

ES POSSIBLE EL VIATGE EN EL TEMPS?

Rafael Pla López

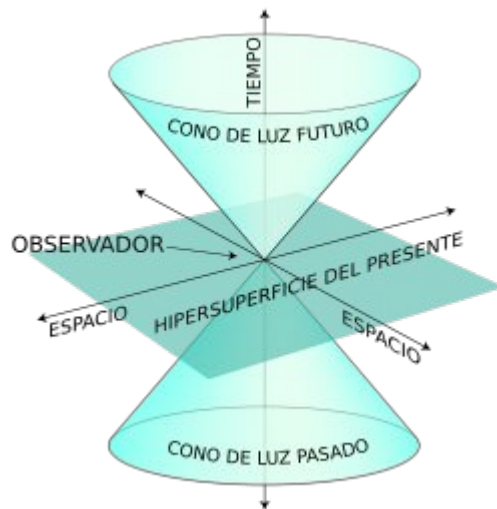


Resum

S'analitzen en aquest article el que diuen la Teoria de la Relativitat Especial, la Mecànica Quàntica i la Teoria de la Relativitat General sobre la possibilitat del viatge en el temps (al passat) i la manera de resoldre les paradoxes que es podrien generar, amb especial atenció a la interpretació d'Hugh Everett de la Mecànica Quàntica mitjançant universos paral·lels.

TEORIA DE LA RELATIVITAT ESPECIAL:

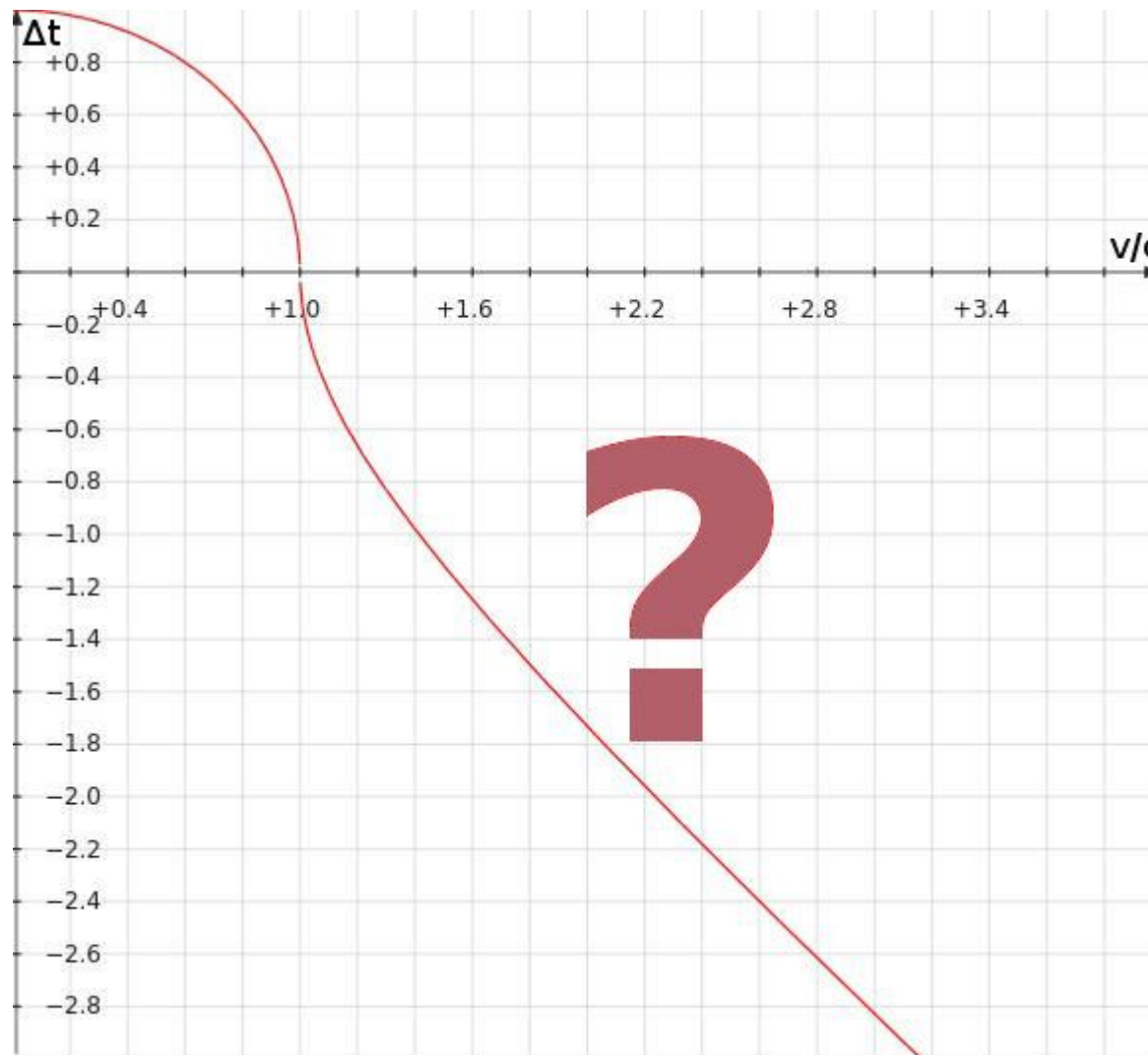
El temps no és absolut. Cal considerar-ho com una quarta dimensió, amb característiques especials:



En no poder superar-se la velocitat de la llum, qualsevol trajectòria des del present romandria dins del “CON DE LLUM FUTUR”, a distàncies iguals o inferiors a les que podria arribar la llum en un temps donat.

I solament els esdeveniments dins del “CON DE LLUM PASSAT” podrien afectar-nos.

I tot allò que estigués en l'exterior del Cono està fora del nostre abast.



CONTRACCIÓ DEL TEMPS PER LA VELOCITAT:

PARADOXA DELS BESSONS

Segons la Teoria de la Relativitat, el temps transcorre més lentament a mesura que augmenta la velocitat (figura adjunta), fenomen que és únicament apreciable a velocitats properes a la de la llum (c). Per això, si un bessó viatgés en una nau espacial a gran velocitat, en tornar seria més jove que el bessó que hagués romàs en la Terra.

QUÈ PASSARIA SI QUELCOM ANÉS MÉS RÀPID QUE LA LLUM?

Pròpiament, les Transformacions de Lorentz que en la Teoria de la Relativitat descriuen com varia l'increment de temps a l'augmentar la velocitat donaria una arrel quadrada d'un número negatiu,

el qual no correspon a cap número real. Tanmateix, es podria hipotèticament "perllongar" la corba que descriu la variació de l'increment de temps amb valors negatius per a velocitats superior a la de la llum, com con es representa en la part dreta de la figura. Això suposaria que al superar la velocitat de la llum es retrocediria en el temps.

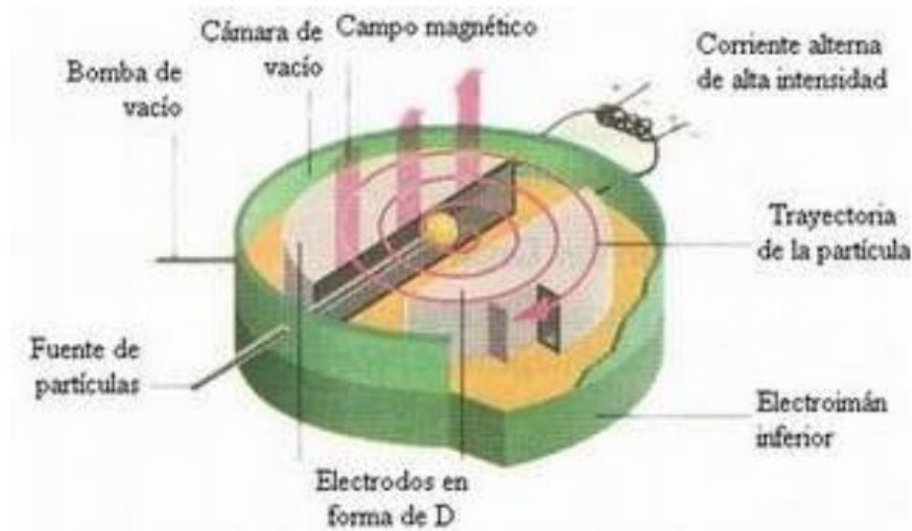
Aquest fenomen imaginari és un tòpic habitual en films i literatura de ciència-ficció.

Així, en la pel·lícula “**Superman 1**”, quan una catàstrofe produeix la mort de Lois Lane, Superman dóna voltes al voltant de la Terra a una velocitat superior a la de la llum per a retrocedir en el temps i salvar a Lois Lane.

Així mateix, en el conte “**Las propiedades endocrónicas de la tiotimolina resublimada**”, de Isaac Asimov, redactat a imitació d'un article científic, es descriu una substància, la “tiotimolina resublimada”, que es dissol en l'aigua abans d'haver-se vessat en ella. Això s'atribueix a unes partícules, anomenades “**taquions**”, que al tenir una velocitat superior a la de la llum retrocedirien en el temps. I en narracions posteriors d'Isaac Asimov, es recorre als taquions per assolir velocitats superiors a la de la llum en viatges hiperespacials.

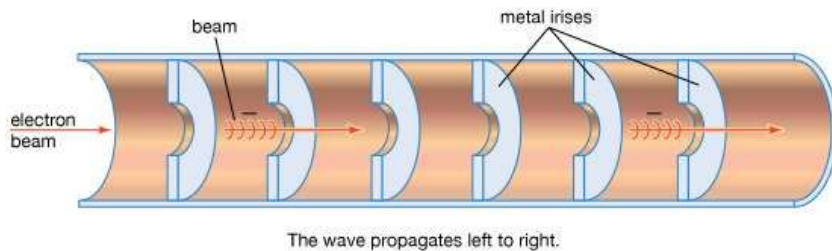
Jo pensava que el “taquions” eren simplement una idea de ciència ficció, i em vaig sorprendre quan Ramón Lapiedra, catedràtic de Física Teòrica que havia arribat feia poc al meu Departament, aleshores de Matemàtica Aplicada i Astronomia, ens va donar una xerrada sobre uns hipotètics taquions, partícules més ràpides que la llum, i així em vaig assabentar que alguns físics teòrics havien desenvolupat una cinemàtica coherent de tals partícules, en les quals la velocitat de la llum no seria un màxim sinó un mínim. Tanmateix, com el hipotètics taquions no podrien interaccionar amb les nostres partícules més lentes que la llum, la seua existència no pot ser corroborada experimentalment, de manera que és merament especulativa.

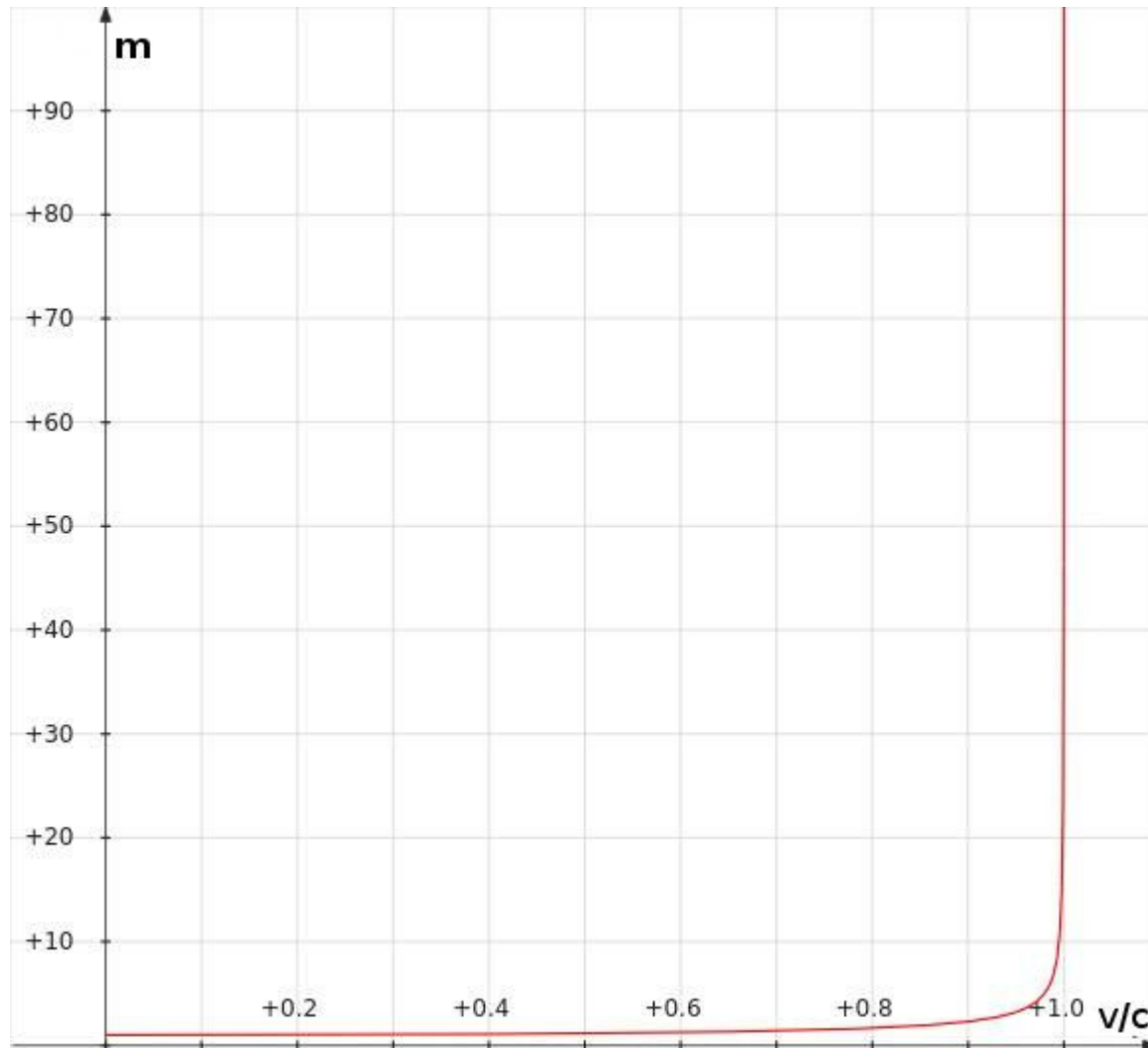
ESQUEMA DE CICLOTRÓN



Per altra banda, a l'augmentar la velocitat no solament disminueix l'increment del temps, sinó que també augmenta la massa. Aquest efecte també és apreciable únicament amb velocitats properes a la de la llum. Per això, es poden accelerar partícules "pesades", com els protons, en "Ciclotrons" circulars utilitzant un camp magnètic, com el que es mostra en la figura adjunta. Però els electrons, al ser més lleugers, es poden accelerar més, i a l'augmentar la massa es desviarien, topant-se amb les parets del Ciclotró.

Per això, per accelerar electrons cal utilitzar "Betatrons" rectes, com el que es representa en la figura següent; el nom fa referència als rajos "beta" (β) formats per electrons, que són una de les manifestacions de la radioactivitat.





en el temps, com en la pel·lícula de Superman.

I a més, a l'augmentar la massa en apropar-se a la velocitat de la llum, es fa cada vegada més difícil accelerar.

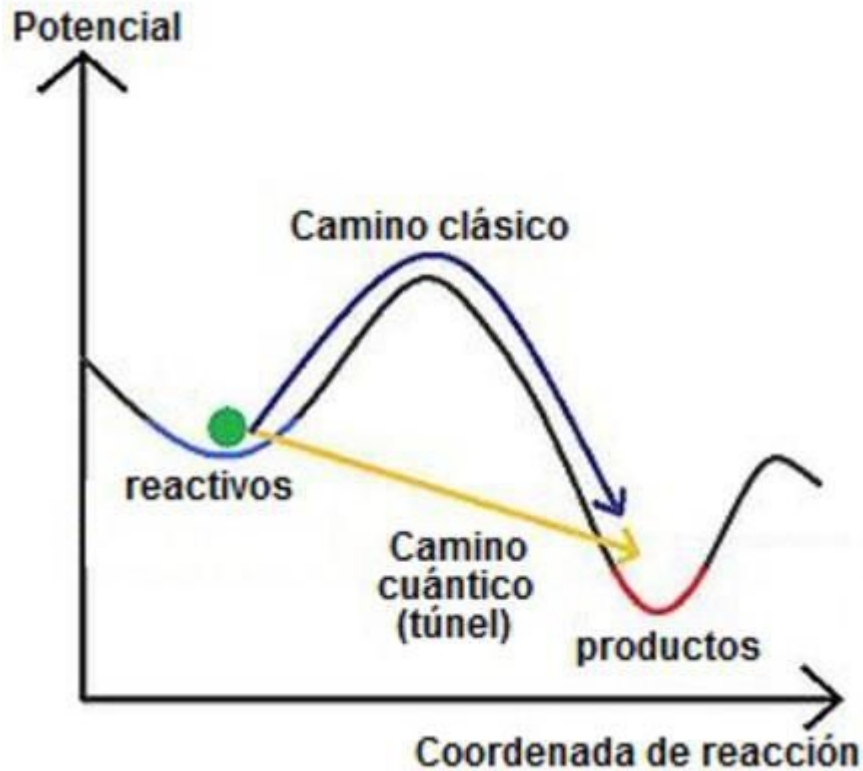
I quan la velocitat assolira la de la llum, la massa valdria infinit, com es representa en la figura adjunta. Estem parlant, clar, de cossos o partícules amb massa en repòs major que zero. En el cas dels fotons que constitueixen la llum, la massa en repòs seria zero, encara que, clar, a la seua velocitat de la llum tenen massa corresponent a la seua energia $E=m \cdot c^2$.

Però les partícules de massa en repòs major que zero no podrien ser accelerades fins a la velocitat de la llum.

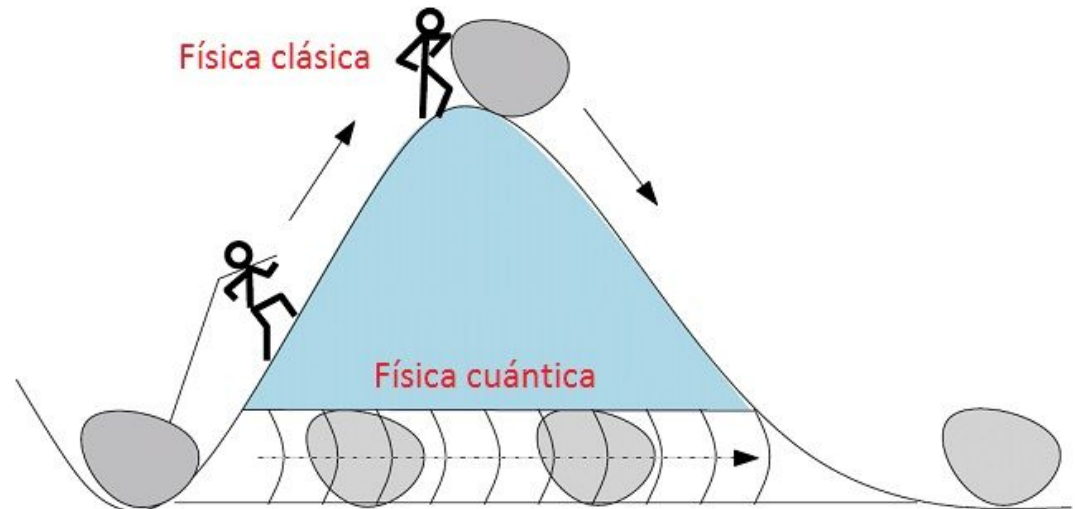
Per tant, la velocitat de la llum sembla ser un límit infranquejable, i no seria possible franquejar aquest límit per assolir la velocitat de la llum i retrocedir

MECÀNICA QUÀNTICA:

EFFECTE TÚNEL

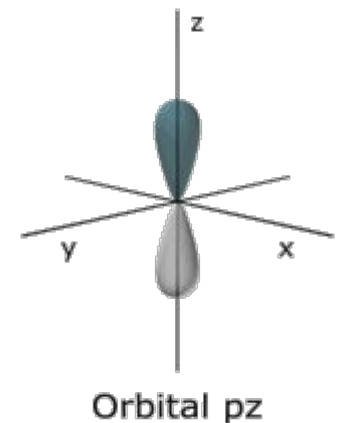


Ara bé, segons la Mecànica Quàntica és possible donar "bots" més enllà d'una barrera, mitjançant l'anomenat "efecte túnel" que es representa en les figures adjuntes.

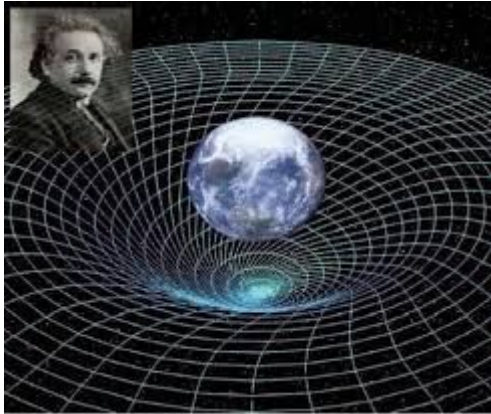


I cal dir que aquest "efecte túnel" no és quelcom exòtic. En els àtoms que tenim per tot arreu hi ha electrons en l'anomenat orbital pz que es representa en la figura de la dreta: en ell, l'electró està la meitat del temps en la part superior, i l'altra meitat en la part inferior, però mai en el pla intermedi.

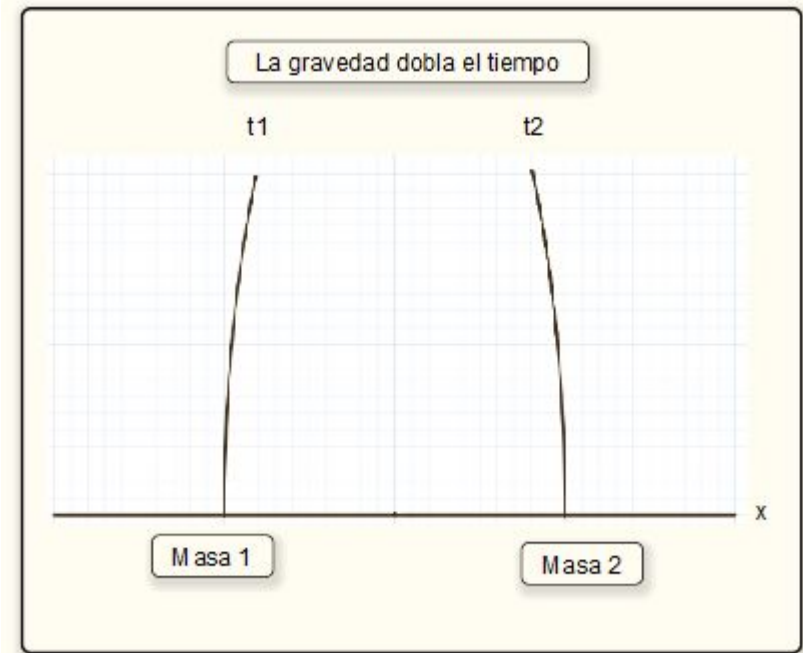
En la novel·la de ciència ficció "**El gato que atravesaba las paredes**", de Robert Heinlein, apareix el gat Pixar que no pot ser empresonat, perquè travessa les parets per efecte túnel...



TEORIA DE LA RELATIVITAT GENERAL:



Segons la Teoria de la Relativitat General, la gravetat deforma l'espai-temps, que deixa de ser "pla", tal com es representa en la figura de l'esquerra. I això suposa una "curvatura" de la línia temporal, tal com es representa en la figura de la dreta.



CONTRACCIÓ DEL TEMPS PER LA GRAVETAT JUNT A UN FORAT NEGRE:

Especialment significativa és la contracció del temps com a conseqüència de la forta gravetat en un forat negre.

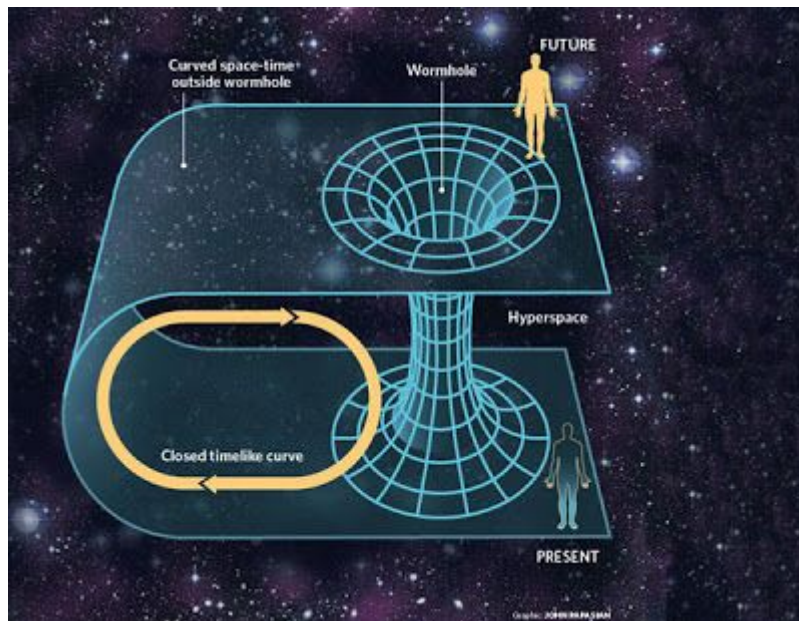
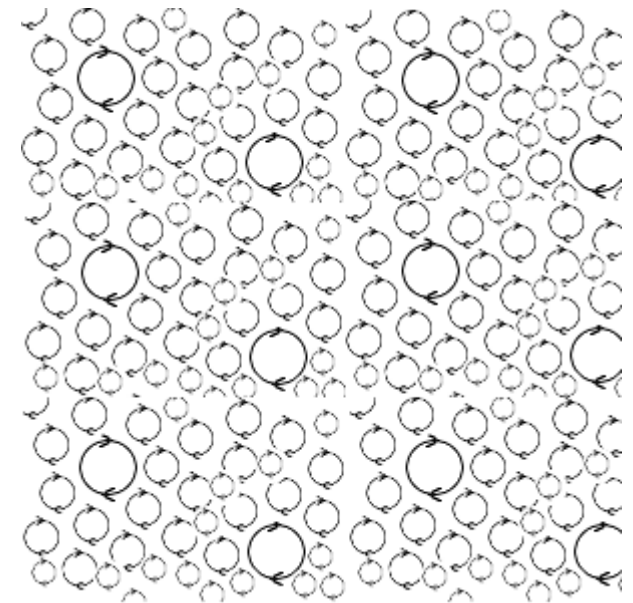
En la novel·la de ciència ficció "**Pòrtico**", de Friedrich Pohl, es fa ús d'això com un recurs narratiu: un parell de naus, una amb el protagonista i altra amb el seu amor, són capturades per un forat negre, però la combinació de les dos naus permet que una d'elles, la que porta al protagonista, escape del forat negre, en tant que l'altra s'afona en ell.

Aleshores el protagonista es turmenta pensant que el seu amor l'acusarà d'haver-la abandonat. Això agreujat pel fet que, degut a la contracció del temps en el forat negre, allí transcorren una minuts mentres que per al protagonista, de regrés en la Terra, passen anys. De manera que el protagonista pensa que

durant tot aquest temps el seu amor li reprotxa simultàniament la seua traïció mentre s'afona en el forat negre.

La qüestió ara és si la curvatura del temps per efecte de la gravetat pot arribar a ser tan intensa com per a generar una **Curba de Temps Tancada** ("Closed Timelike Curve", CTC o "Bucle Temporal").

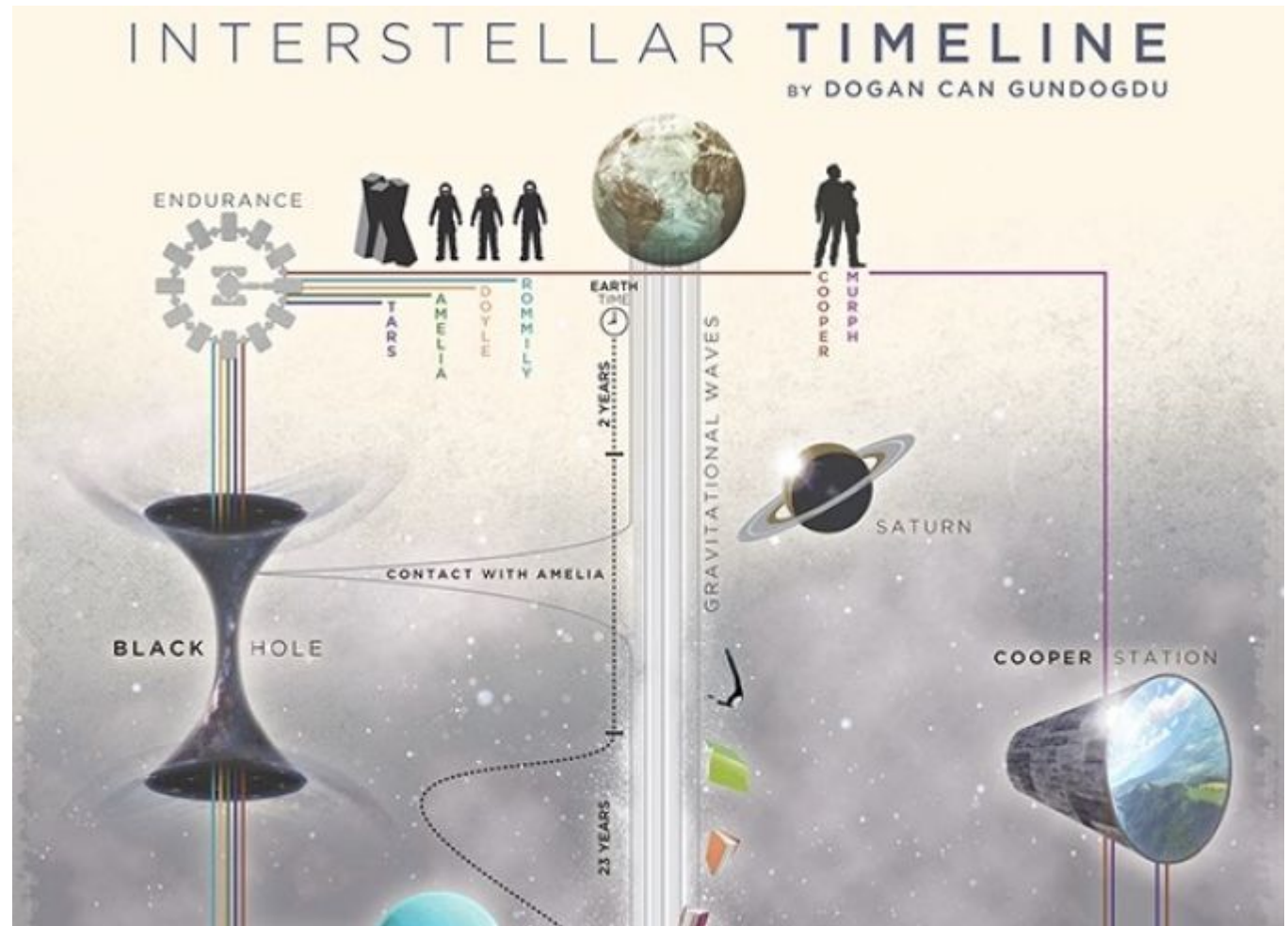
Fins i tot, en una possible **TEORIA QUÀNTICA DE LA GRAVETAT**, l'espai podria ser "espumós", ple de petits CTC, que permanentment estarien viatjant en el temps, tal com es representa en la figura adjunta, encara que això no ens permetria a nosaltres (ni a cap objecte macroscòpic) viatjar en el temps.



Ara bé, una CTC apareix també en les solucions de les equacions d'Einstein que descriuen la geometria generada per un forat negre en rotació.

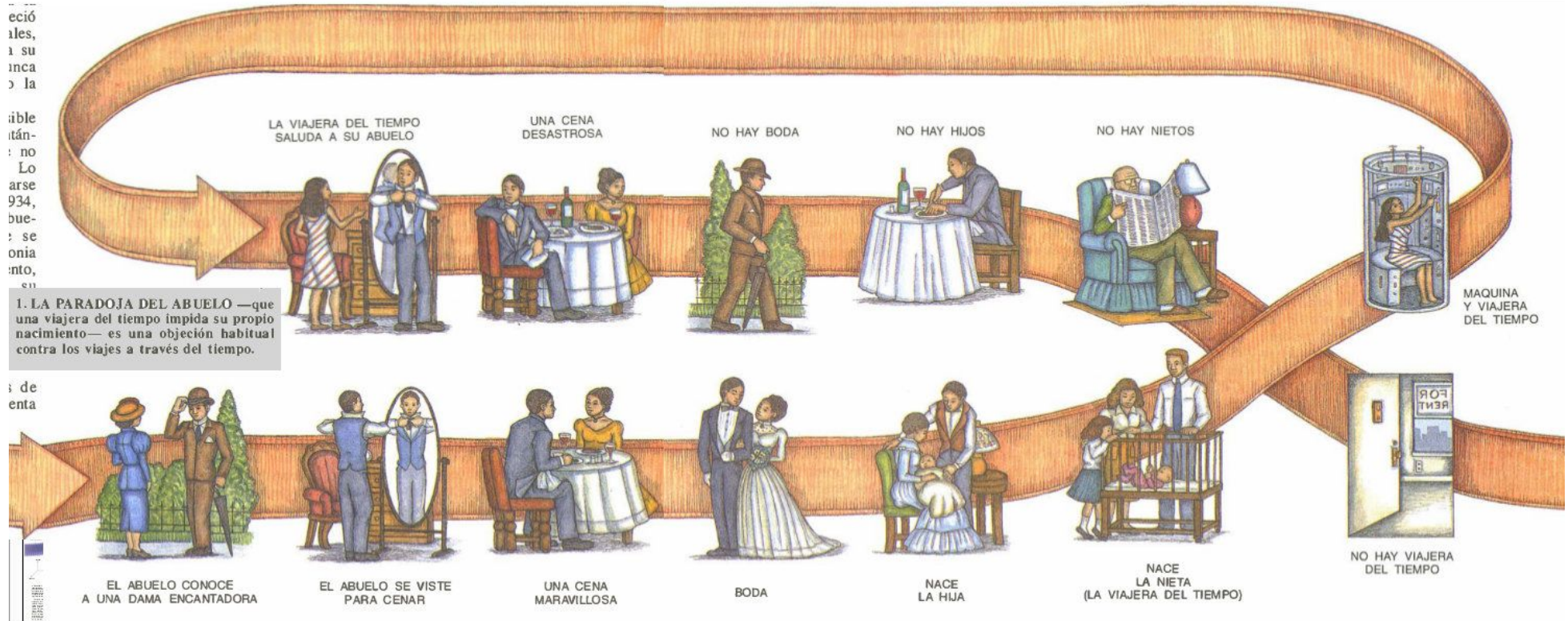
Això possibilitaria en principi viatjar en el temps travessant aquest forat negre, tal com es representa en la figura adjunta, si és que això fos viable.

En la pel·lícula “**Interestellar**” es fa ús d’aquesta idea. La figura adjunta representa la línia temporal seguida pel protagonista: primer, al romandre en un planeta que gira prop del forat negre, durant uns dies de la seua vida passen dècades en la Terra. I quan cau dins del forat negre pot contactar amb la seua filla en el passat. Però sortint del forat negre arriba a una base espacial al voltant de Saturn moltes dècades després, i troba a la seua filla que ja esdevingut una anciana.



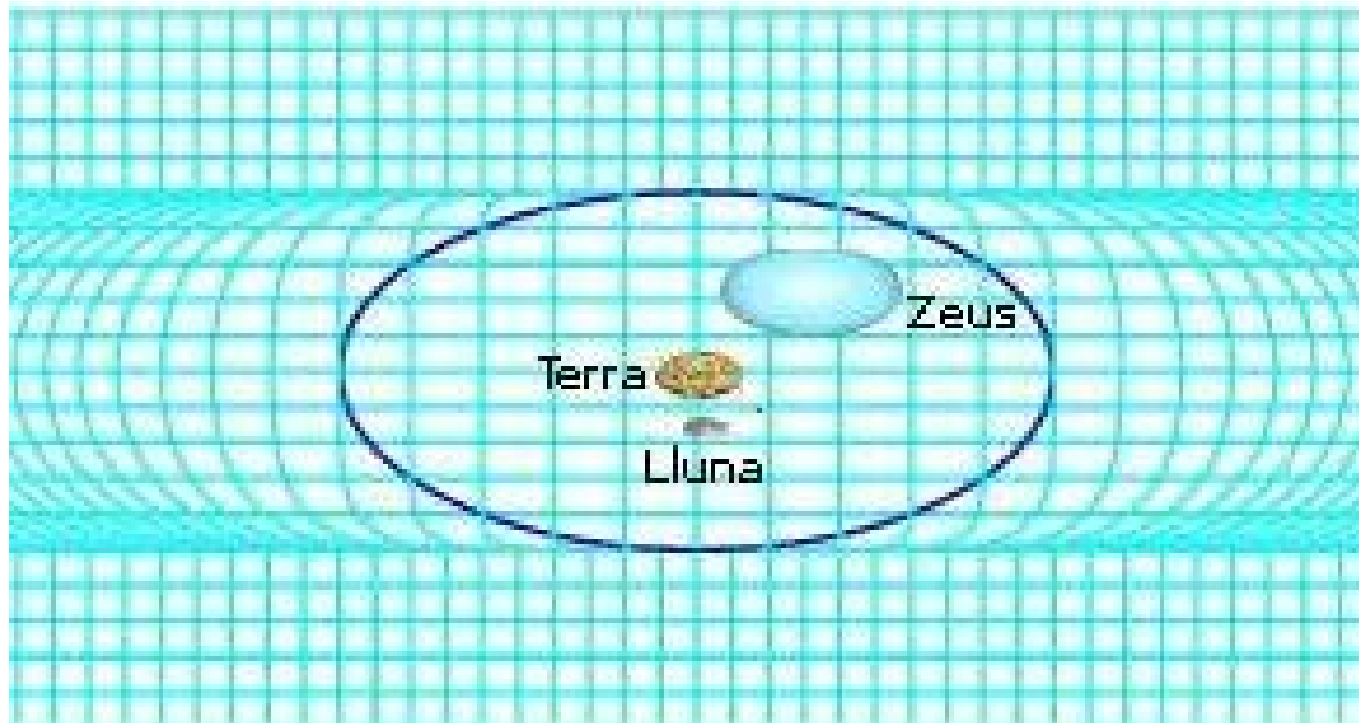
PARADOXA DE L'AVI

Ara bé, el viatge pel temps podria generar paradoxes, com la coneguda com “paradoxa de l’avi”. Què passaria si quelcom viatgés al passat i matés al seu avi abans que hagués engendrat al seu pare? En el número de “Investigación y ciencia” de maig de 1994 es representa una versió menys macabra d’aquesta paradoxa: la viatgera del temps visita al seu avi abans de la primera cita amb la seua àvia i es presenta com la seua neta. Aleshores el seu avi li diu a la seua àvia que tenen una neta, provocant el seu enuig per la seua presumptuositat de que van a tenir descendents: la cita fracassa, no s’ajunten ni tenen fills ni per tant neta.



PARADOXA DE LA INFORMACIÓ

Altra paradoxa és la de la informació, de la qual tenim una mostra en la pel·lícula **“Regreso al futuro 1”**: en una escena, el McFly que viatja al passat puja a l’escenari en una festa i es posa a tocar una cançó de Chuck Berry. Aleshores un assistent crida per telèfon a Chuck Berry i li fa escoltar la música, inspirant-li la seua composició. Aleshores, qui va compondre originalment la música de Chuck Berry?

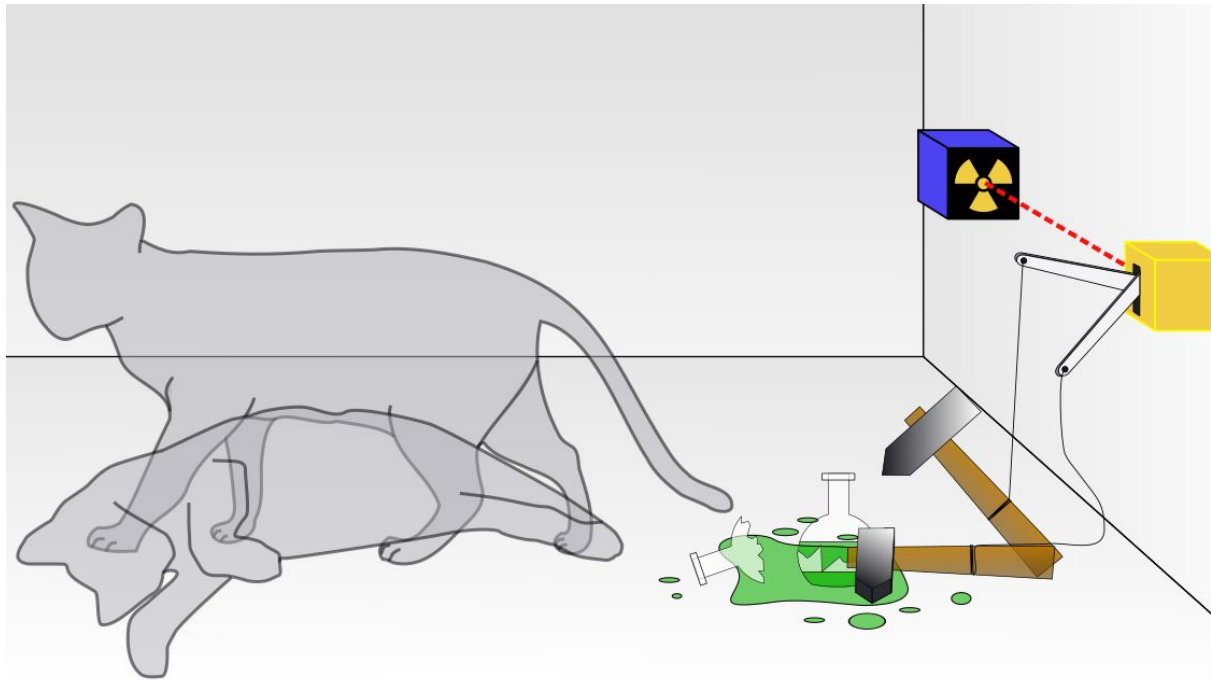


I es planteja altra paradoxa en el quart volum de la meua **“Saga de la Tierra Errante”** (<http://alteritat.net/tierraerrante>): una figura coneixent la teoria del camp unificat viatja al passat generant un camp que deforma l’espai permetent que el sistema Zeus-Terra-Lluna es desplace a gran velocitat. I altre personatge s’interroga: *“Pero con el campo taquiónico alrededor de la Tierra fue distinto. Fue su estudio lo que permitió a Joan James preparar su tesis*

doctoral sobre el mismo, y posteriormente continuar las investigaciones que condujeron finalmente al desarrollo de la teoría del campo unificado. Y ello sí que es un bucle paradójico, no ya temporal, sino de conocimiento. Y la cuestión es, ¿quien descubrió originalmente dicha teoría?”.

LA INTERPRETACIÓ DE COPENHAGUE DE LA MECÀNICA QUÀNTICA:

Per abordar aquestes paradoxes cal atendre a les interpretacions de la Mecànica Quàntica: segons l'anomenada interpretació de Copenhague, un objecte quàntic microscòpic es pot trobar en una situació de "superposició" de diferents estats bàsics, col·lapsant a u d'ells quan interacciona a través d'una mesura amb un objecte macroscòpic.



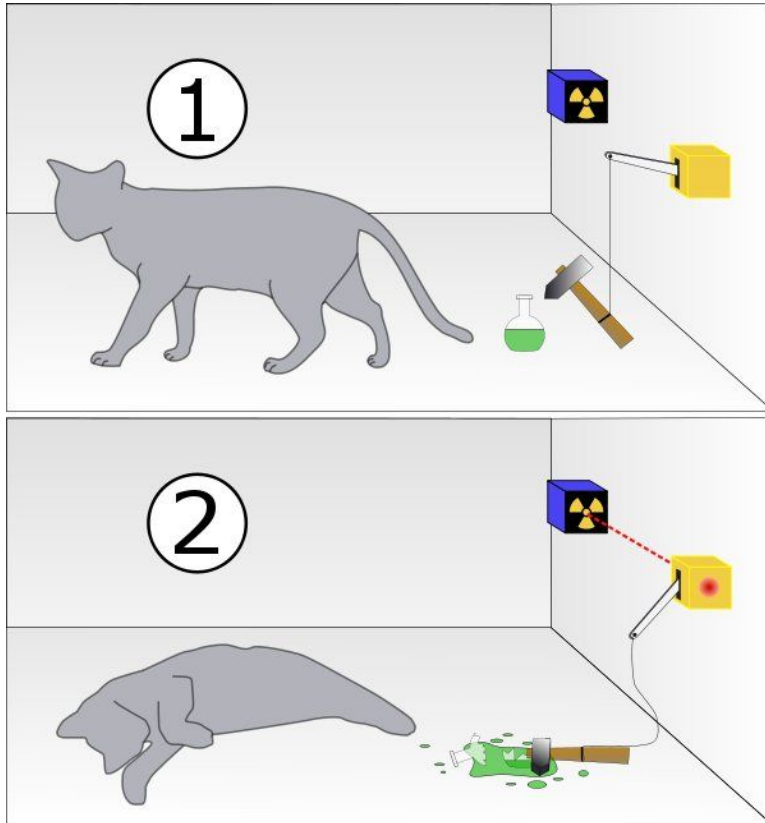
Però aquesta superposició d'estats es podria produir també en un objecte macroscòpic, com s'explica en l'experiment imaginari anomenat del "gat d'Schrödinger" (que va inspirar al gat de la novel·la de Robert Heinlein): suposem que un gat està tancat en una caixa amb un dispositiu que aleatòriament pot generar o no una radiació que activaria un martell alliberant un gas verinós que el mataria. Aleshores, si en el dispositiu hi ha una superposició entre generar o no la radiació, hi

haurà també una superposició en els estats del gat, que estaria viu i mort alhora... fins que obrim la caixa, moment en el que col·lapsaria a u dels dos estats.

Així, i en tant que una CTC (Corba Temporal Tancada) siga també una possible solució de l'equació d'Schrödinger, l'avi de la paradoxa estaria també viu i mort alhora?

INTERPRETACIÓ D'HUGH EVERETT DE LA MECÀNICA QUÀNTICA:

UNIVERSOS PARALLELS



Tanmateix, la interpretació de Copenhague el que fa és generalitzar les paradoxes sense necessitat de viatjar en el temps. Una interpretació lògicament més coherent és la que va formular Hugh Everett, segons la qual els processos quàntics aleatoris el que fan és generar bifurcacions quàntiques entre universos paral·lels. Així, en l'experiment imaginari del gat d'Schrödinger es produiria una bifurcació entre dos universos. De manera que dins de la caixa tancada el gat estaria viu o mort, no viu i mort alhora. Simplement, fins que obrim la caixa no sabem en quin univers estem, l'univers del gat viu o l'univers del gat mort.

I en la pel·lícula “**Coherence**” (que podeu veure en <https://www.youtube.com/watch?v=hK23tNfLSII>) el pas d'un cometa genera una zona en la Terra en la qual al travessar-la els protagonistes canvien d'Univers.

Igualment, un CTC o bucle temporal generaria una bifurcació quàntica entre dos universos. De manera que en un univers l'avi viuria (o tindria una neta) i en l'altre no. De la mateixa manera, en un univers Chuck Berry compondria la seua música, i en altre seria inspirat per la música composta pel Chuck Berry del primer univers. Així, la interpretació d'Hugh Everett permet resoldre les paradoxes que podrien generar els viatges en el temps.

CONCLUSIÓ:

El viatge en el temps és factible? No ho sabem.

Està prohibit per les lleis de la Física?: NO.