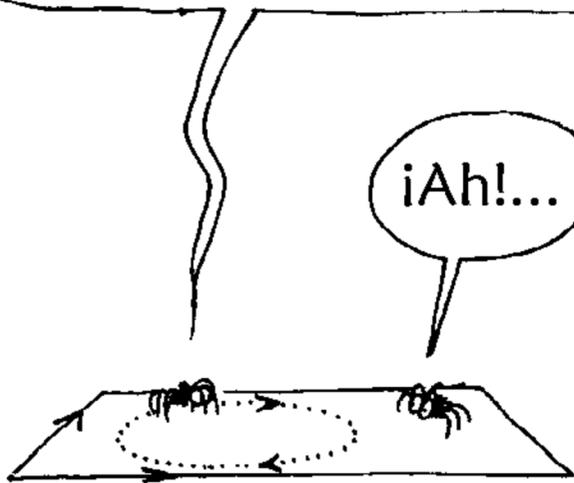
¿Sabes, querida amiga, que nos desplazamos por el tiempo?

Pero... ¡si estamos inmóviles!

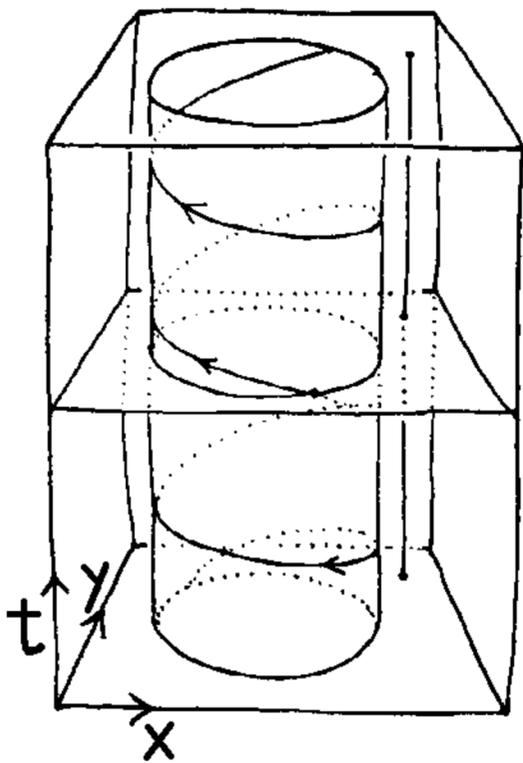


El desplazamiento de las dos arañas en este espacio-tiempo viene representado en la figura de la derecha.

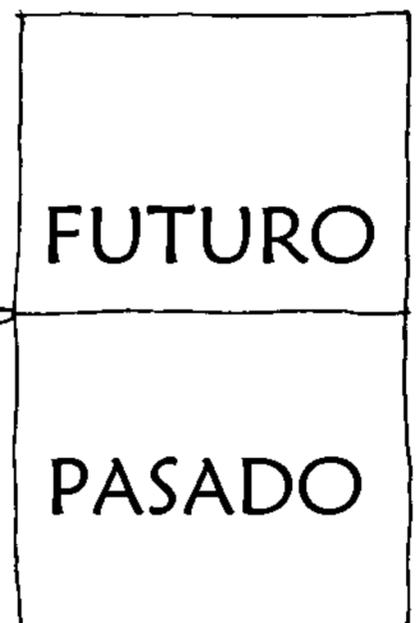
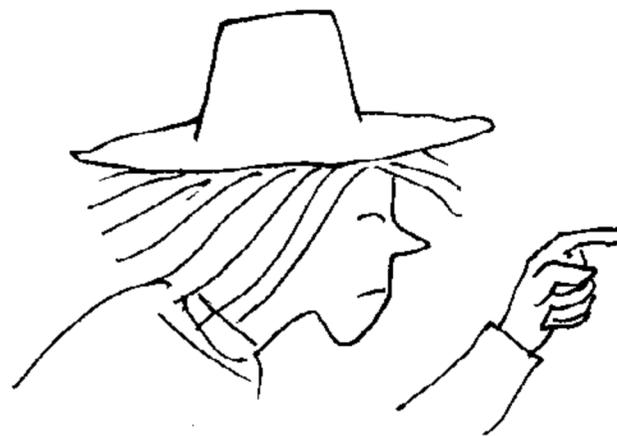
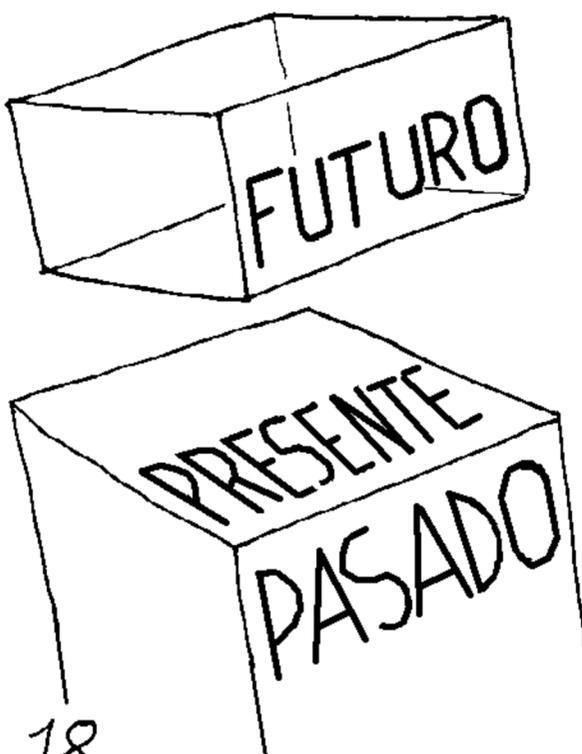
Si por ejemplo me desplazo siguiendo una circunferencia, mi trayectoria en este espacio tridimensional, tendrá forma de un muelle en espiral:



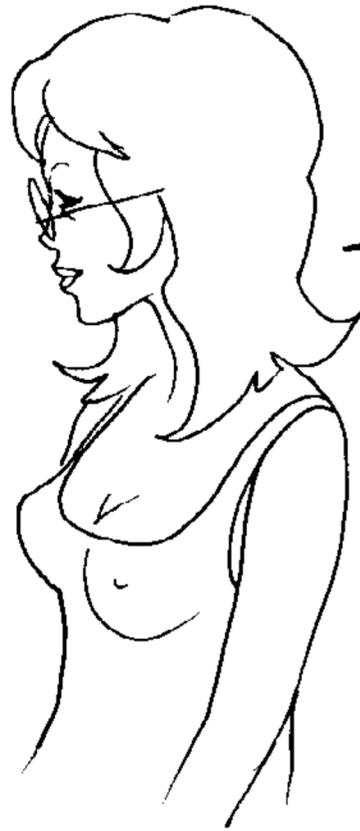
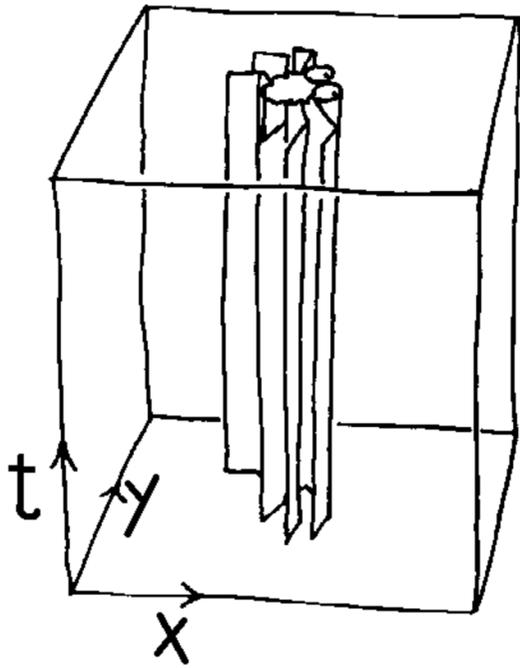
En suma, el PRESENTE ABSOLUTO es un corte plano efectuado en este espacio-tiempo.



Lo que hay por encima se llama el FUTURO.
Lo que está por debajo se llama el PASADO.

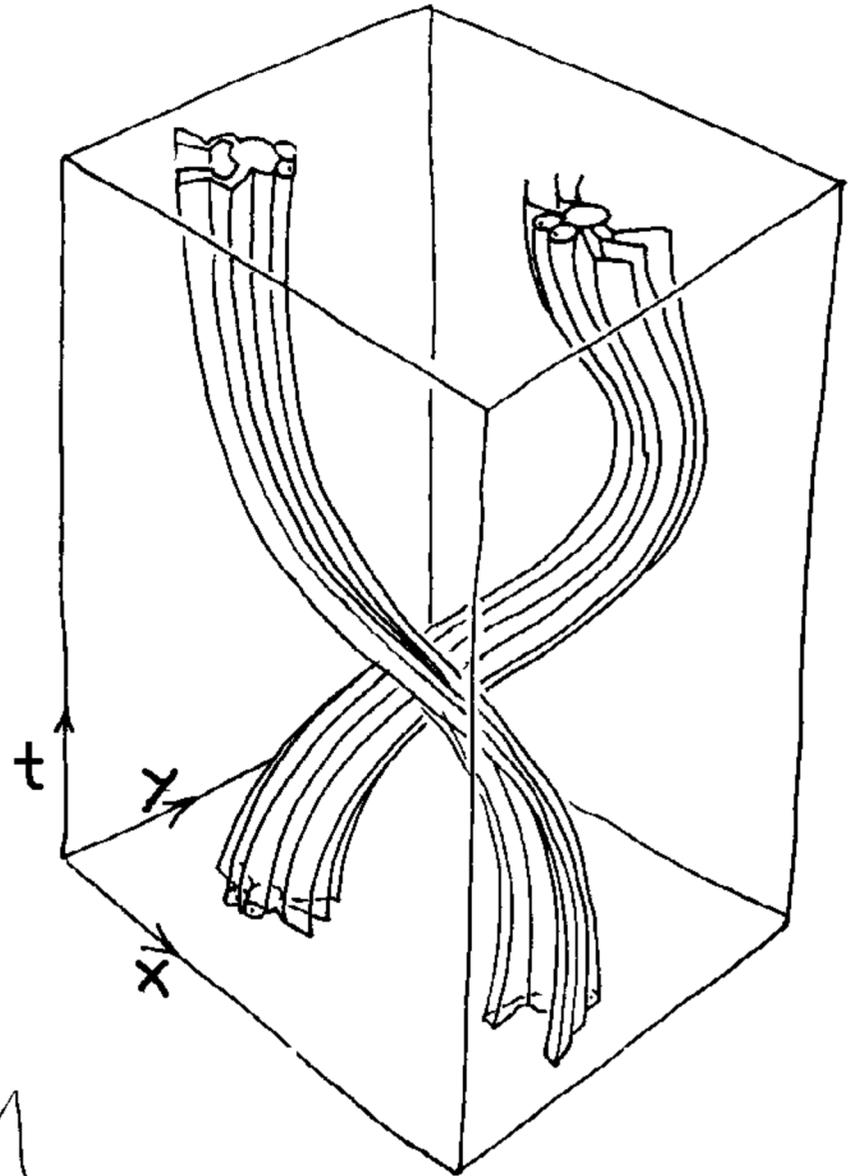


Aristóteles formuló por primera vez la idea que el PRESENTE pueda tener un espesor nulo.

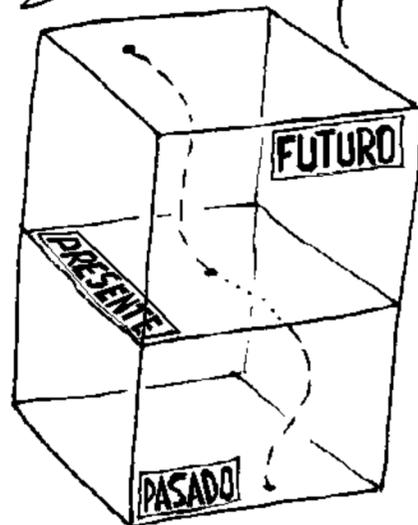


Con todo rigor, así deberíamos representar la araña en este espacio-tiempo tridimensional

La supervivencia de la araña está ligada a la no intersección, en el espacio-tiempo, de su trayectoria con la de la rana



Breve encuentro en el espacio-tiempo

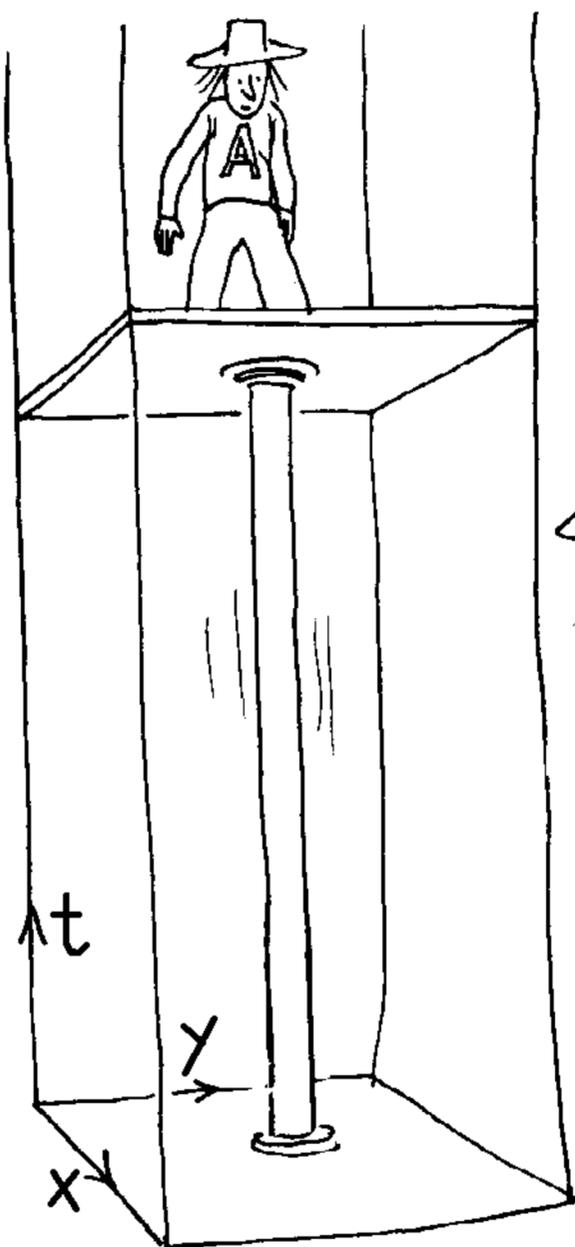


Pero, ¿por qué no percibimos las trayectorias del espacio-tiempo?



Sencillamente, iporque no percibimos más que el PRESENTE!

Somos inexorablemente arrastrados por el ascensor del tiempo. No se para nunca ni vuelve a descender.



Lu Ma Mi Ju Vi Sa Do

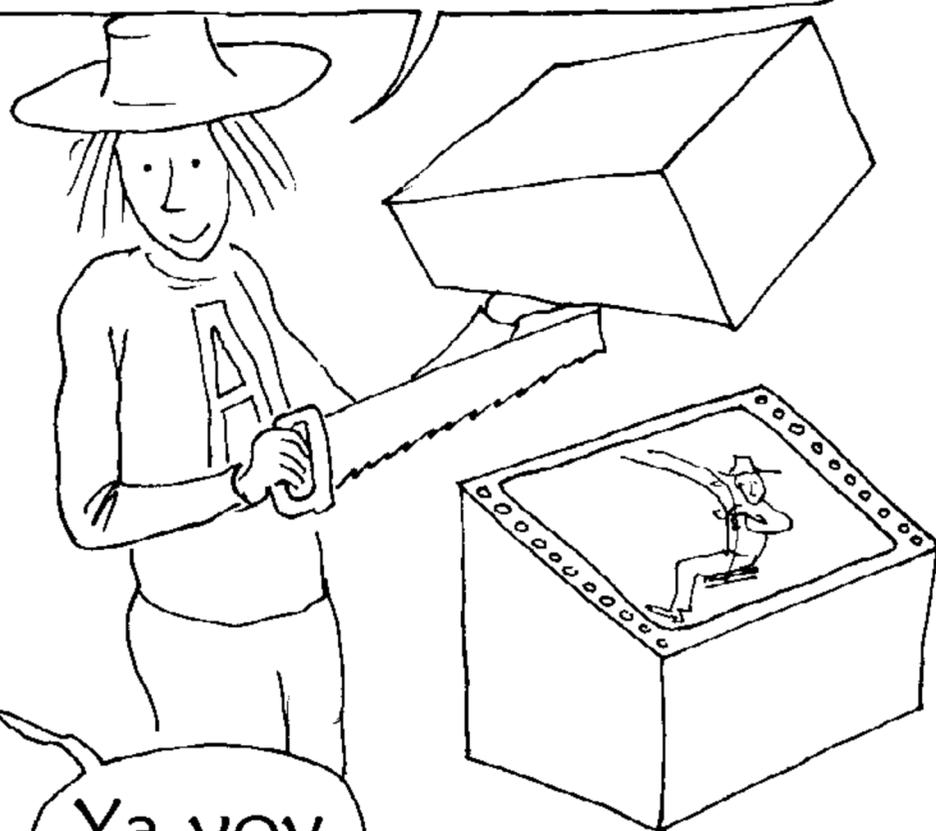
Un ascensor sin puerta...

...sin botones...
..¡qué angustia!..

Felizmente está Sofía



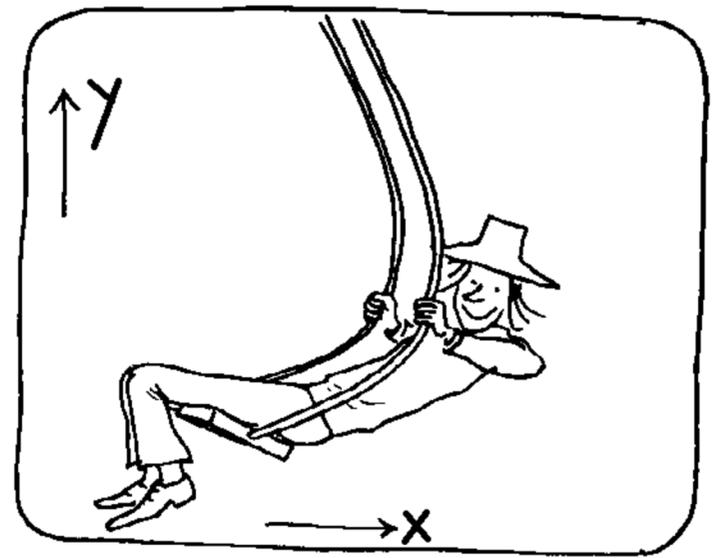
Sofía, mira, ¡he hecho un corte oblicuo en el espacio-tiempo!



Ya voy



es un truco habitualmente utilizado en los dibujos animados



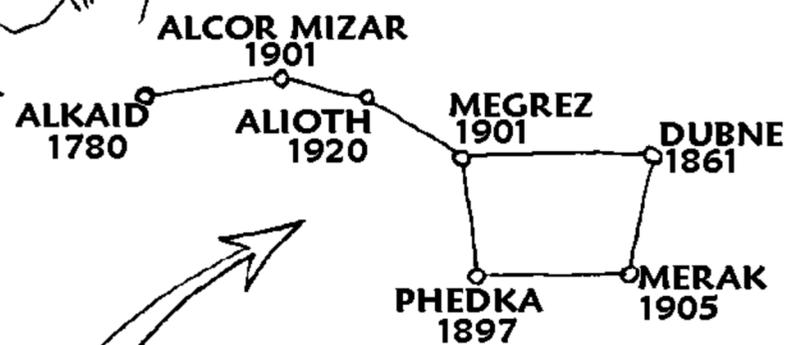
EL CONO DE LUZ



De hecho, todos nosotros lanzamos una mirada oblicua sobre la realidad.



¿qué quieres decir con eso?



La luz tarda cierto tiempo en llegar a nosotros proveniente de los objetos. Aquí hemos indicado el año en que fue emitida la luz proveniente de las estrellas de la Osa Mayor.



Resumiendo, las estrellas vecinas se podrían haber volatilizado y ino me enteraría hasta de aquí unos años!

no estamos informados

Captamos en las placas de los telescopios la imagen de Andrómeda tal y como era hace dos millones de años.

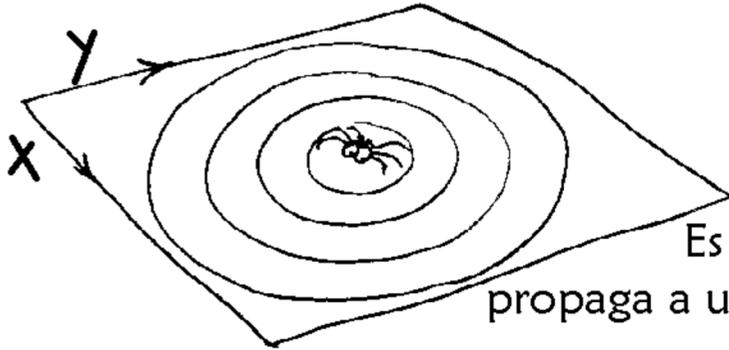
Vemos el Sol como era hace ocho minutos

iy mis pies son más viejos que mi nariz!

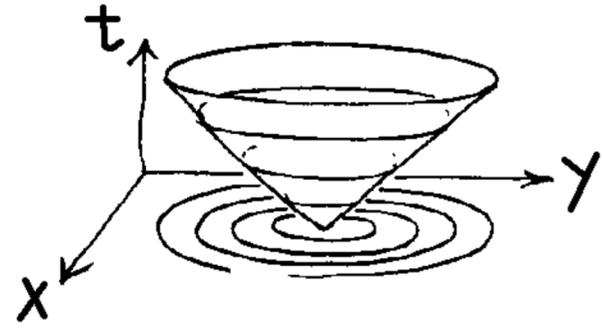
En suma, nada es más difícil de percibir que el PRESENTE. Puede que si un objeto estuviera contra mi retina ...

No, Anselmo, no se puede ver nada más que desde el pasado. Esta percepción se llama el PRESENTE RELATIVO; hasta hace poco hablábamos del PRESENTE ABSOLUTO. Ahora sabemos que el presente es algo estrictamente personal, que no se puede compartir con nadie.

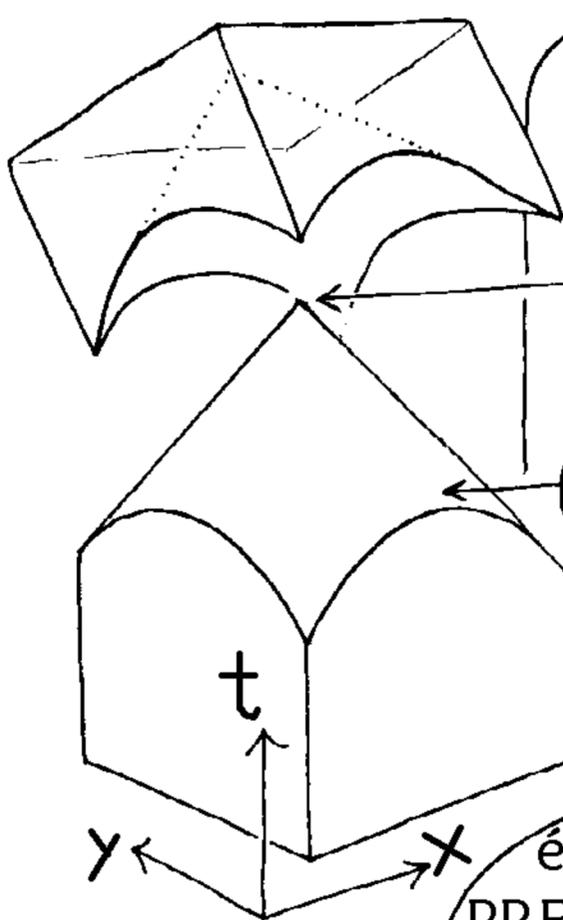
Las ondas se propagan por la superficie del agua con velocidad constante. Aquí hemos dibujado una araña sobre el agua, que emite ondas concéntricas.



En el espacio-tiempo, este mensaje se expande en forma de cono



Es exactamente igual para la luz, que se propaga a una velocidad constante de 300 000 km/s .



Y a la inversa: las señales luminosas recibidas por un **OBSERVADOR** provienen de puntos situados sobre un cono del espacio-tiempo:

el CONO DE LUZ

éste constituye el **PRESENTE RELATIVO** de dicho **OBSERVADOR**

Entonces... ¿el cielo es un cono?

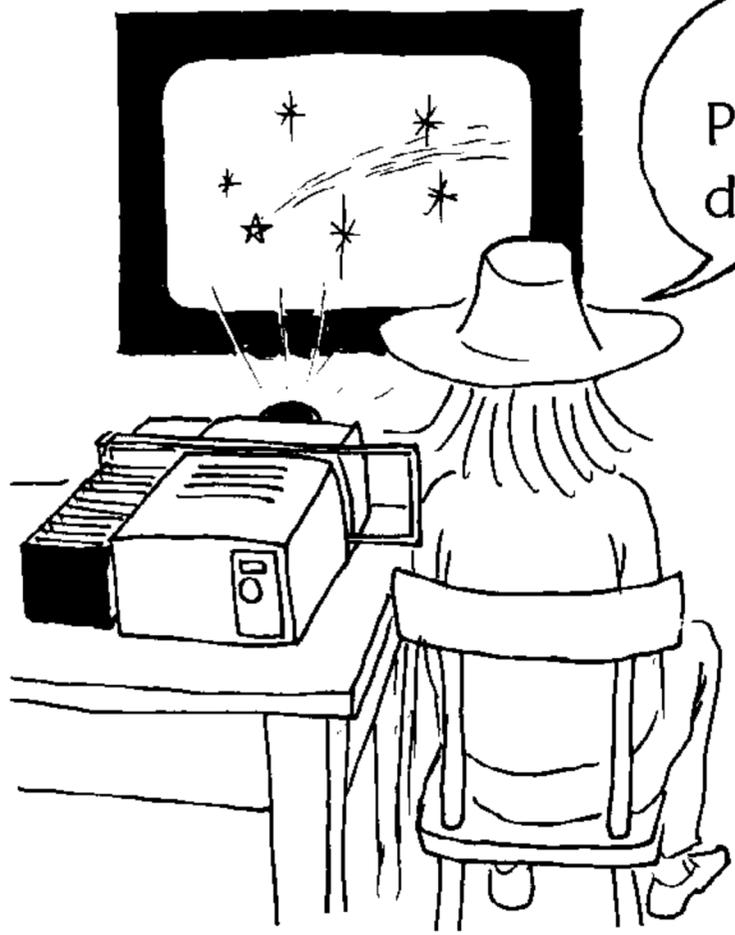
Sí, Anselmo es una sección cónica tridimensional de nuestro espacio-tiempo tetradimensional.



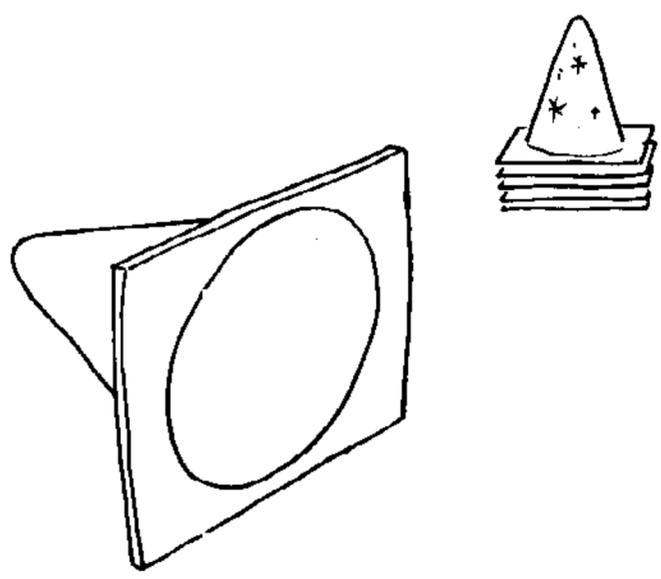
¿un cono tridimensional?...

Hum...

Concepto que al cerebro humano le cuesta entender. Percibimos y también PENSAMOS en tres dimensiones y no en 4. Por ello volvemos rápidamente a nuestra imagen del espacio-tiempo de tres dimensiones.



Es interesante observar el espacio-tiempo. Pero para hacerlo bien, hay que utilizar diapositivas cónicas, patentadas por Anselmo



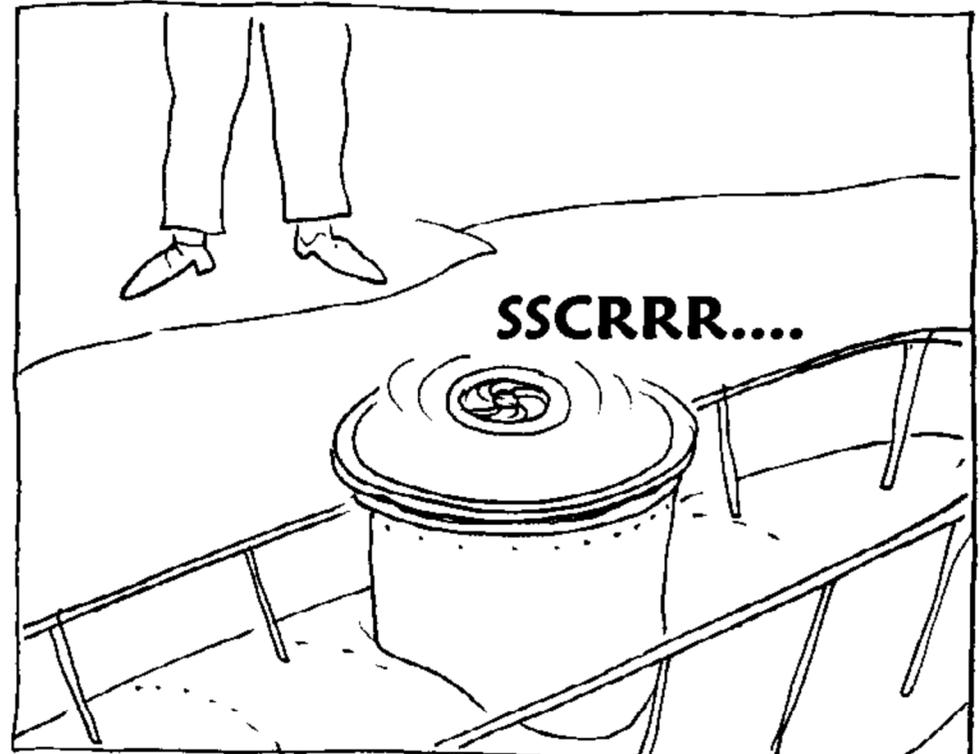
Pero, ahora que pienso, ¿qué están haciendo León y Max? Hace quince páginas que no les veo.



Les he visto embarcarse hace un instante en el submarino, para realizar una inmersión de un minuto. Pero ¡hace mucho más de un minuto que partiéron!



¡Ah!, ahí están emergiendo. ¡Eso les ha costado cierto tiempo!





Y ya está,
¡un minuto exacto!

¿¿QUÉÉ!?!

Es lo mismo que ha
sucedido, hace un
momento, en el tiovivo.

Anselmo el tiempo no
es algo **ABSOLUTO**.

¿¿ Ya tenemos
otro lío!?!



La jóven tiene razón,
Anselmo. Cuanto más deprisa
se va menos se envejece

Se suele decir: partir es morir un poco.
pero según ésto, ¿no será al revés?



Esperad un momento, consideremos ahora la clepsidra del señor Albert, ¿esa máquina hidráulica mide REALMENTE el tiempo que transcurre en el submarino?



¡Pues claro! Como os he dicho, esta clepsidra está alimentada por un depósito a presión constante P_R . Ella vierte al exterior del submarino, donde hay una presión P_E . La cantidad vertida es proporcional a la variación de presión ($P_R - P_E$)



Cuanto más deprisa va el submarino más se hunde, con lo que crece la presión P_E , entonces la clepsidra vierte menos. Por tanto cuanto más deprisa se va menos rápido transcurre el tiempo



¡Esperad! ¿qué significan esas trampas?
¿Cómo transcurre el tiempo cuando se está inmóvil?

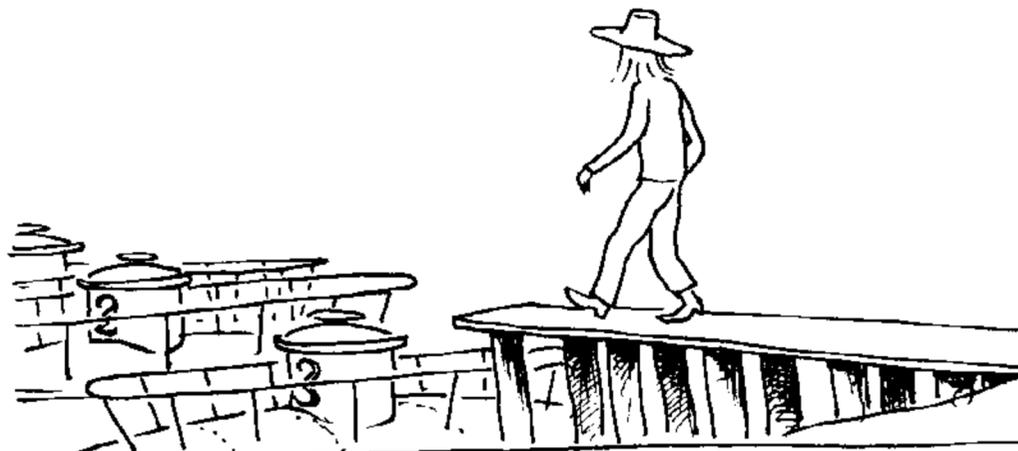


¿Inmóvil con respecto a QUÉ?!

Es el vertido de una clepsidra testigo colocada en un submarino que queda anclado, inmóvil y por tanto en la superficie



¡quiero aclarar todo esto!

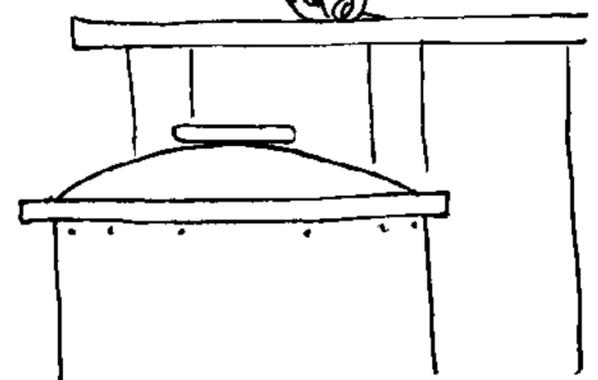
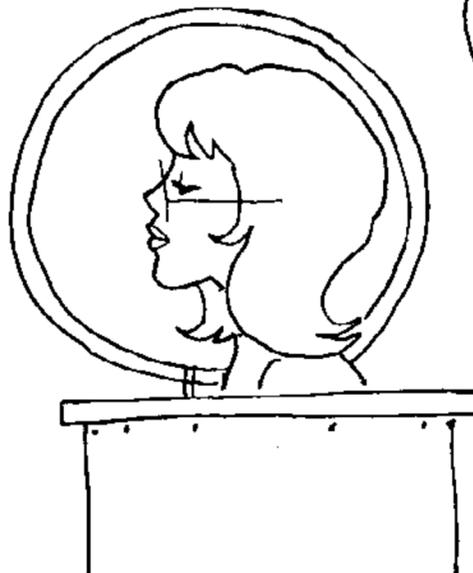


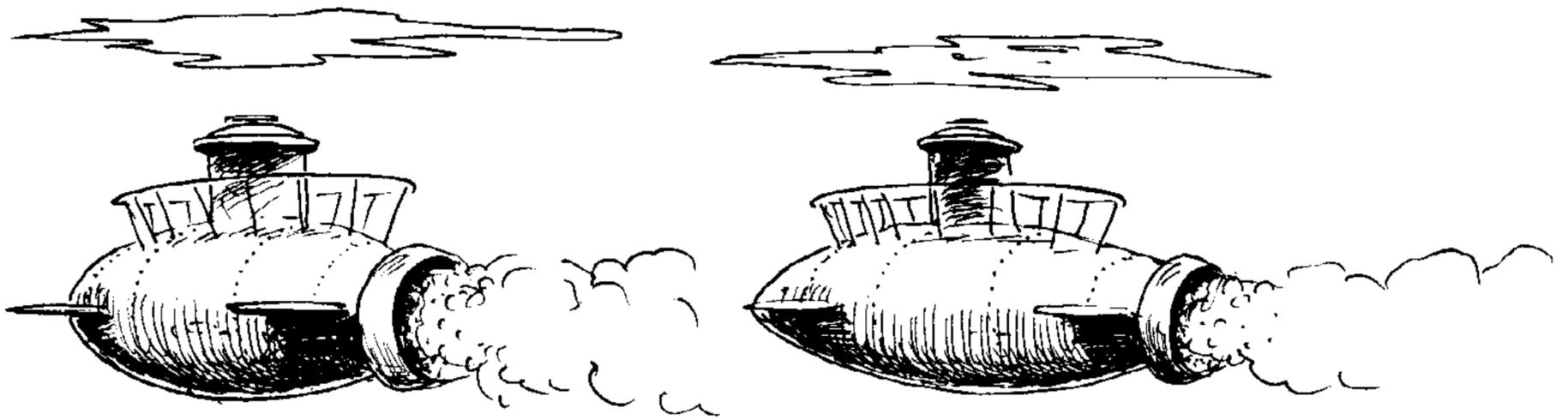
¿Qué es estar INMÓVIL?



Sofía, tú vas en el número 2, yo en el número 1. navegaremos los dos a la misma velocidad \vec{V} y el número 3 se quedará en el puerto.

Por tanto, ¿¿il os moveréis!?!



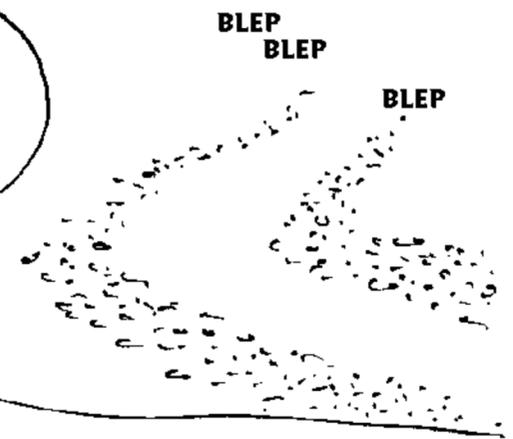


Navegan en formación: la misma velocidad V , la misma dirección y la misma profundidad.

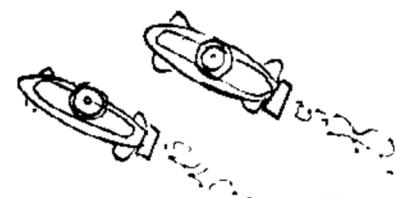


Cuando se realizan experimentos es cuando uno está verdaderamente seguro de si mismo

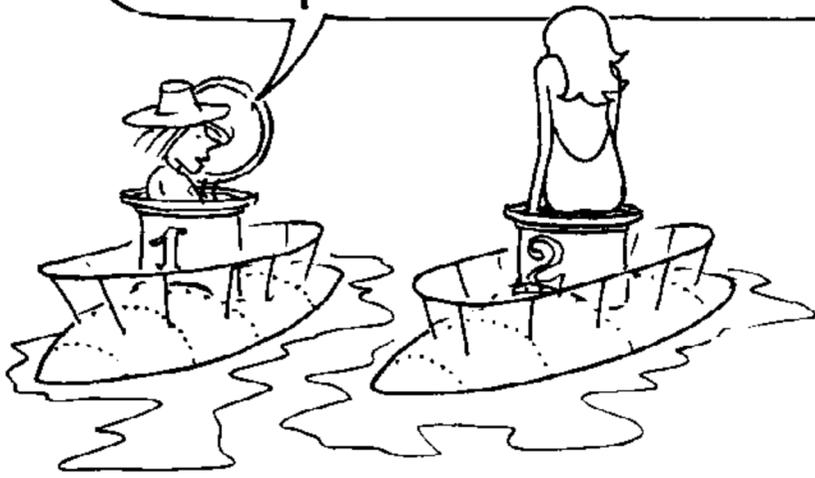
Diga, señor Albert, ¿qué es el movimiento?



Buena pregunta, Tiresio. Lo que sí existen son las **VELOCIDADES RELATIVAS** de unos objetos respecto a otros. Y es totalmente arbitrario que decidamos si un objeto, o un grupo de objetos: tú, yo, el apartamento, están en reposo, inmóviles. Cualquier movimiento es **RELATIVO**. Así, por ejemplo, en este momento Sofía y Anselmo que se desplazan **RESPECTO A NOSOTROS** y permanecen **"INMÓVILES"** uno respecto al otro.



Hemos vuelto al punto de partida y nuestras clepsidras han vertido la misma cantidad de agua, por tanto miden el mismo tiempo t' .



Dos sistemas que están inmóviles uno respecto al otro son **SINCRÓNICOS**



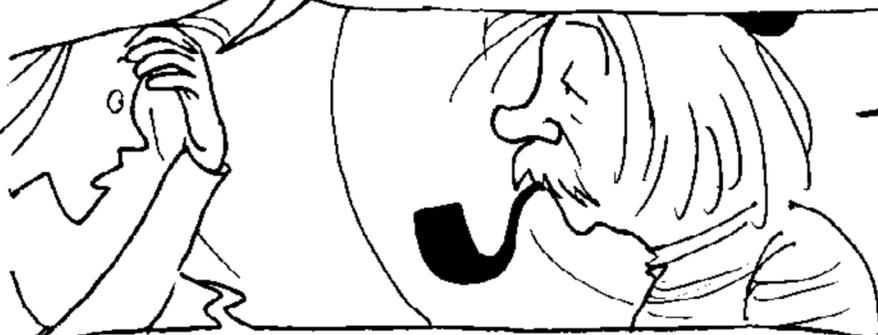
No le sucede lo mismo a la clepsidra testigo, la del número 3, que ha quedado inmóvil, por lo tanto en la superficie. Ésta indica un lapso de tiempo más largo t .



Aguarde un momento, señor Albert, hay algo que chirría en su razonamiento

Hum...

¿Qué, chaval?



Desde la superficie habéis medido nuestro desplazamiento D y nuestro tiempo de inmersión t , con la ayuda de la clepsidra del submarino número 3. Ello os ha proporcionado una velocidad $v = \frac{D}{t}$

Estas MEDIDAS han sido realizadas por un observador en reposo

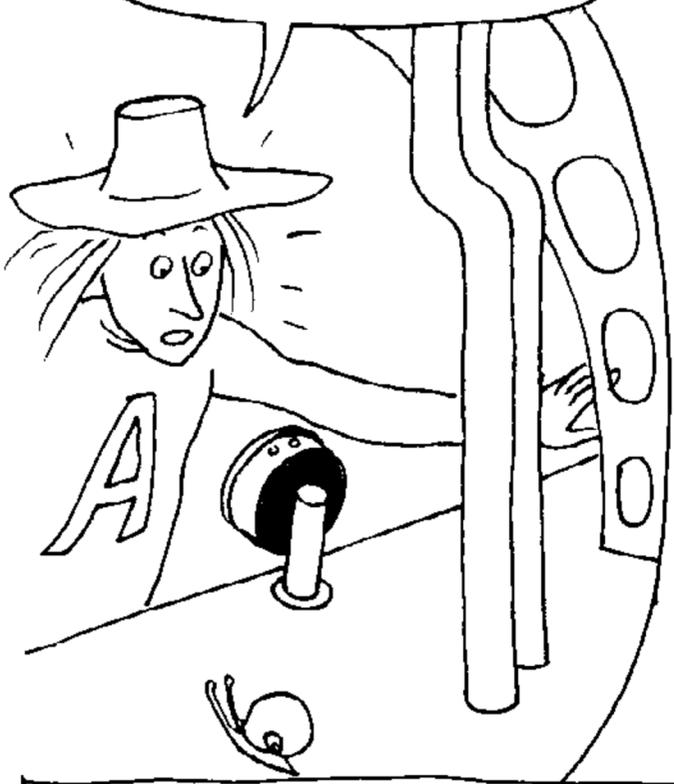


En los submarinos 1 y 2, el tiempo ha transcurrido más lentamente. Si hubiéramos hecho una medida de la velocidad, hubiésemos debido encontrar una velocidad $v' = \frac{D}{t'}$ más elevada que $v = \frac{D}{t}$



Tan sólo tienes que consultar el LOCH (*) de tu submarino. Él te proporcionará la medida de la distancia D' que has recorrido.

¡¿Entonces?!
 $D' < D$



¡¡¡Ésto parece
cosa de locos!!!



(*) El LOCH es un instrumento de navegación que proporciona la distancia que se recorre.

LA CONTRACCIÓN DE LAS LONGITUDES



$\frac{D}{t} = \frac{D'}{t'}$ ¡me sale la misma velocidad v !

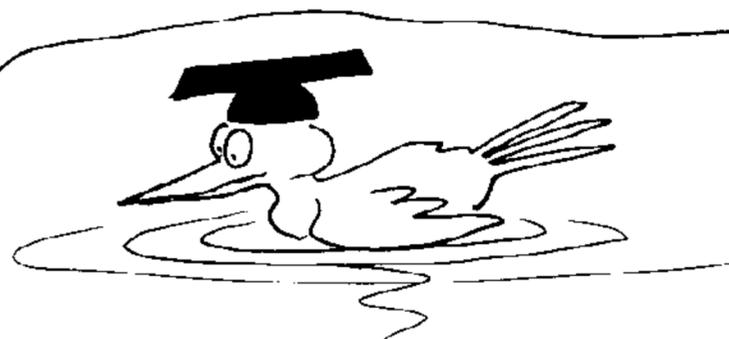
¡Pero... ésto quiere decir que el espacio se ha contraído como un acordeón!, ¡¿ino!?!

Los tiempos, las longitudes no son más que APARIENCIAS. Como no hay TIEMPO ABSOLUTO tampoco hay ESPACIO ABSOLUTO

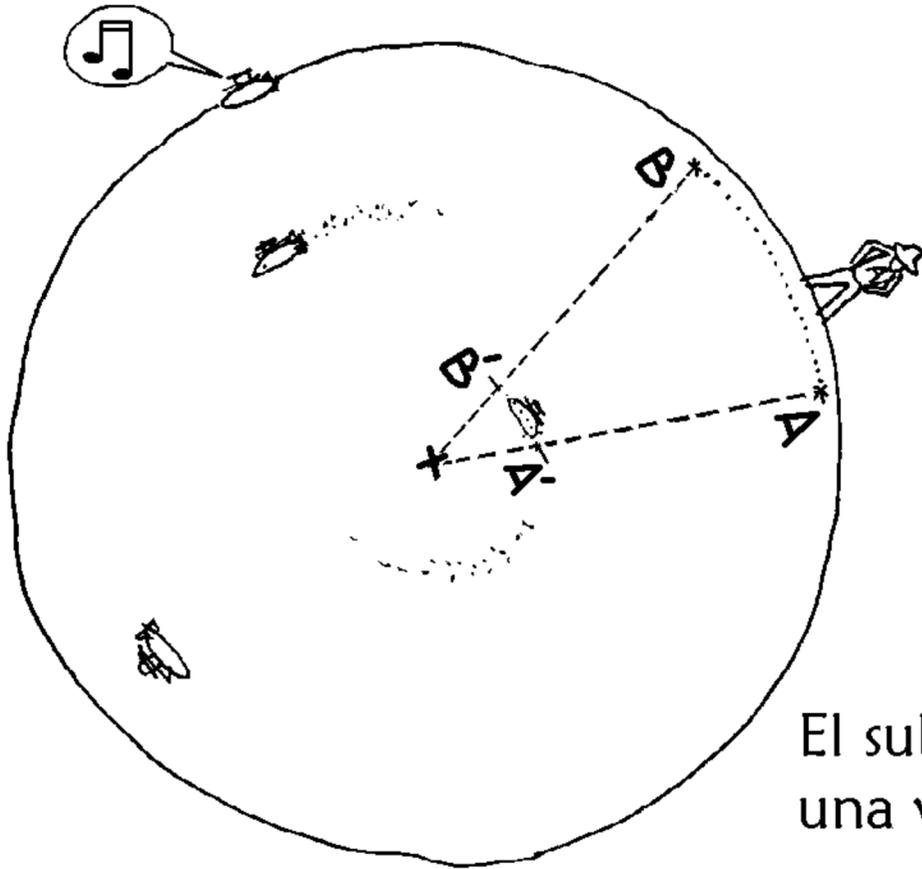
la angustia otra vez...



volvamos al PARQUE CÓSMICO y a su océano, el CRONOS, bien entendido que no son más que MODELOS, destinados a hacer comprensible la extraña estructura del espacio-tiempo



Para explicar esta contracción de las longitudes, llamada **CONTRACCIÓN DE LORENTZ** el Parque Cómico debe tener forma como de una esfera líquida



El submarino de Anselmo, dotado de una velocidad v , navega sumergido y recorre el arco $\widehat{A'B'}=D'$ en un TIEMPO PROPIO, medido a bordo, igual a t' . Para un observador en la superficie, este desplazamiento se percibe como el arco $\widehat{AB}=D$, durante un tiempo t . Y tenemos que:

$$\frac{D'}{t'} = \frac{D}{t} = v$$

Es curioso, siguiendo este modelo, el desplazamiento es ANGULAR y la PERCEPCIÓN es la que lo transforma en DISTANCIA.



Pero ¿por qué imaginar algo tan complicado? ¡¡¡Tiempos que se estiran, distancias que se encogen!!!

Es por la velocidad de la luz, hijo. Pronto lo verás.



Entonces, supongo que todo se volverá... ¿luminoso?

Bien, todo esto es muy bonito, estas historias de esfera de agua, de submarino, de contracción de longitudes. Pero, FÍSICAMENTE, ¿en qué se traducen?

¡Cabalga sobre el tiovivo, sabio caballero de mi corazón!

¿...?

estoy listo...

¡VERÁS LO QUE VAS A VER!



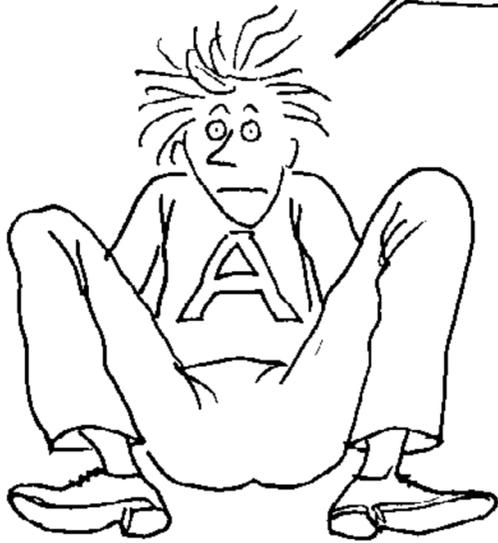
¡ Sofía !



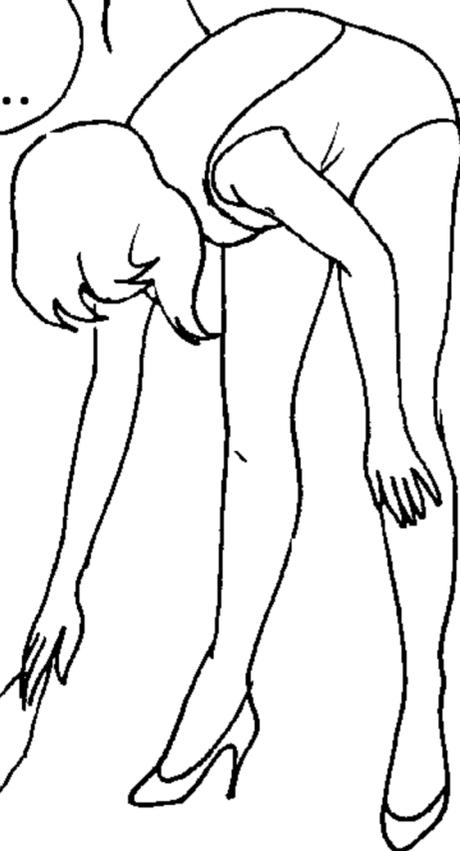
¡ qué horror!

venga querido,
reponte,
ya se ha acabado...

la física
es terrible...

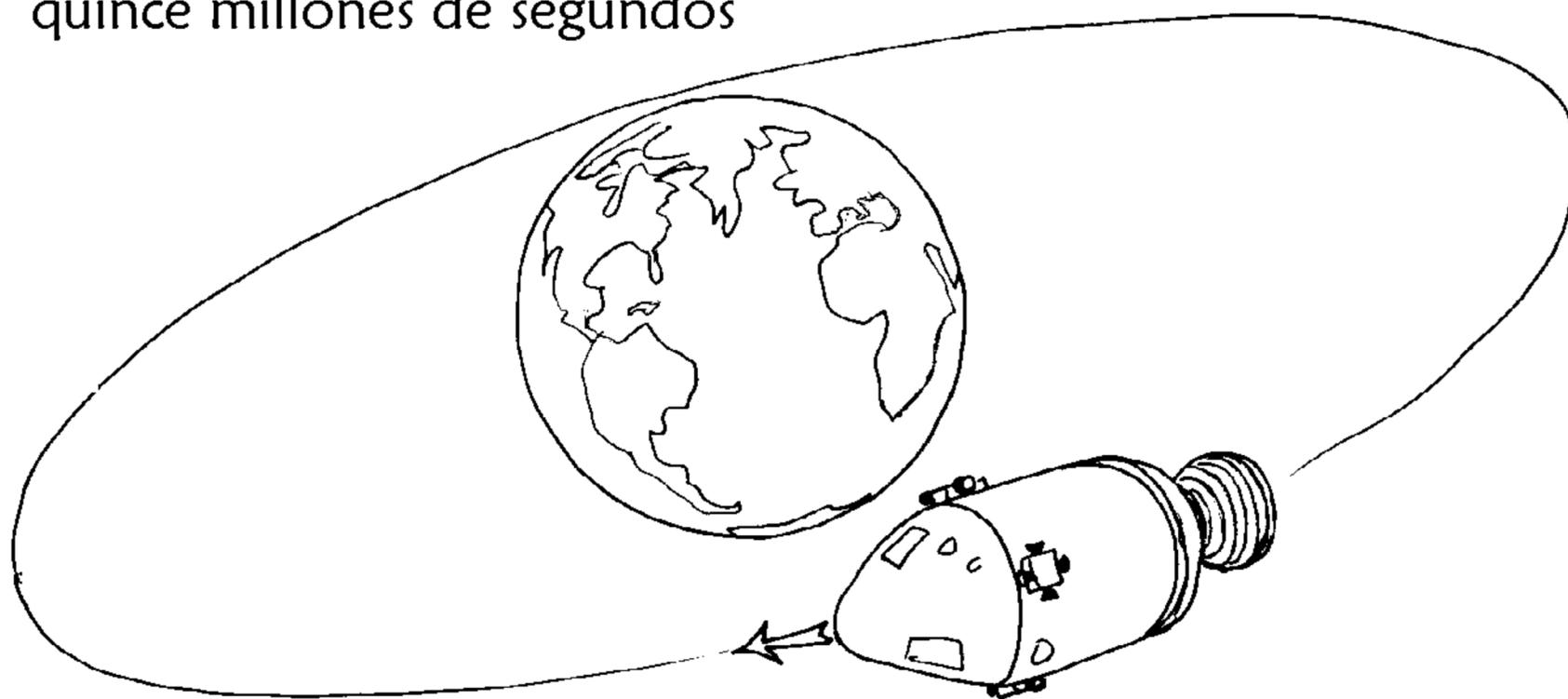


Felizmente para nosotros, estos
fenómenos sólo aparecen cuando la
velocidad se aproxima sustancialmente
a la de la luz,
que es de 300 000 km/s

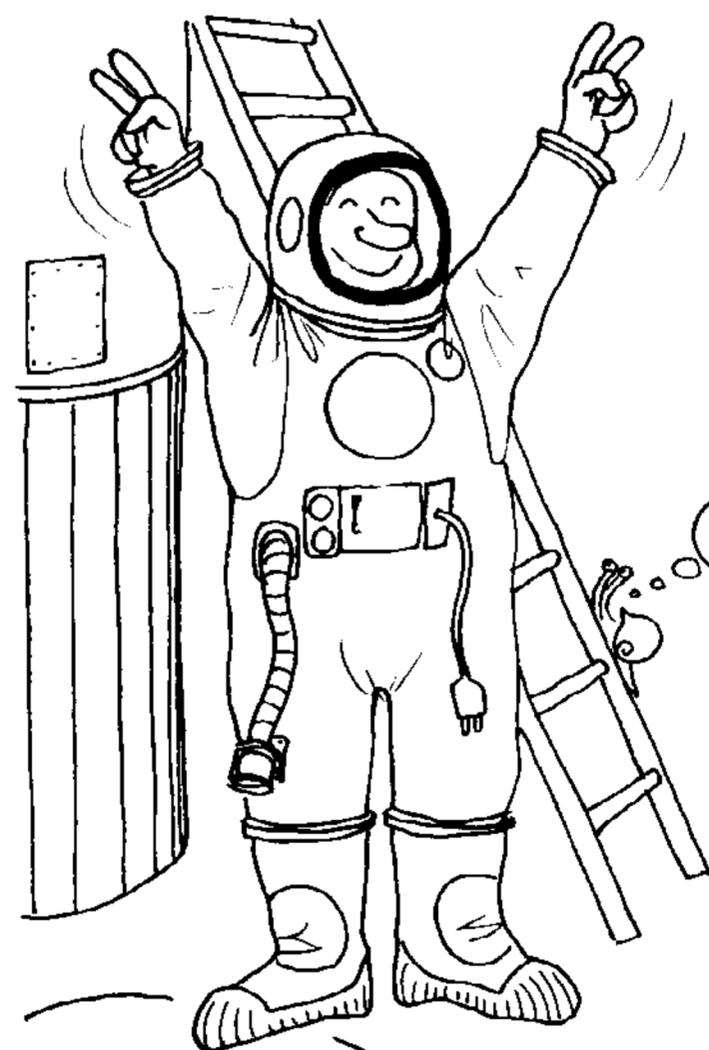


Si ésta fuera de tan sólo unos pocos metros
por segundo, la vida sería absolutamente
imposible... ¡ Ji, ji ji !

Cuando los cosmonautas se quedan 6 meses en órbita, ésto es, más de quince millones de segundos



su envejecimiento se ralentiza en 1,4 centésimas de segundo.



cuando vuelven no se les nota nada en su aspecto

La aventura...



Hum...



El mundo de la relatividad nos parece muy lejos de nuestra vida cotidiana

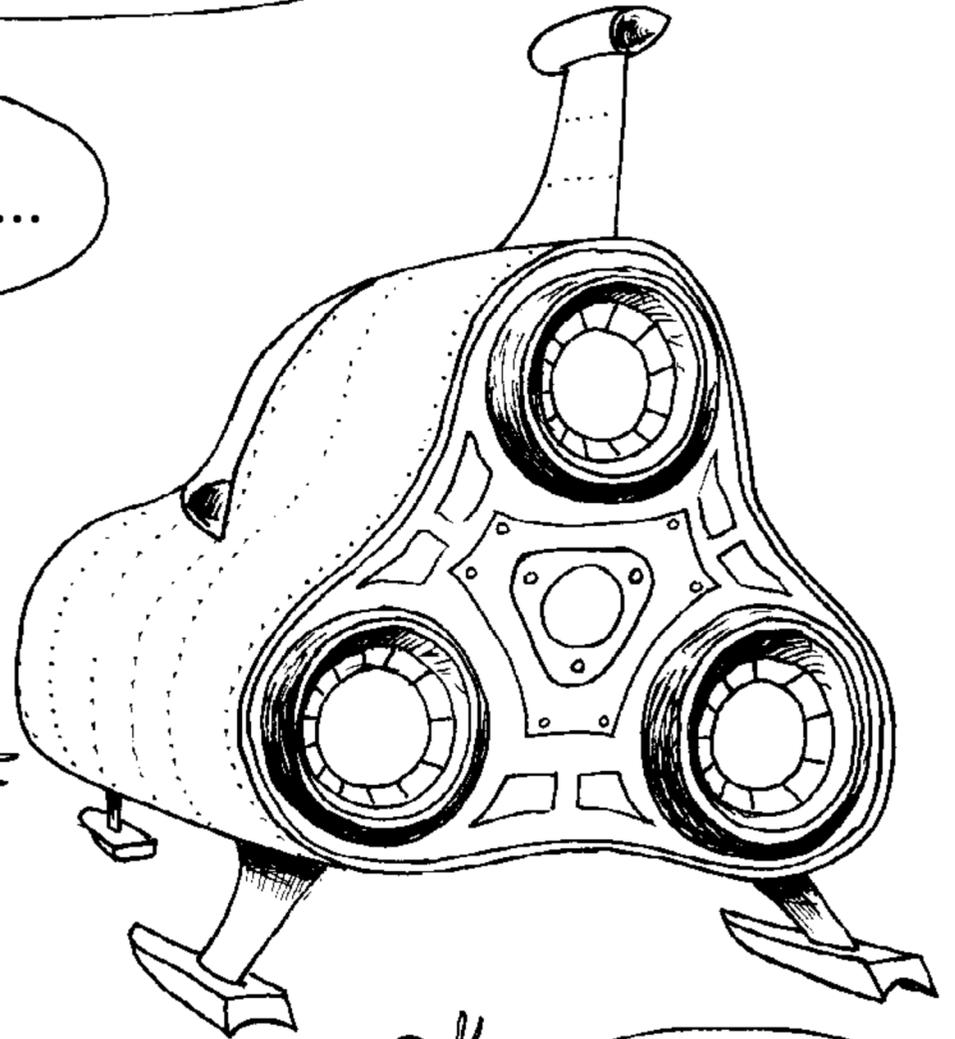
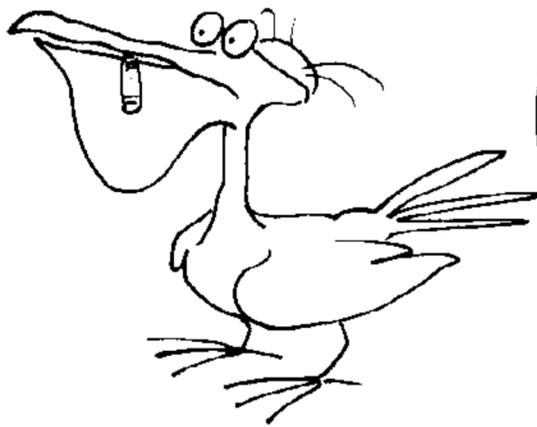
De momento sólo interesa a los especialistas en física de altas energías (*)



(*) También llamada PLUTOFÍSICA porque se trata de una física cara...

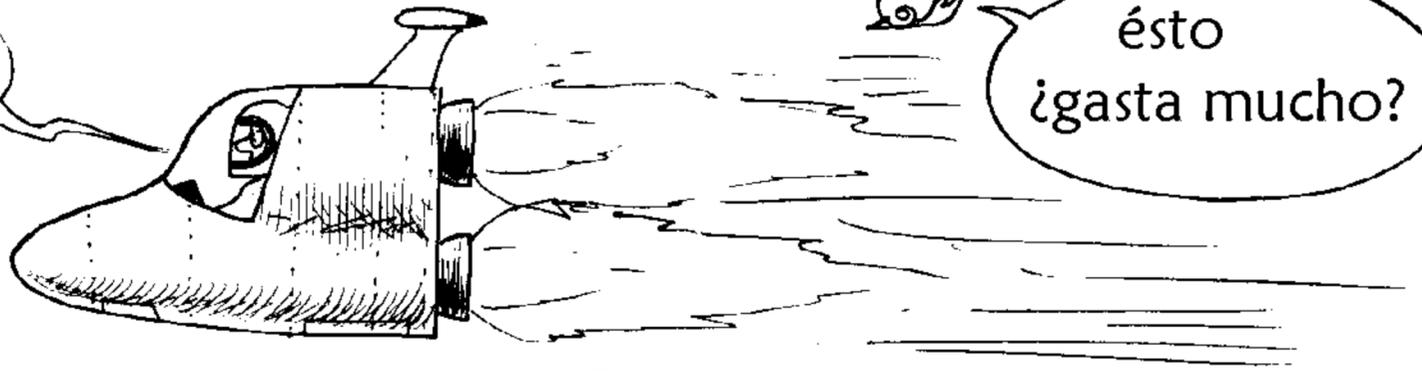
cuando aumento mi velocidad,
¿el Universo se encoge realmente?

¡bobadas! ...

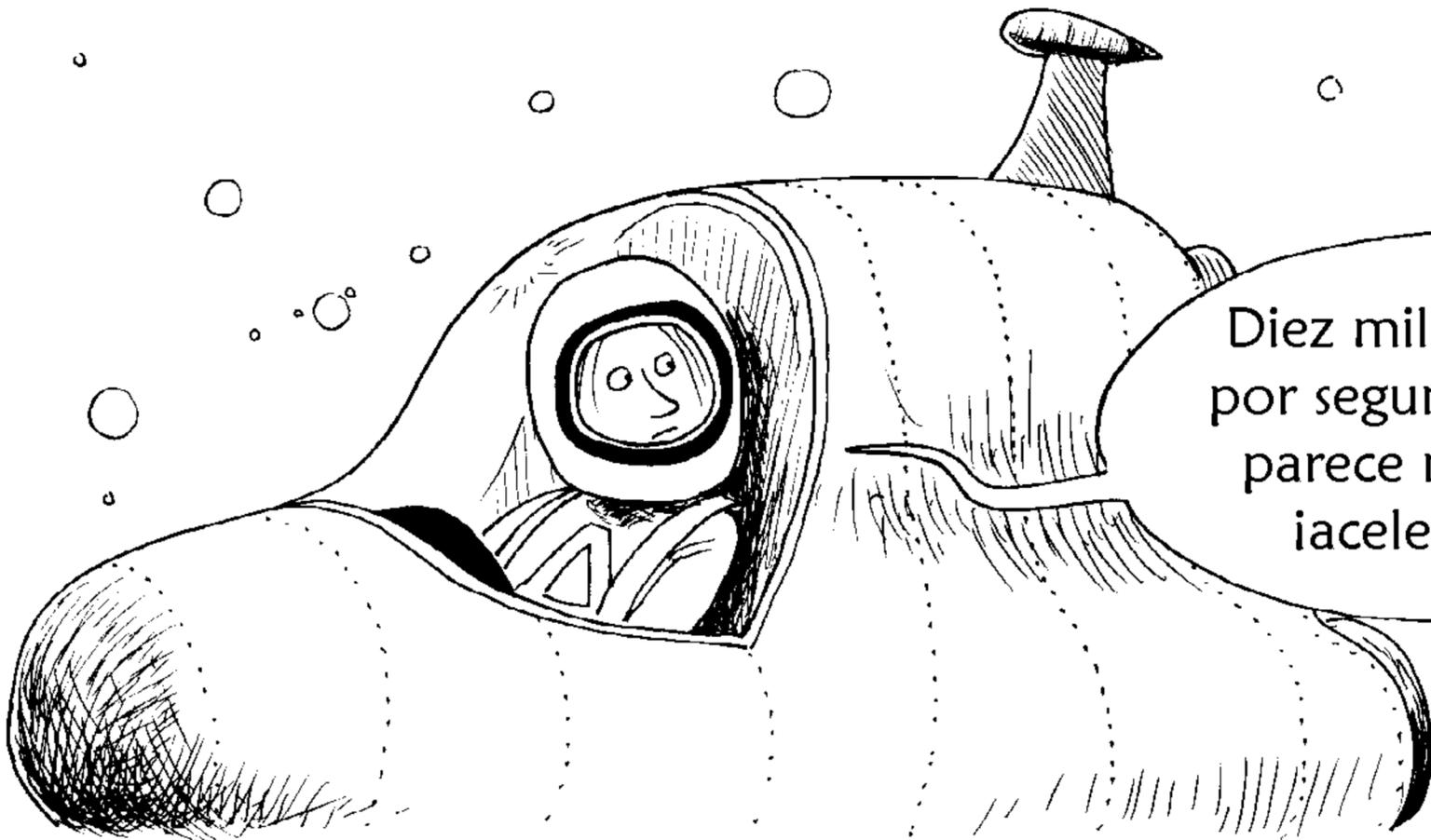


¡BANZAI!

¿esto
gasta mucho?



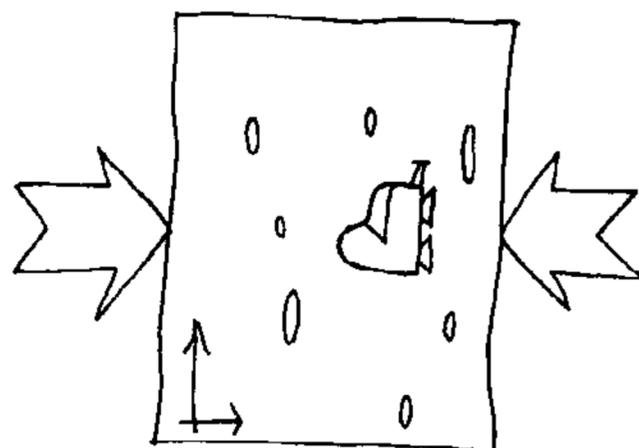
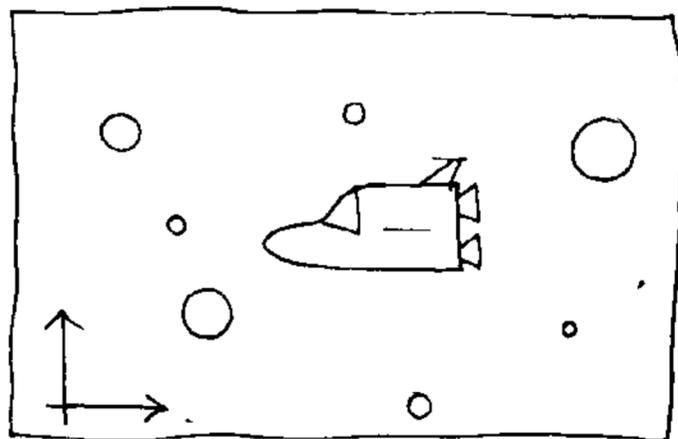
Diez mil kilómetros
por segundo. Todo
parece normal
¡acelero! ...



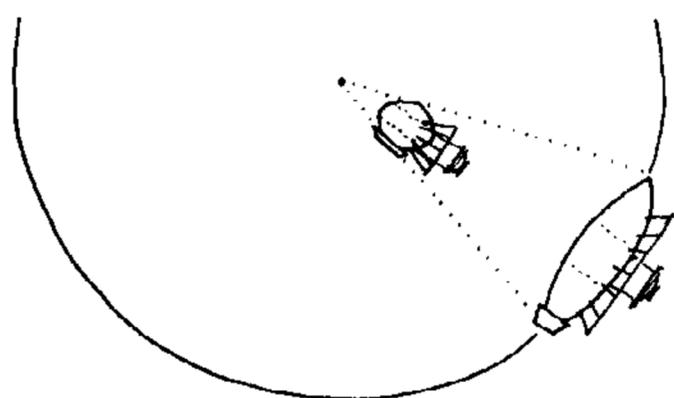


NOTA:

De hecho Anselmo Chirigota no podría observar esta **CONTRACCIÓN DE LORENTZ**, por un buen motivo, ya que **TODOS SE CONTRAE**: ¡el Universo, Anselmo y su nave!



Incluso los pasajeros del submarino del Parque Cómico no perciben su encogimiento.



La Dirección

De ese modo, si acelero contraigo, como un acordeón, todo el Universo en la dirección de mi desplazamiento.



¡qué poderío!



¡Eso es absurdo! ¡Un caracol no puede contraer todo el Universo!

¡jope!

No se trata de contraer el Universo ni de frenar el transcurso del tiempo. Distancias y tiempos no son más que apariencias. Todo es ilusión, nada es absoluto. Es el mundo de la RELATIVIDAD

Pero este Universo ¿a QUÉ se parece?

Todo dependerá de la velocidad de quien lo observe

Velocidad ¿respecto a QUÉ?

La idea fundamental es que dos personas que vayan a la misma velocidad v , en la misma dirección y sentido, ven y viven el Universo del mismo modo.

Pero, volviendo al modelo del Parque Cósmico. Viste que, para algunos seres, el Universo puede presentar un aspecto singular.

CUANDO EL TIEMPO SUSPENDE SU VUELO

O LOS ESTADOS DE ÁNIMO DEL FOTÓN



Claramente debería haber una velocidad que condujera al submarino a una profundidad donde la presión exterior sea la misma que la presión dentro del depósito

¿¿¿¿qué ocurriría entonces?!!??

Lógicamente, ¿¿¿el tiempo debería pararse?!?



Está en pleno galimatías matemático

Pero en el Parque Cósmico del señor Albert, ésto se producirá mientras se esté en el centro del planeta de la gota de agua.



Profundidad que se alcanzará mientras la velocidad sea igual a 300 000 km por segundo

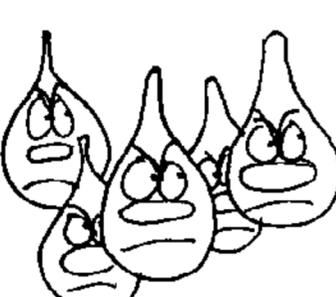
Y es el fondo de las cosas. no se puede profundizar más





Pero, ¿qué hay en el fondo de este Cronos, en el centro de todo, allá donde reina el cero absoluto de tiempo?

los FOTONES



El tiempo es un asunto de lo demás

Para nosotros, no es más que una vida!

que son los elementos diminutos que constituyen la luz



Puedo medir la velocidad de estos fotones. Se desplazan una distancia D , durante un tiempo t y su velocidad es $\frac{D}{t} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$!

¡Caramba! Los fotones nacen y mueren

BLEP
BLEP



Anselmo, ya sabes que el tiempo se conjuga en plural

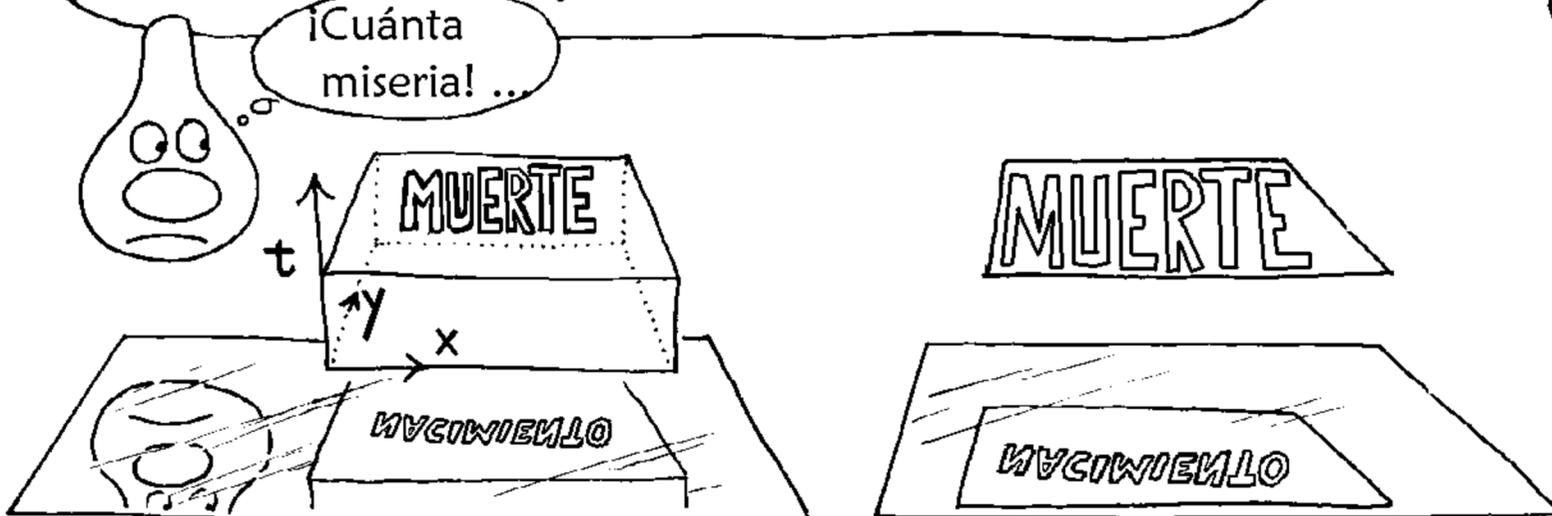
Es TU modo de vivir el tiempo. Para el fotón todo esto es muy diferente. En su propio sistema, el nacimiento y la muerte son dos sucesos que están uno junto al otro.



¿Quieres decir que, para él, el tiempo no tiene SIGNIFICADO alguno?

El TIEMPO PROPIO del fotón se resume en un presente infinitamente pequeño, encajado entre el instante de su nacimiento y el de su muerte. Tomemos un espacio-tiempo de 3 dimensiones (x, y, t). Si lo aplastas en la dirección del tiempo queda una superficie con anverso y reverso. Es esta distinción entre las dos caras lo que orienta el tiempo del fotón.

¡Cuánta miseria! ...



Anselmo, ya ves como todo es relativo. Al ver estas criaturas correr, se podría pensar que están vivas. De hecho, ino lo están!

Yo quisiera que alguien me dijera, de una vez por todas, por qué el tiempo transcurre desde el pasado hacia el futuro y ino al revés!

BLEP
BLEP

¿Eso importa?

En el tren del tiempo, siempre estamos sentados en sentido de la marcha .

Yo he oído decir que si se invirtiera instantáneamente el sentido del tiempo, inadie se daría cuenta!

¡Oye! ¿Vosotros habéis tocado fondo o qué?

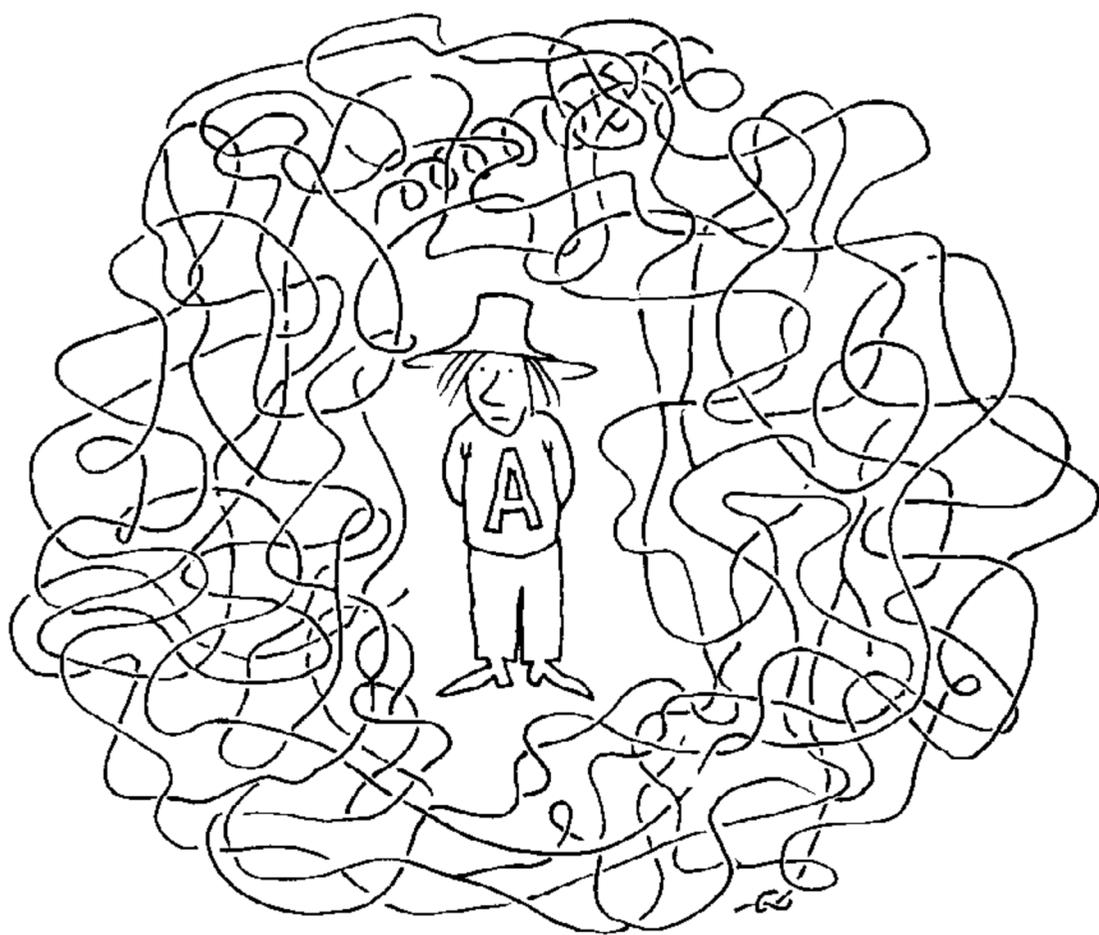
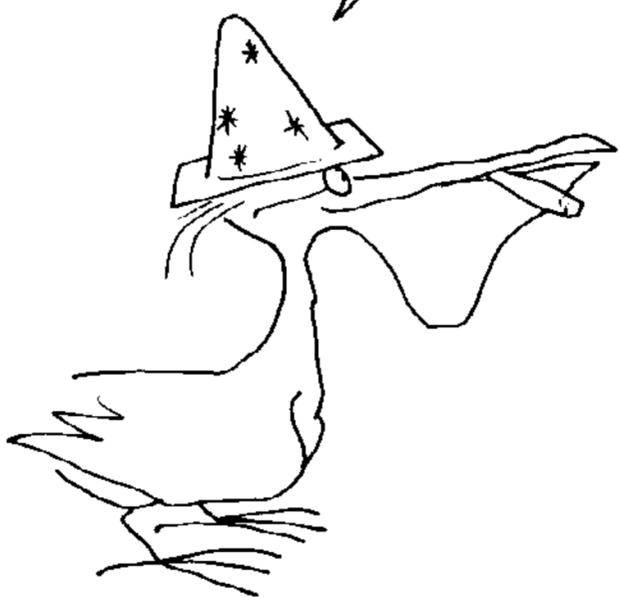


Lo que más me gustaría es poder ponerme, tan sólo un instante, en el lugar de un fotón; para poder averiguar la visión que él pueda hacerse del universo.



No se puede dibujar un espacio-tiempo de cuatro dimensiones. Pero sí es posible dibujar, en un espacio-tiempo de tres dimensiones, las trayectorias entrelazadas de todos los objetos del Universo, de todas las partículas. De modo que un observador supuestamente inmóvil las podría estudiar, dedicándole toda su vida a este empeño:

Una especie de retrato en tres dimensiones...

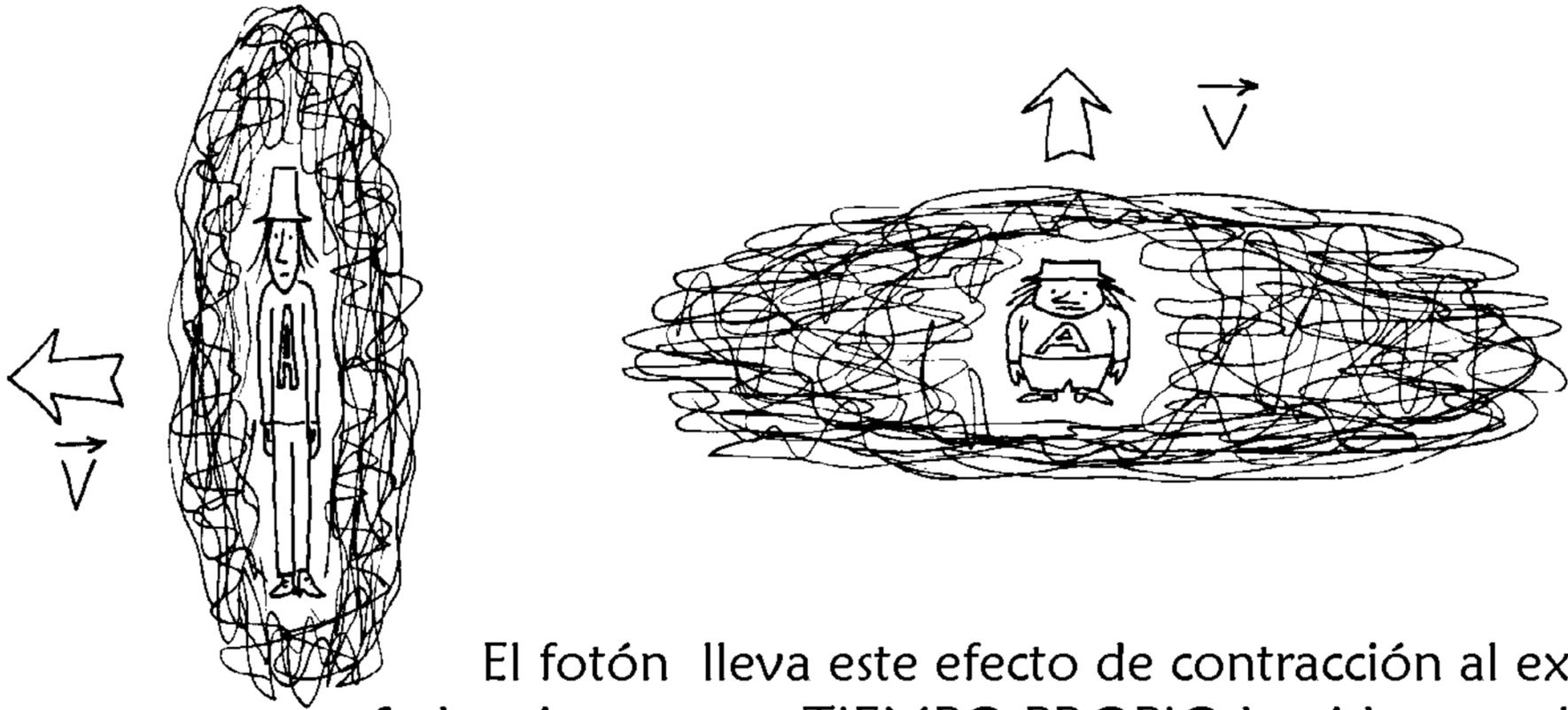


¡un gran montón de fideos!



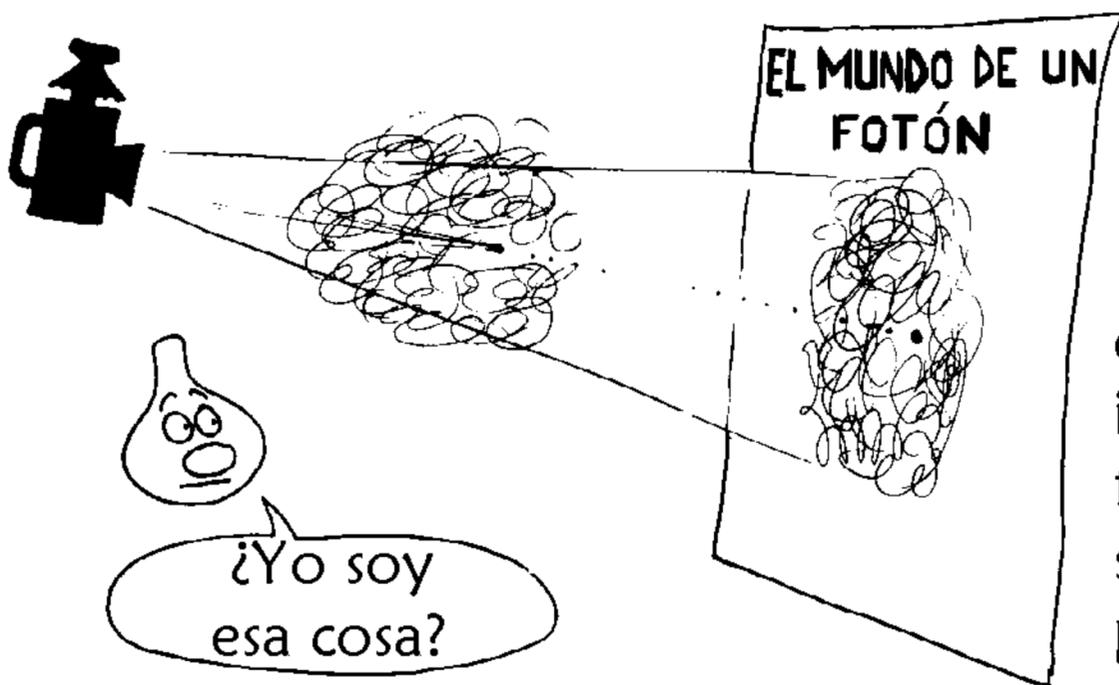
Se puede obtener una imagen pensando en un estropajo metálico o en un lío de cables.

Desde el punto de vista de las LONGITUDES el Universo es elástico. Si otro observador se desplaza a una velocidad \vec{v} , en cualquier dirección, todo sucede como si hubiera un acortamiento del Universo (y del observador) en esa dirección.

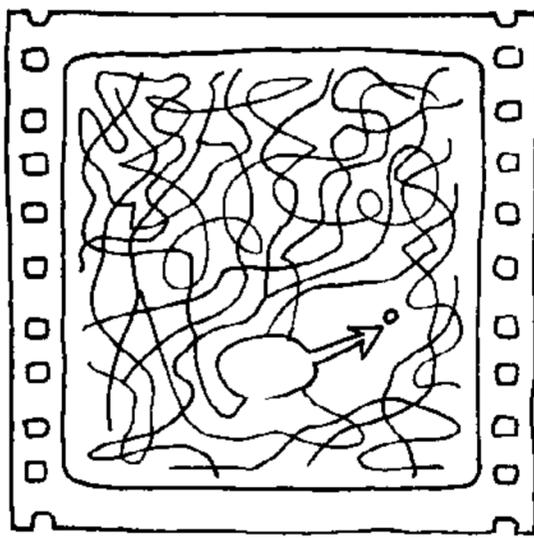


El fotón lleva este efecto de contracción al extremo.

Se ha visto que su TIEMPO PROPIO ha sido completamente aplastado. Si dicho fotón pudiera representarse el Universo, éste se vería completamente aplanado según su dirección de propagación. Así el mundo del fotón es BIDIMENSIONAL. Y él mismo se situaría en este extraño mundo como un pequeño confeti plano.



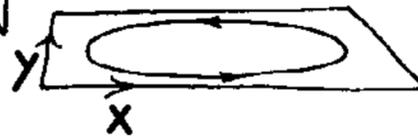
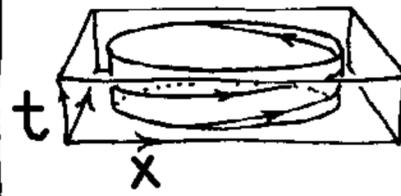
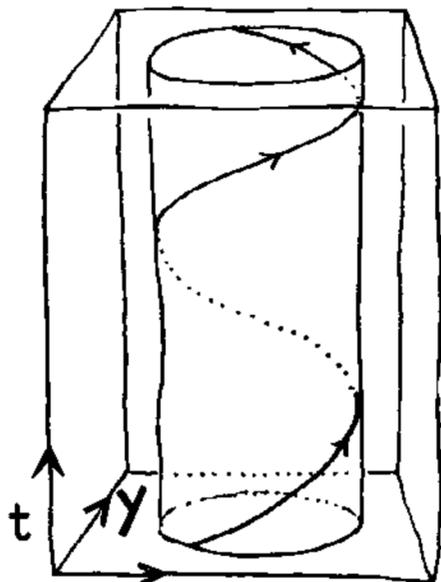
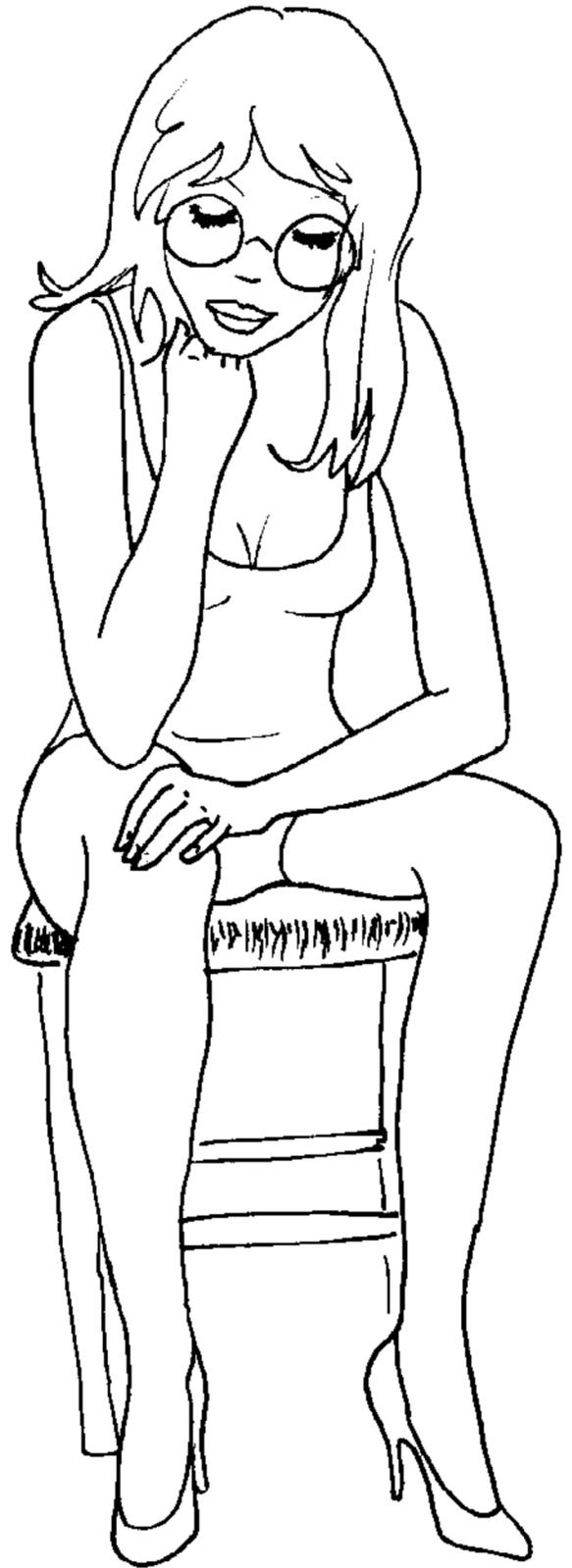
Esta imagen es, aproximadamente, la que se obtendría proyectando sobre una pantalla, la imagen de un estropajo metálico (observador inmóvil) con la ayuda de un foco cuyo eje se orientase siguiendo la dirección de propagación del fotón.



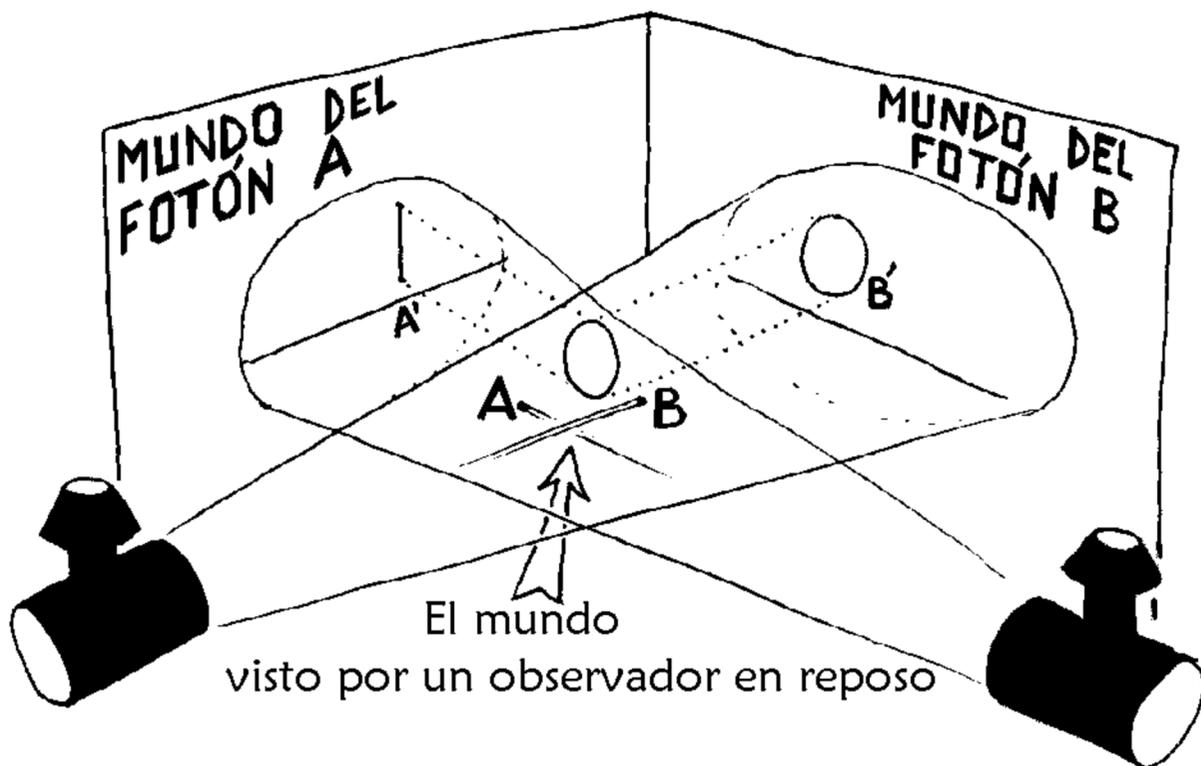
Para entender el mundo del fotón habría que filmar dirigiendo la cámara en la dirección de su movimiento y superponiendo todas las imágenes de la película.

Estreno mundial en exclusiva:
"El mundo de un fotón"

De este modo



¡La trayectoria de la araña se convierte en una circunferencia al verse aplastada según el eje del tiempo!

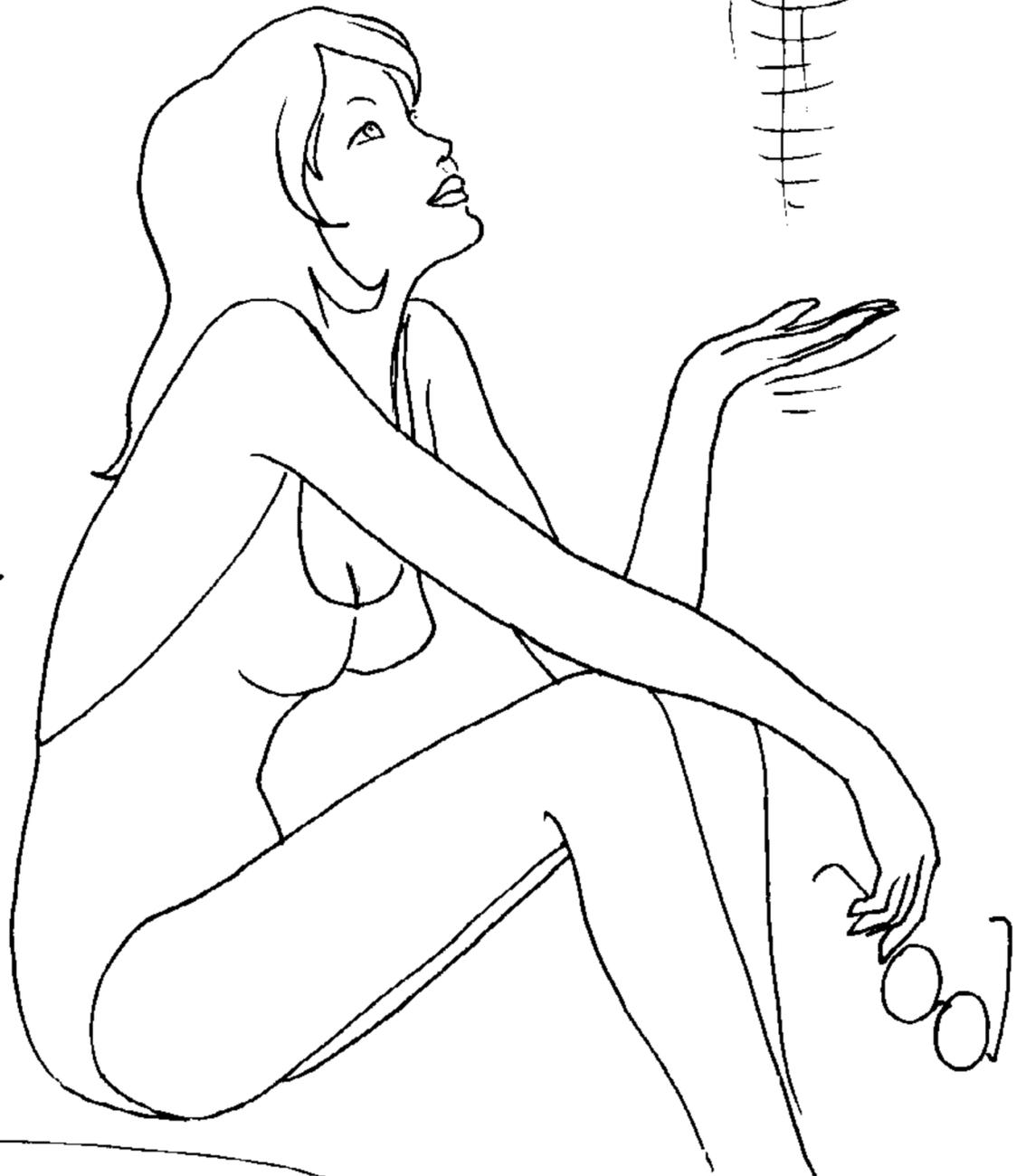
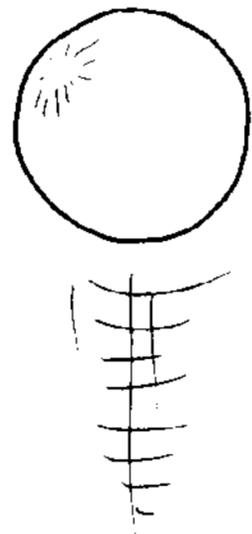


Dos fotones con diferentes direcciones de propagación tendrían "concepciones del mundo" distintas

¡Vaya!



Entonces ¿qué es el Universo?



Es todo y nada a la vez. Hay mil y un modos distintos de observarlo, de vivirlo.

las x, las y, las t. itodo esto son tonterías!



Pero en la vida diaria pueden ser útiles...

¡Qué impulsivo es este muchacho!



INVARIANZA DE LA VELOCIDAD DE LA LUZ VARIACIÓN DE LA MASA





¡Veo los fotones!

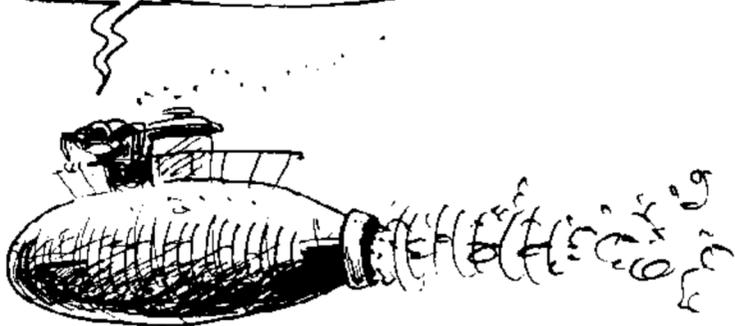
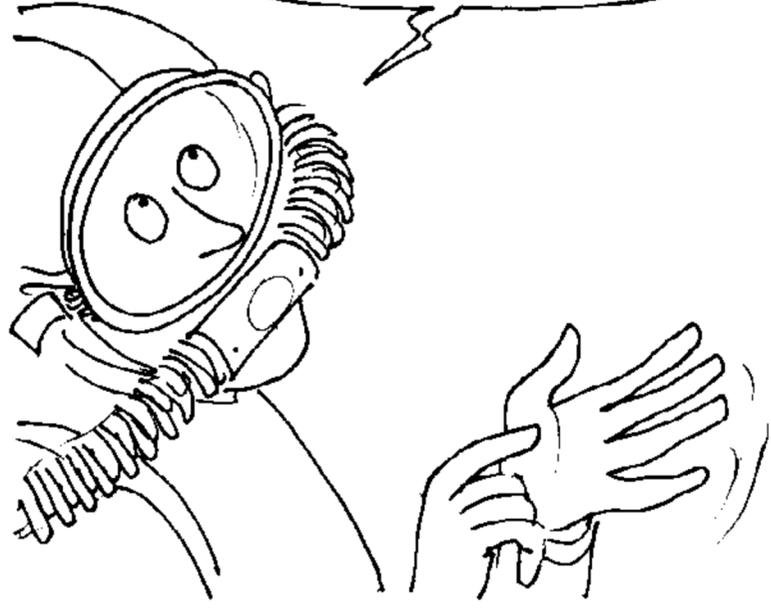
¡Qué profundo es el CRONOS!

Mi profundímetro indica una velocidad v_1

Ese fotón recorre una Distancia D_1 en un tiempo t_1

Divido D_1 por t_1 y obtengo 300 000 km/s

¡Acelere, señor Albert, acelere!

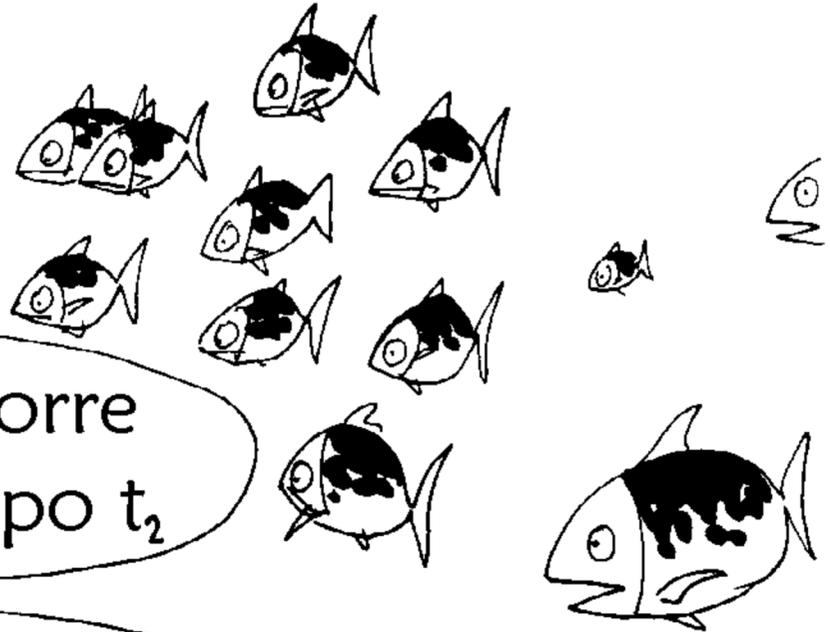


Ahí hay un fotón con una velocidad v_2 , superior a v_1 , voy a volver a medir.

este fotón recorre D_2 en un tiempo t_2

Su velocidad es $\frac{D_2}{t_2} = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

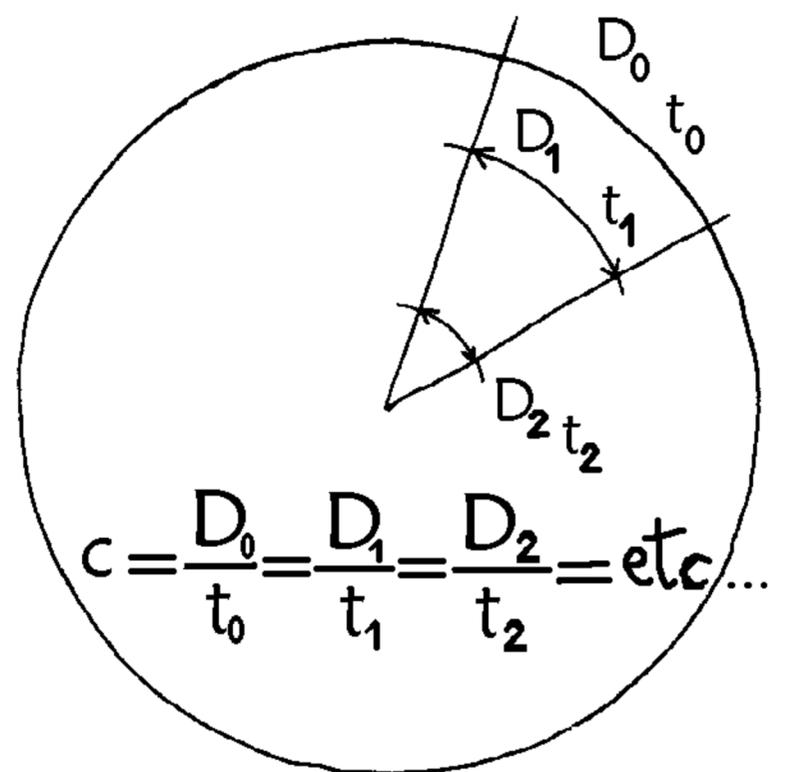
¡Qué extraño. Sale lo mismo!



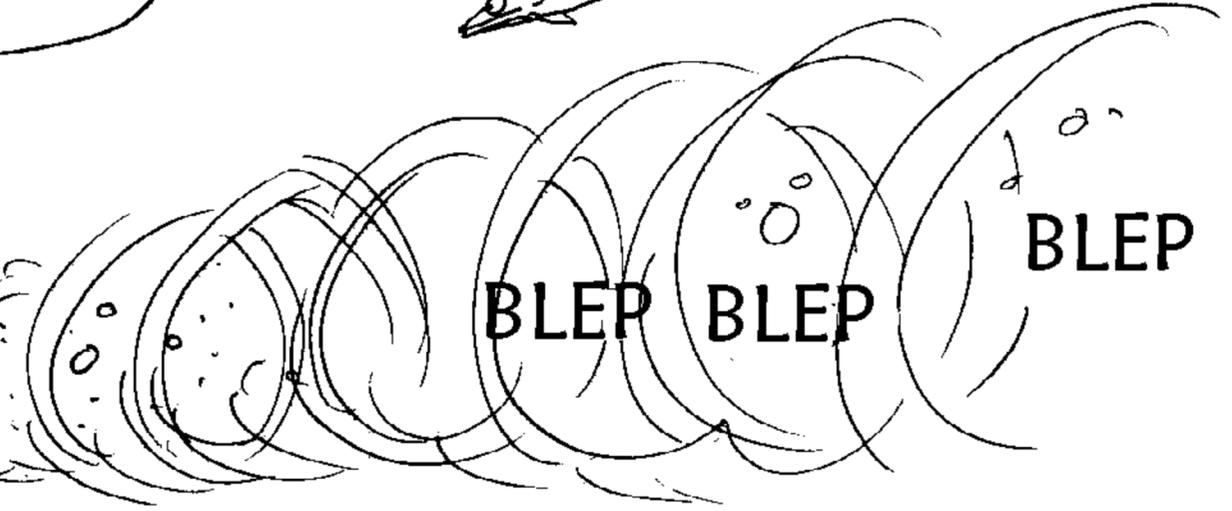
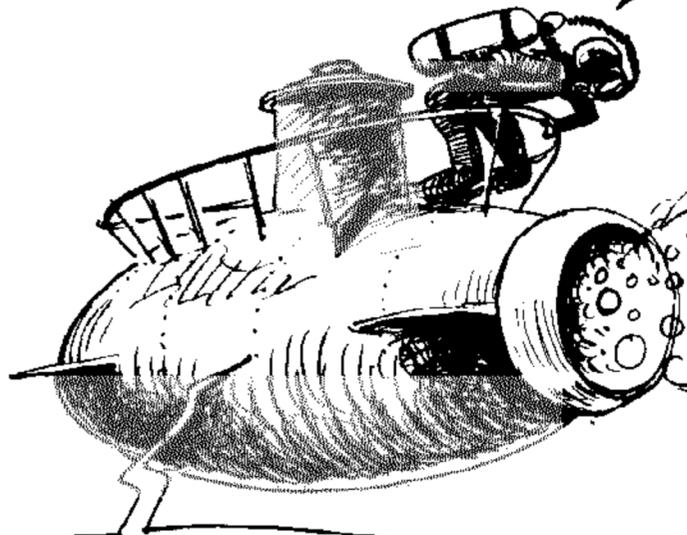
Todos los observadores, sea cual sea su velocidad, miden la misma velocidad c para los fotones, los átomos de la luz. Éstos gozan de una situación particular en el Parque Cósmico. Todo sucede como si fueran pequeños faros cuyo "rayo de luz" girase a velocidad angular constante, proyectando de ese modo su imagen sobre todas las esferas concéntricas que constituyen el CRONOS. A causa de la variación de la distancia y el tiempo propio, los observadores obtienen invariablemente $c = \frac{D}{t} = 300\,000 \text{ km/s}$.

Esta constancia absoluta de la velocidad de la luz, de la velocidad de los fotones, fue mostrada experimentalmente en 1881 por Michelson y Morley.

Treinta y cuatro años más tarde, en 1915, EINSTEIN desechó el modelo clásico del espacio-tiempo, incapaz de explicar esta invarianza y empezó a crear un nuevo espacio-tiempo, que ha mostrado el Parque Cósmico: el espacio-tiempo de la RELATIVIDAD.

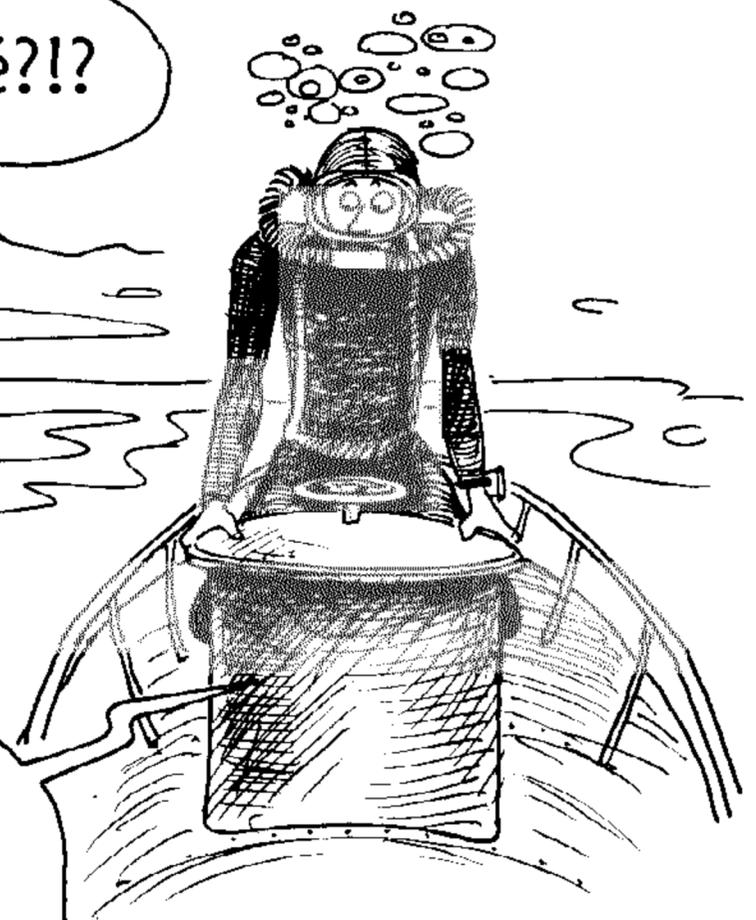
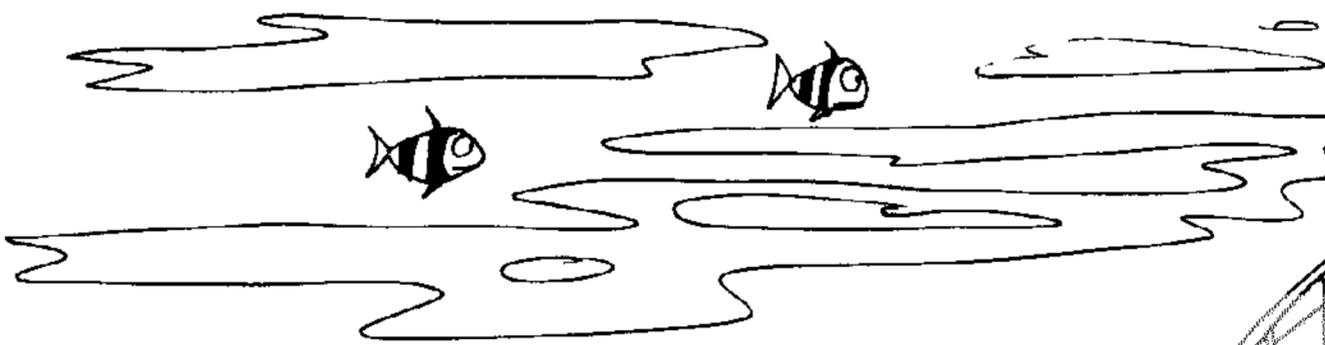


¡Les volvemos a coger! Acelere, señor Albert, ¡acelere de nuevo!

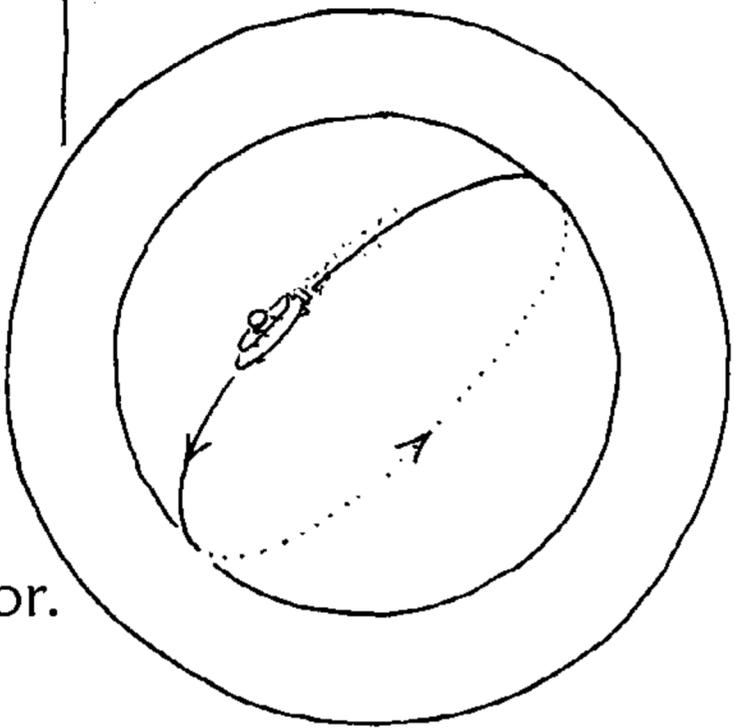


Imposible muchacho

¿¿Por qué??

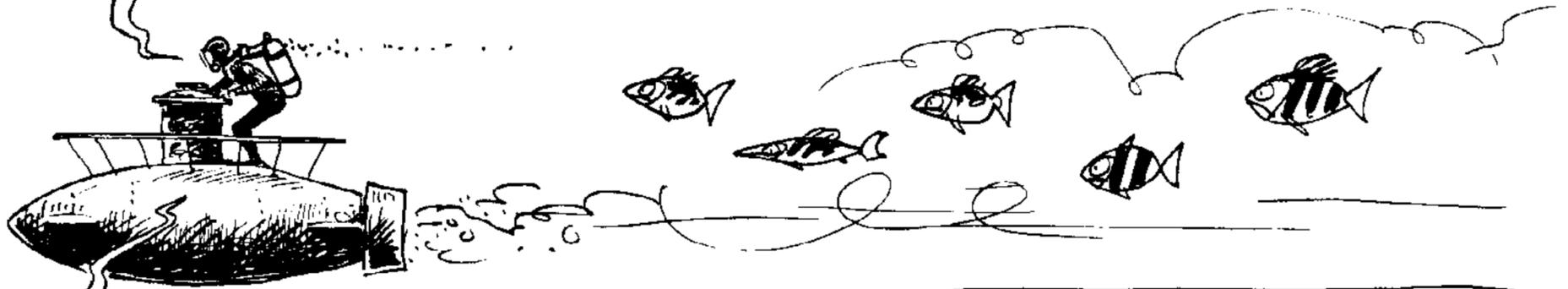


Mi submarino se propulsa a reacción. El CRONOS no opone resistencia alguna a su avance. Sólo debo vencer la INERCIA. Cuando he alcanzado una velocidad v y paro el motor, el submarino sigue un CÍRCUNFERENCIA MÁXIMA de la esfera que corresponde a esa profundidad (*)



(*) es decir, una GEODÉSICA de esta esfera. Ved "LE GÉOMÉTRICON", del mismo autor.

¿Dónde está el problema? Vuelva a poner el motor en marcha y acelere, así volveremos a aproximarnos todavía más a esos malditos fotones.



¡Ay!, Cuanto más profundo nos sumerjamos el CRONOS se vuelve más denso. A medida que descendemos, llena nuestros depósitos de lastre y nos volvemos terriblemente pesados. Nuestra masa crece.

NOTA

Quisiéramos disipar una falsa idea: se dice que marchar hace adelgazar. De hecho, ¡es al revés! El simple hecho de abandonar el estado de reposo (masa m) incrementa la masa según $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (\frac{v}{c})^2}}$. Por supuesto,

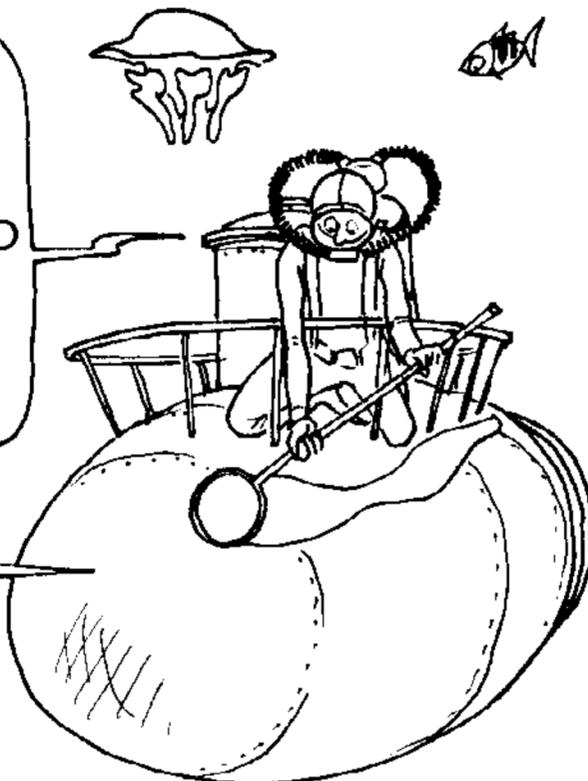
desde el momento en que nos paramos volvemos a tener la masa inicial m_0 .

La Dirección

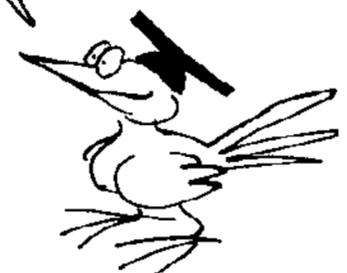


Pero...¡qué insensatez! Casi ya estamos... Vamos a $0,995c$ y tengo la impresión de que ya podría tocarlos

Nuestra masa ya es diez veces mayor. ¡Aceleramos todavía más!



Para una $v = 0,99999 c$ la masa sería 224 veces más elevada. Y así continuamente...

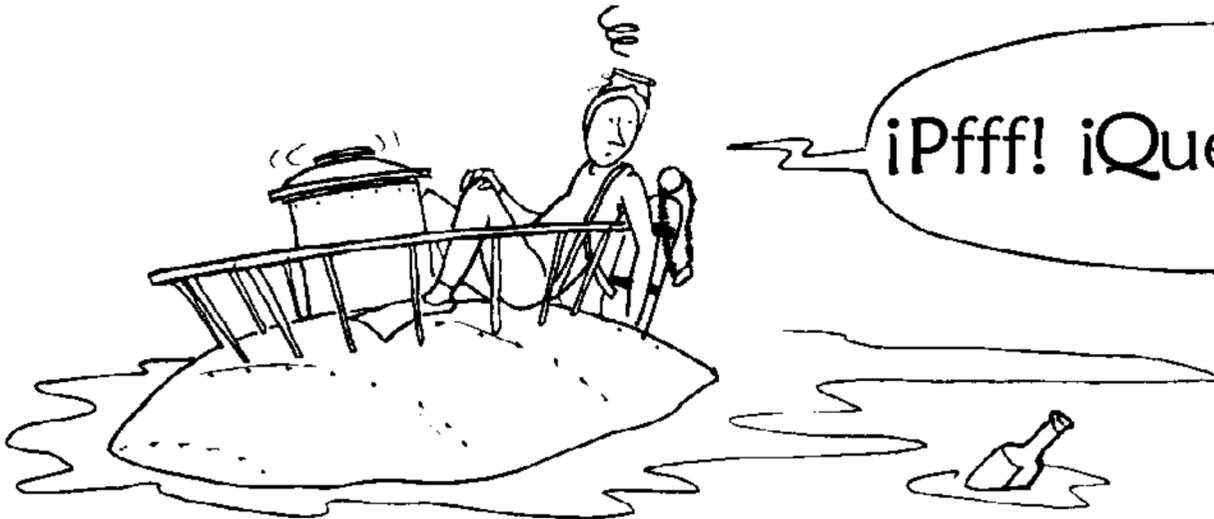


Es inútil insistir. Consumiríamos una cantidad infinita de energía si quisiéramos capturar esos fotones. ¡Atención, disminuyo la velocidad!

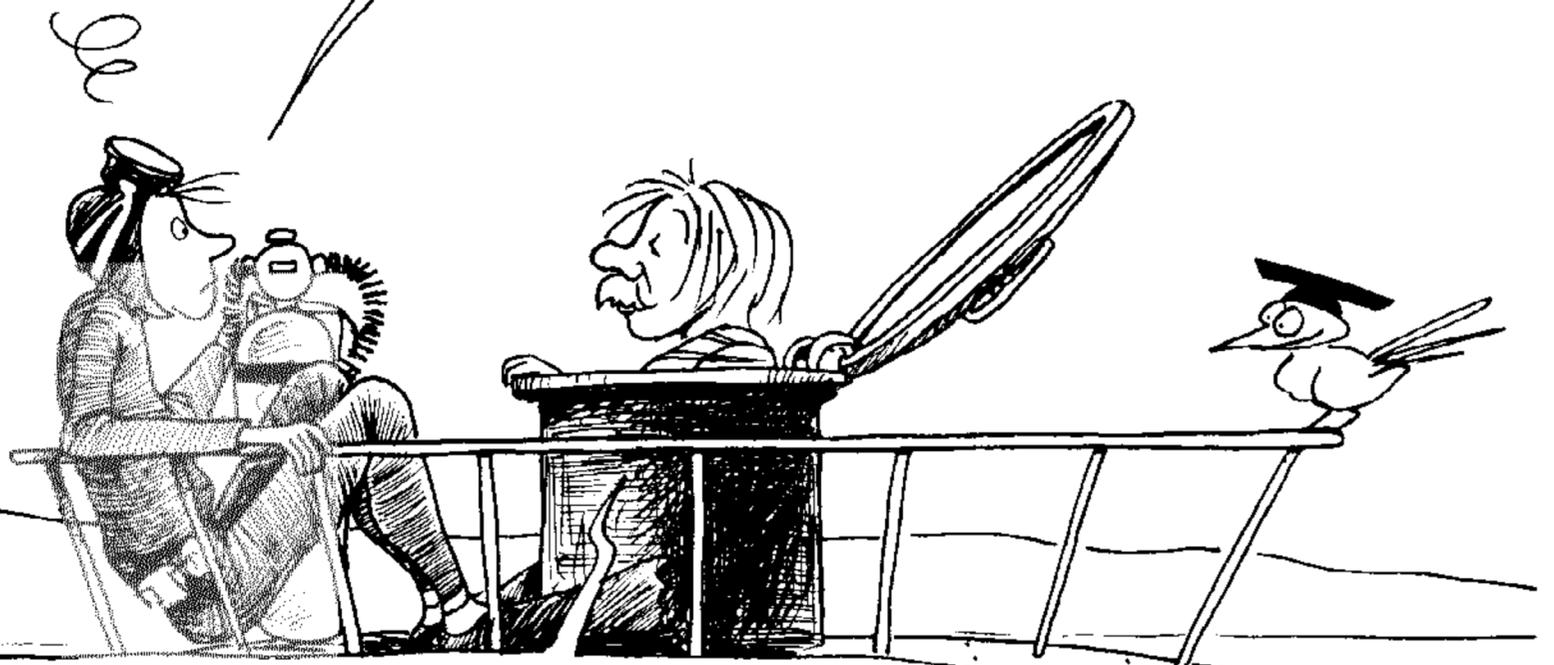
¡Vaya
vaya!



¡Pfff! ¡Qué aventura!



Si lo he comprendido bien: cuanto más energía se le comunica a un cuerpo más se acrecenta su masa.



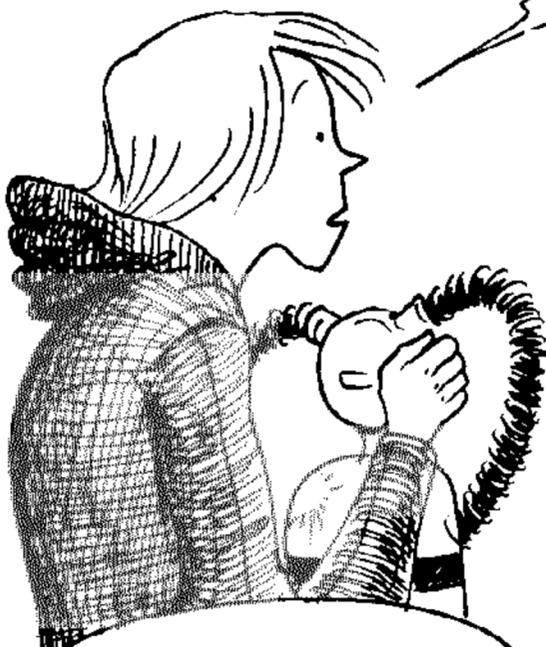
Es normal puesto que la energía y la masa son la misma cosa: **$E=m$**



Bueno, se diferencian en una constante...que es el cuadrado de c . Así escribiremos: $E=mc^2$. Humm..., es una simple cuestión de unidades. Si nuestra unidad de longitud fuera igual a trescientos millones de metros, entonces escribiríamos:

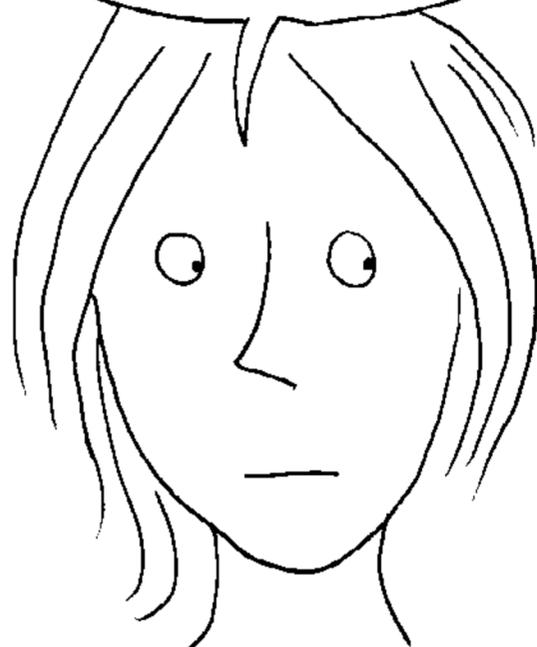
$$E=m$$

Pero, ¿de dónde viene ese valor de trescientos millones de metros por segundo?



En tu lugar, yo invertiría la pregunta: ¿de dónde viene el metro por segundo?

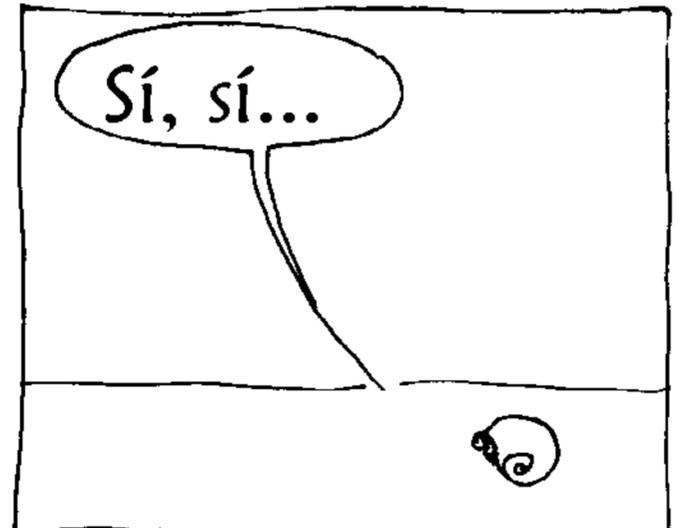
Yo...eh...¿si?



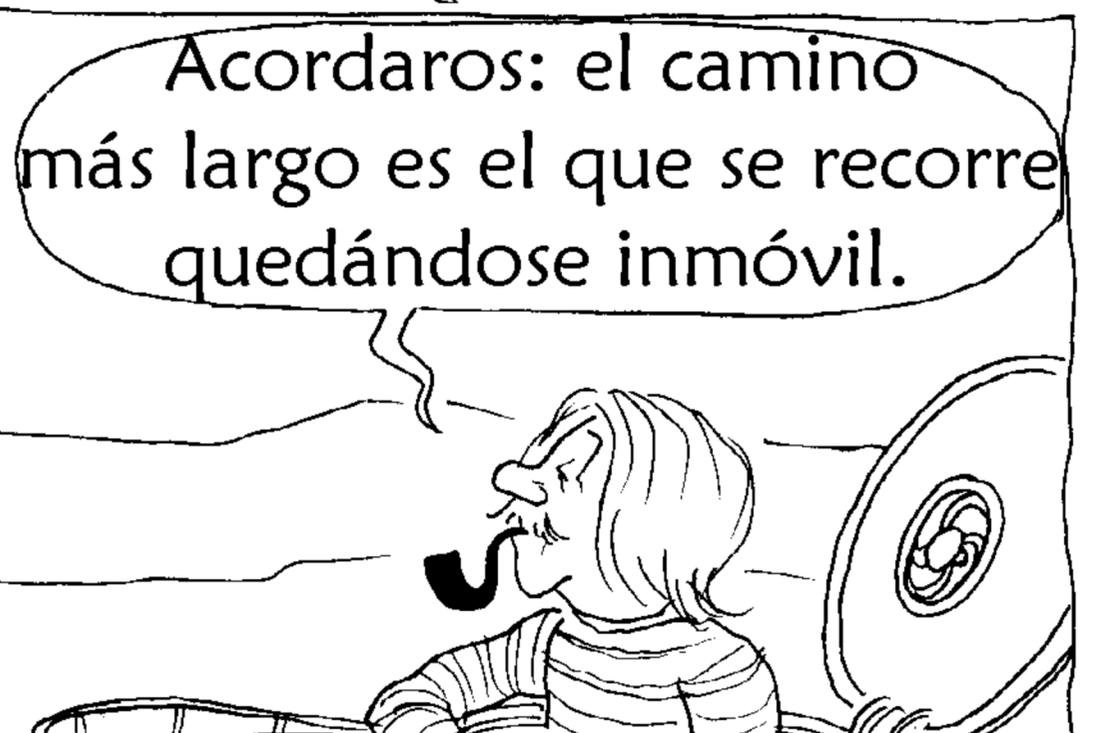
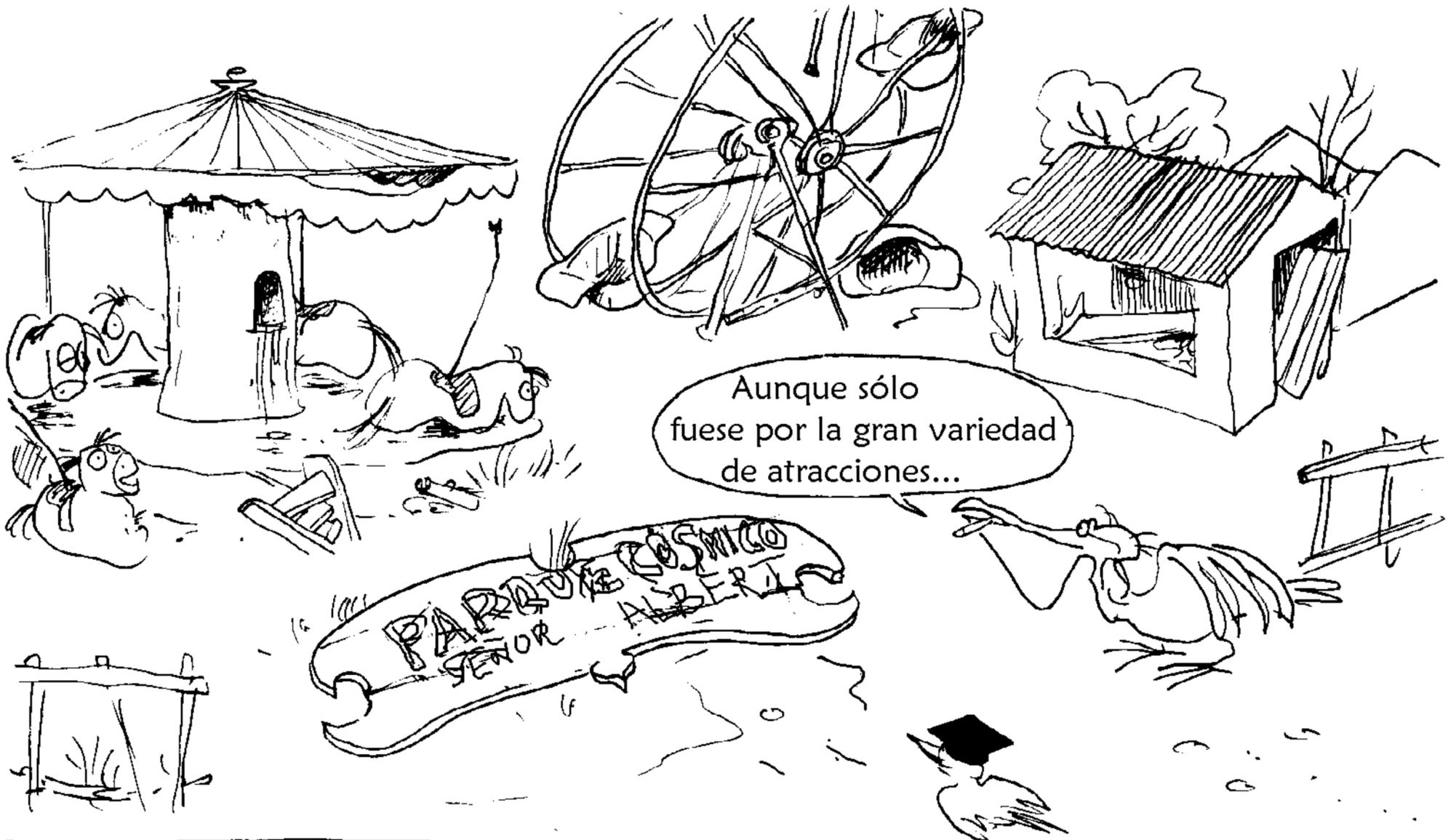
c es la unidad de velocidad por excelencia, el patrón cósmico universal. Y el metro por segundo no es más que un miserable submúltiplo.



(*) La EPISTEMOLOGÍA, grosso modo, es la disciplina filosófica que estudia los principios fundamentales del conocimiento humano.



La Epistemología es el edificio de la Ciencia. Continuamente se resquebraja y se derrumba para, posteriormente, renacer de sus ruinas.

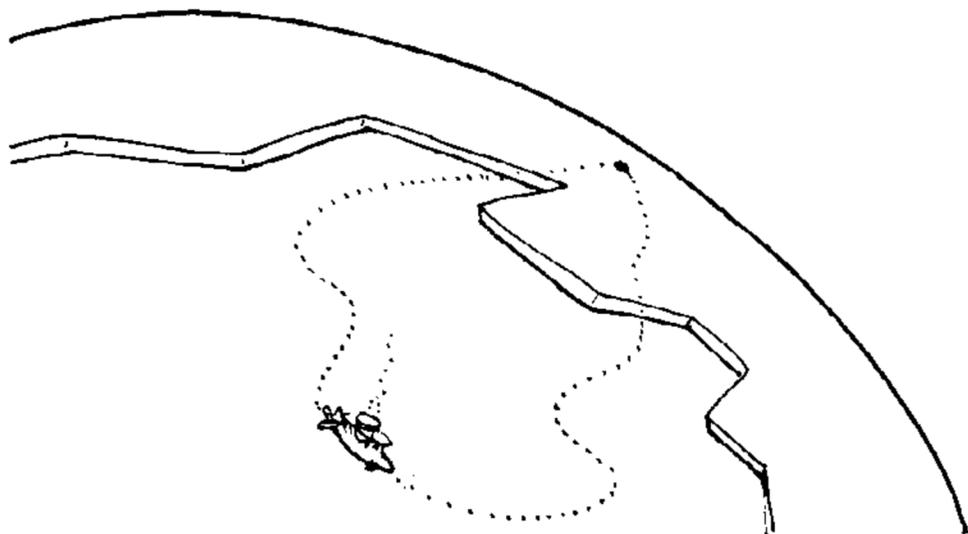
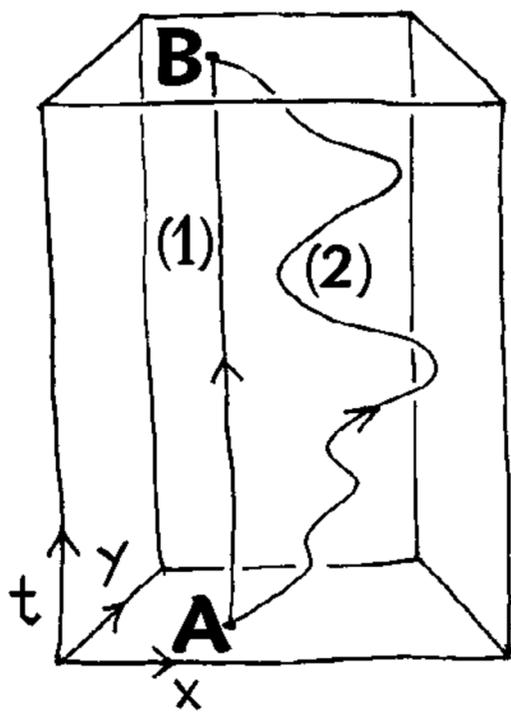


¿Qué ha querido decir con eso?

Simplemente que, en nuestro espacio-tiempo, la línea recta es el camino más largo de un punto a otro.

Por ejemplo, el trayecto rectilíneo \overline{AB} es el que se recorre quedando inmóvil. El trayecto curvilíneo (2) involucra una VELOCIDAD. Se dice que, en esas condiciones, el TIEMPO PROPIO, el del viajero (por oposición al del observador inmóvil), transcurrirá más lentamente.

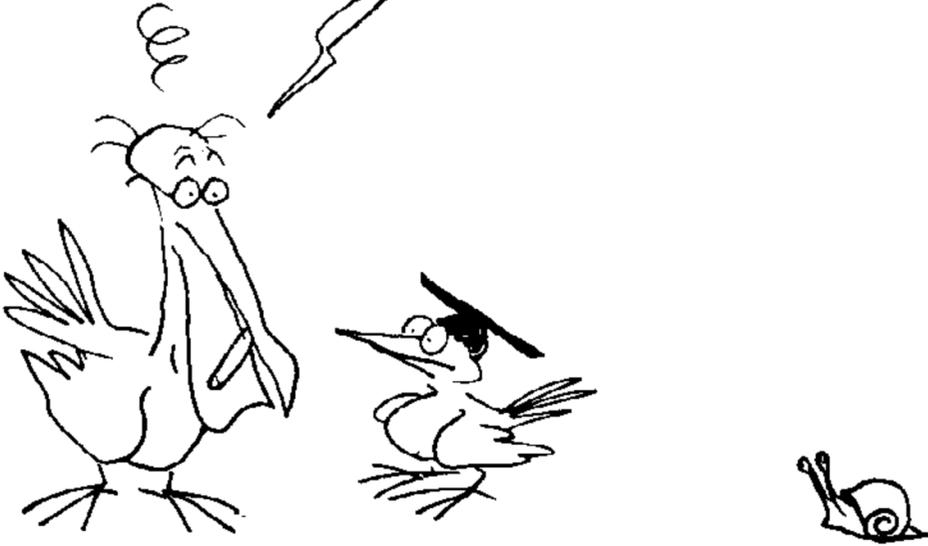
La verdadera distancia, en nuestro espacio-tiempo, es el tiempo propio transcurrido. Desde ese punto de vista el trayecto curvilíneo sería "más corto" que el trayecto rectilíneo.



¡Anselmo!

¡es completamente cierto!

Hay que estar loco para seguir un camino y quedarse en el mismo sitio!



EL VIAJE IMPOSIBLE

Ha caído la noche sobre el Parque Cómico

Sofía, ¿qué son las estrellas?

Son soles como el nuestro

Entonces la Tierra gira alrededor de la ESTRELLA SOLAR. ¿Crees que los otros soles también tienen planetas que sean como otras tierras?

Sí, Anselmo





Y la estrella más próxima está a...

La luz tarda cuatro años en venir desde nuestra vecina más cercana que es Alfa Centauri

Es decir a ...
icuatenta mil billardos
de kilómetros! (*)

Mientras que Plutón,
en el límite del sistema solar,
está a cinco billardos de
kilómetros, algo menos de
cinco horas-luz

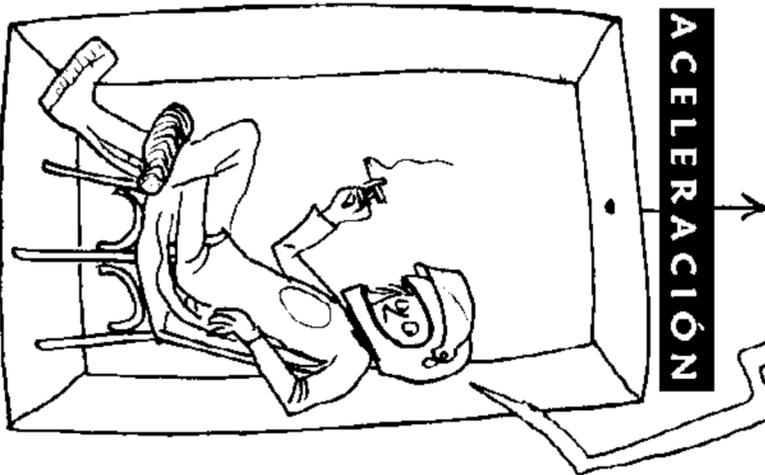
O sea, aproximadamente diez mil veces
más lejos. ¡Cuán grande es el Universo!

el señor Albert me ha explicado que se necesitarían cantidades ingentes de energía para aproximarse a la velocidad de la luz. Por ejemplo, para ir más allá de 100 000 km/s

Supongamos que tenga un motor de fusión que le proporcione a mi vehículo una aceleración de 1 "g" ; es decir, que mi velocidad crezca cada segundo diez metros por segundo.



Aquí el apartamento de dos habitaciones de Anselmo

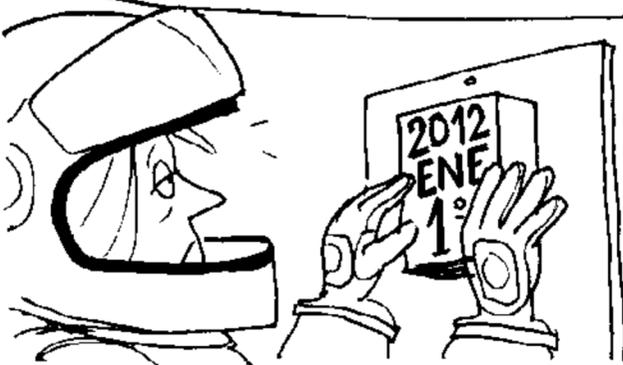


La gravedad aparente es igual a mi peso en la Tierra, así podría soportarla durante tanto tiempo como hiciera falta.

A este ritmo necesitaré cuatro meses para alcanzar mi velocidad de crucero de 100 000 km/s. Y durante este tiempo recorreré una centésima parte del camino



Entonces me quedarán doce años de viaje, sin contar los cuatro meses para frenar



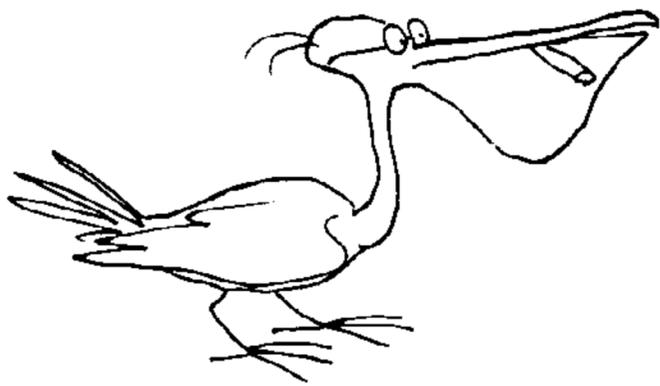
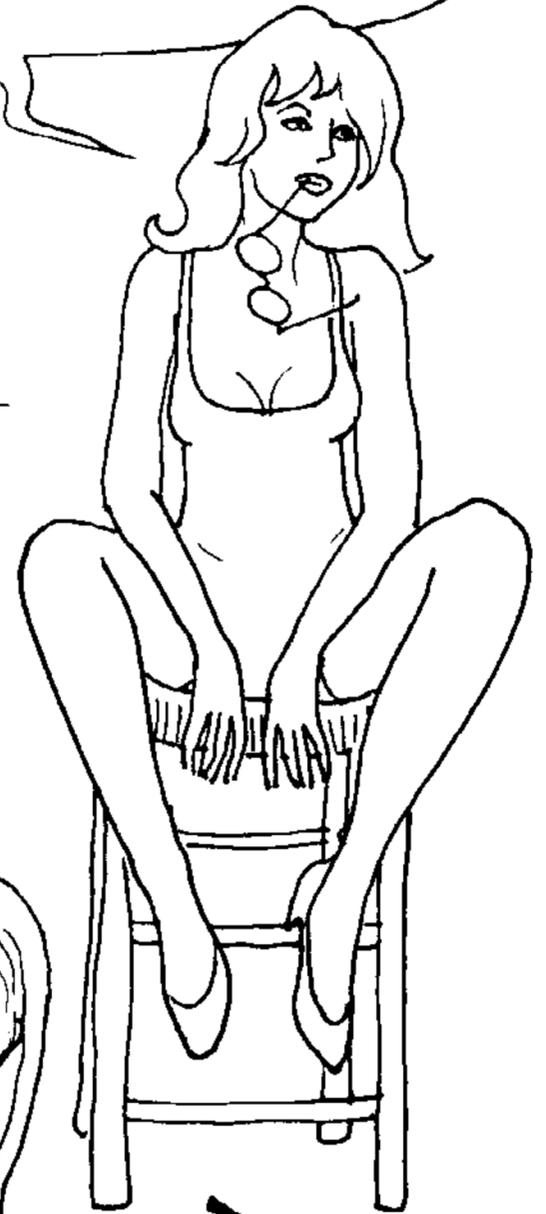
Y el mismo tiempo si quiero volver para contar lo que he visto allá abajo

(*)

Hay pocas posibilidades se que seamos los únicos seres vivos del Universo. Pero si hay planetas habitados, el primero seguramente, jestará más allá de los cuatro años luz!



Dicho de otro modo, para viajar según las leyes del Parque Cósmico ¡habría que dedicarle toda la vida!



Entonces, ¿qué podemos hacer?

¿Este muchacho no se para nunca?

¿Es imposible este viaje?



(*) Lo más importante del viaje siempre consiste en "castigar" a los amigos contándoles lo maravilloso que ha sido el viaje y enseñarles las fotos.

Ir más deprisa que la velocidad de la luz no tiene sentido. Es como querer ¡sumergirse más profundo que el centro del Parque Cómico!

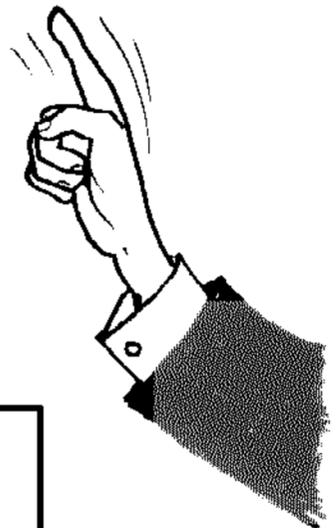
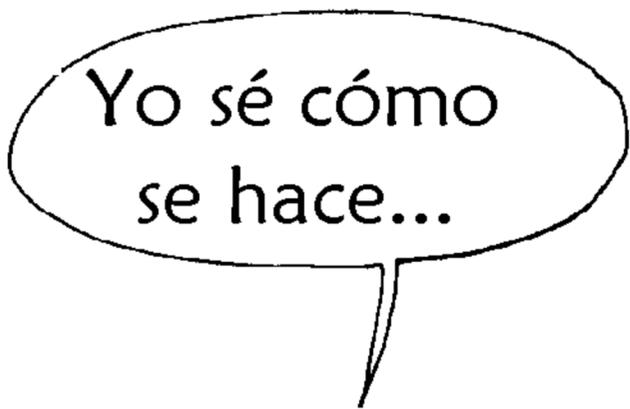
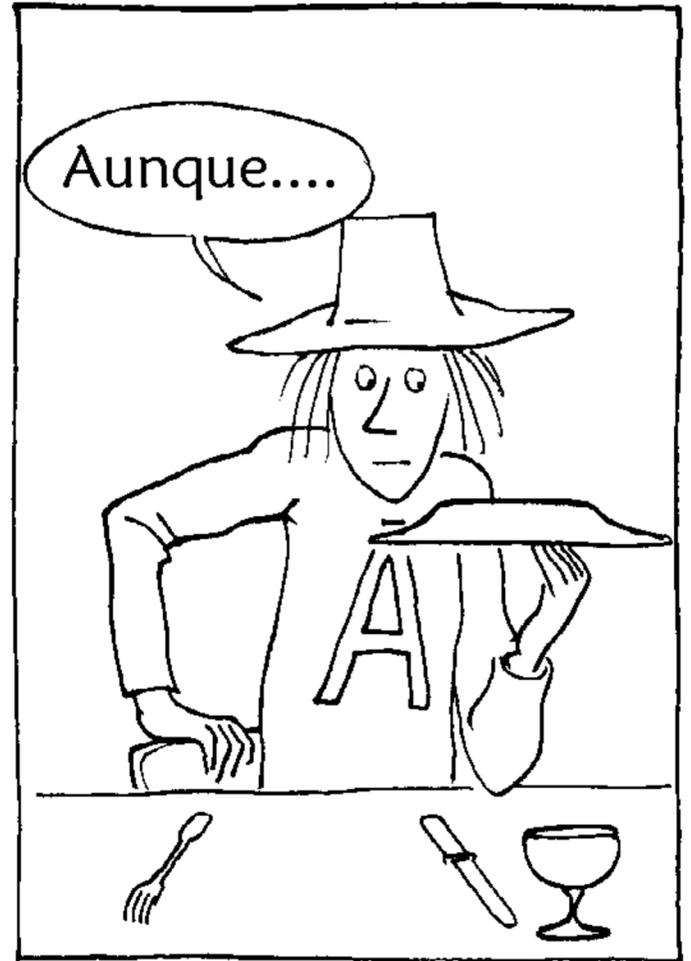


Puede que el Parque Cómico no sea el último modelo



¡No me basta! Pues no me dice nada sobre cómo ir hacia las estrellas en un tiempo razonable



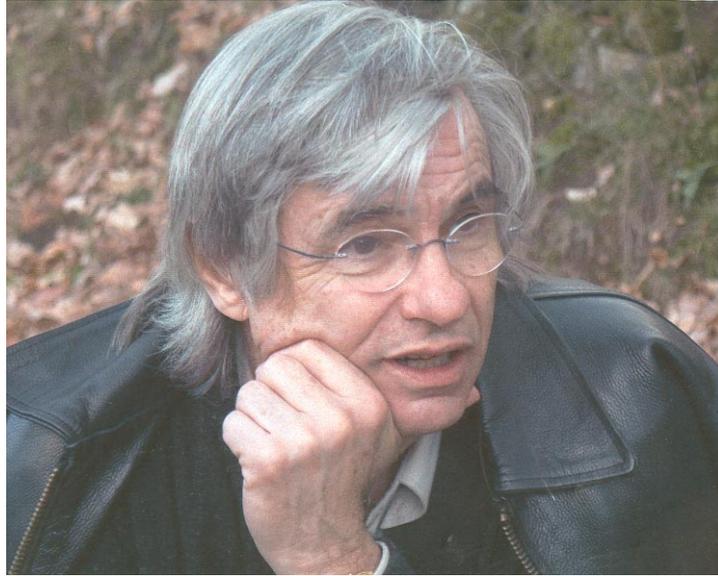


FIN

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.