

INTRODUCCIÓN

Desde una tendencia a suponer modelos cosmológicos cerrados, en deceleración por reconcentración gravitatoria, con $q > 1$; desde 1997 las investigaciones de Hamuy, Perlmutter, Riess, Schmidt et al. hasta 2011, obligaron a la Comunidad Científica a una reinterpretación de un Universo en Expansión Acelerada, y se tuvo que rescatar la Constante Cosmológica, Λ , que en su día Einstein propuso (también en línea con la tendencia mayoritaria de la época en suponer modelos cosmológicos estacionarios).

La Relatividad General, GR, no tiene preferencia por una métrica espaciotemporal concreta, como no la tiene por una geometría o no la tiene por un número de dimensiones, pero las métricas FLRW, las simetrías -esférica, cilíndrica,...- y las 4 dimensiones, la han complementado con éxito. El conjunto GR+FLRW, tiene la propiedad de conservar la ergodicidad dimensional, armónica y proporcionada durante una dinámica expansiva: $dt \propto dx^n$, (garantizando la estabilidad y unicidad de soluciones); definiendo así una velocidad causal máxima constante, c .

Los datos observacionales indican que si la métrica en la macroescala es modelable con la FLRW -espacio en expansión y tiempo constante, cdt -, el Universo se expande aceleradamente; ello implica la existencia de una Energía Oscura de la que nada sabemos, y que no ha sido constante en la Historia del Universo... la condición es que el complemento FLRW sea una aproximación o una descripción a esa escala. Aquí se intentará analizar qué condiciones debería cumplir el "papel cuadriculado" sobre el que dibujamos el "cono relativista", para que los datos no impliquen necesariamente que el Universo se expanda aceleradamente. Si la hubiera, debería ser compatible con que las observaciones pudieran ser interpretables como indicios de que en la macroescala es posible tomar otras referencias de distancias.

La métrica euclídea 3D es válida para la gravedad newtoniana y relatividad galileana a escalas locales, las métricas de Minkowski y FLRW 4D, tienen su rango de validez contrastado en la mesoescala e incluso en la microescala. Suponerlas válidas más allá, resulta una muy razonable hipótesis contrastada por la experiencia en escalas hasta ahora accedidas, pero no sabemos hasta dónde alcanza su margen, si es que lo tiene, al tomar medidas de escalas hasta ahora no accesibles. Extendemos métricas, simetrías y dimensionalidad, al Universo en su conjunto como axiomas implícitos y razonables, pero tal vez pueda haber otras más oportunas para el macrocosmos o para los primeros instantes del Big Bang.

Como veremos, una métrica alternativa contiene la sospecha de perder la propiedad de proporcionalidad entre dimensiones espaciales y temporales, que caracteriza a las FLRW y que equivale a decir que la velocidad de la luz ya no sería constante en el tiempo. Consciente de ello, Einstein en 1911 ya había terciado: *"El principio de la constancia de la velocidad de la luz es válido sólo en regiones del espacio-tiempo con G constante"*.

Con la condición de respetar la isotropía en el espacio y la anisotropía en el tiempo, veremos que si encontráramos un modo tal de medir distancias que mantuviera la referencialidad a la velocidad de la luz que requiere la GR, no sólo habrá que considerar dimensiones adicionales, sino que además que los "relojes" también se expanden (tiempo propio y tiempo comóvil). En éste trabajo intentaré deducir que para mantener intacta la GR con el Principio Cosmológico, serían necesarias dos o más dimensiones temporales -o al menos una quinta dimensión no-simétrica, que por analogía a la propiedad de irreversibilidad del tiempo, cualificamos también de temporal-.

Como método de búsqueda fenomenológico de tal modo alternativo de calcular distancias por el “teorema de Pitágoras” a diferentes geometrías planas 5D, podríamos ir probando aleatoria o secuencialmente hipótesis de “factores de escala en 3S+2T” para analizar su ajuste a los datos observacionales, tanto del espacio profundo como de la CMB.

$$\frac{d^2 x^A}{d\chi^2} + K_{BC}^A \frac{dx^B}{d\chi} \frac{dx^C}{d\chi} = 0 \quad (1.1)$$

Es lo que se ha hecho en 4D, y hay innumerables propuestas, desde de Sitter, a la actualmente más reconocida: Λ CDM; en las que se manejan como parámetros H_0 y T^{ab} . Para ahorrar repetir el tedioso proceso y proponer sus equivalentes en 5D, se supondrá una hipótesis que por si sola deduce un sistema métrico con factor de escala logarítmico, que tiene la propiedad de ser compatible a la vez con la Relatividad General, el Principio Cosmológico, la VLT –“Variable Speed of Light”-, el Segundo Principio de la Termodinámica, todas las observaciones astrofísicas hasta la fecha y además, puede ser localmente “bien comportado”:

“El Universo está en rotación: las coordenadas temporales giran sobre las coordenadas espaciales en un espaciotiempo de al menos 5 dimensiones, de las que como mínimo 3 son simétricas o espaciales y al menos dos son asimétricas, o temporales”

$$ds^2 = \Sigma(dx^i)^2 - c(t^j) \Sigma(dt^j)^2 = \gamma_{AB} dx^i dt^j \quad (1.2)$$

El método será disponer dichas condiciones para un Universo 5D en rotación, que alejados del “Inicio”, nos llevará a una solución consistente con la FLRW 4D en la mesoescala, y que en la macroescala resulta compatible con las observaciones. ¿Para qué proponer una métrica más complicada y llegar a la misma proyección 4D? En el proceso que nos lleva de nuevo a una métrica FLRW, veremos que lo que cambia es la escala de los ejes sobre los que se dibuja el mismo sistema de referencia “spacelike-timelike”, que deja de ser lineal y pasa a ser logarítmico.

“A priori” puede resultar contraintuitivo, incluso en el modelo de su simetría más sencilla: una hiperesfera 1S+2T en la que las coordenadas espaciales conforman el eje sobre el que rotan las coordenadas temporales. Si el Universo tiene momento angular, para que el espacio sea isotrópico y el tiempo tenga una “flecha”, el propio tiempo es multidimensional y las constantes cosmológicas son variables. Según Einstein, si lo son o no y el porqué las constantes son constantes es “una de las preguntas más interesantes que puedan hacerse”. La arbitrariedad de las constantes representa la distancia entre el modelo y la realidad.

ANTECEDENTES

En 1884 Abbott publicó su “Flatland”, un mundo bidimensional espacial para el que un ser tridimensional sería “divino”. Mach propuso una reinterpretación de la polémica del cubo de Clarke-Newton y Leibnitz, que podría hacerse girar en relación al espacio absoluto, y el agua en él contenida formaría la característica superficie curvada, en ausencia de todo lo demás en el universo, sería difícil demostrar que el cubo estaba, de hecho, girando y el agua permaneciese plana. Si otro objeto fuese introducido en este universo, quizás una estrella distante, en tal caso existiría algo en relación a lo cual el cubo se vería rotando. El agua dentro del cubo podría posiblemente mostrar una leve ondulación. Causas que pueden ser externas a los efectos.

La primera hipótesis de la multidimensionalidad temporal procede del intento de explicar la precognición (Dunne, 1927). Bennett (1949), para justificar el libre albedrío de un Universo sin

demonios de Laplace, planteó un universo de seis dimensiones con las tres dimensiones espaciales usuales y tres dimensiones de tipo tiempo a las que denominó tiempo, eternidad e hyperaxis. La eternidad puede ser considerada un tiempo cosmológico o un tiempo sin tiempo. Se supone que la hyperaxis se caracteriza por su capacidad-para-ser y puede ser más perceptible en el ámbito de los procesos cuánticos. Bergson definía un tiempo estructural "absoluto", equivalente a la "eternidad" anterior, distinto al tiempo propio de Einstein. Ello se actualizó con la pregunta de si tiene sentido la pregunta de ¿qué había antes del Big Bang?

La Ciencia Ficción adoptó la hipótesis cuando comenzaron a crecer las dimensiones en las teorías de cuerdas: «The Reverse Time Loop» de Snegov (1977): «Mi idea es salir del tiempo unidimensional durante un tiempo bi-dimensional»; en "The Number of the Beast" de Heinlein (1980) se presenta una cosmología de seis dimensiones en la cual existen tres dimensiones de tiempo, denominadas t, tau y teh; similar a "The Wounded Sky", de Duane, denominadas "comienzo" "duración" y "termination"; en "Ware Tetralogy" de Rucker, los metamarcianos "proviene de un sector del cosmos en el cual el tiempo es bi-dimensional".

En la serie televisiva "Doctor Who", el Doctor menciona en repetidas ocasiones la "rotura en el tiempo" y el salto entre la primera y segunda dimensiones. En "Interstellar" una civilización residente en 5D, percibe dos dimensiones temporales y sitúa al protagonista en una "burbuja dimensional", que le permite desplazarse en una de las dimensiones temporales. *Aquí puedo contar mi batallita personal.*

Desde la Física, las clases de Bianchi precedieron incluso a la GR, proponiendo geometrías anisotrópicas que se han investigado como soluciones teóricas a las ecuaciones de Einstein. En 1922, Cartan propuso soluciones de momento angular intrínseco a la GR, cuyos efectos de torsión son bien conocidos, (obviamente el "dragging" no implica un momento angular extrínseco, pero sí que la hipótesis rotacional fue temprana y no es demasiado original). Al no detectar anisotropías en el espacio, se ha descartado desde entonces que el Universo gire, sin embargo tampoco se ha contestado a la pregunta de: si el Universo procede de un Big Bang, ¿cuál es el motivo y el proceso de transformación de momento lineal en momento angular? O dicho de otro modo ¿por qué todo en el Universo está en rotación si comenzó con una explosión "radial"? Aunque no se tenga claro cual, un momento angular extrínseco no-nulo, debería tal vez dejar alguna marca residual sobre el espacio, que no tiene por qué ser evidente, como no lo ha sido durante los siglos en los que la Tierra no giraba, pero hoy identificamos la aceleración de Coriolis por el sentido de las borrascas de la superficie terrestre como consecuencia de su misma rotación.

La propuesta de un Universo con momento angular extrínseco no-nulo, comienza pronto con Lanczos en 1924, aunque hubo que esperar a que Gödel en 1949 publicara una solución cosmológica rotacional a las ecuaciones de la GR, que no tuvieron continuidad al contradecirse con la isotropía universal observable. En los años 60 Ozsváth-Schücking o Hawking rescataron la idea y abrieron una pequeña ventana a tal opción: *"Estos modelos podrían ser una descripción razonable del Universo observado, aunque los datos son compatibles solo con una muy baja rotación"*. Más tarde, en los años 80 y 90, varios autores postularon diferentes versiones (Phinney-Webster, Barrow-Juskiewicz-Sonoda, Obukhov, Ivanenko, Korotky, Birch), para de nuevo regresar a la inacción académica debido a la inapelable homogeneidad de la CMB. Aunque sólo sea como ejercicio matemático, ocasionalmente se renueva la intención (Vukovic, 2014). Cabe apuntar que si bien resulta difícilmente cuestionable la isotropía espacial, es obvia la anisotropía temporal: entropía.

El Principio Cosmológico ha ido confirmándose una y otra vez, y sin que haya por ello motivos para ponerlo en duda, seguimos sin explicar la anisotropía de la materia respecto a la antimateria, pues derivamos la respuesta a la Física de Partículas que ha demostrado experimentalmente la simetría CPT. Intentando los astrofísicos recuperar protagonismo en el campo de la simetría, que ha revolucionado la cuántica, en las últimas dos décadas se han publicado algunas observaciones en éste sentido, entre las que cabe mencionar el Eje Universal de Nodland-Ralston (*"Tal vez no fue una explosión perfecta, sino con un giro de espacio y tiempo"*), con contra-artículos de Carroll-Field, que afirman no ser estadísticamente resolutive; la asimetría en el sentido de giro de las galaxias espirales analizada por Longo (*"Si esa asimetría es real, esto significa que el universo tiene eje y un momento angular neto. Por la conservación del momento, retrocediendo, significa que el Universo nació girando. No podemos vernos desde fuera, así que debemos asumir que gira respecto a otros universos en un espacio de más dimensiones."*); el Eje del Mal de Faber; las supuestas anomalías del octopolo en la CMB; el Flujo Oscuro de Huterer; o el Gran Atractor de Kashlinsky (cuya explicación hoy compite con causas más prosaicas, como un hipercúmulo en la constelación Vela).

En éste trabajo la hipótesis rotacional con la condición del Principio Cosmológico, obliga a considerar dimensiones adicionales; sin embargo la consecuencia históricamente es previa. En 1913, Nordström propuso una teoría de la relatividad en un subespacio-tiempo de un espacio mayor 5D, con potencial escalar. Al tomar la GR el potencial tensor, Kaluza en 1919 propone un modelo cilíndrico (que es el equivalente geométrico al supuesto de que los campos en 4 dimensiones no dependen de la quinta, o derivable respecto a la coordenada adicional, para limitar el sistema a 15 ecuaciones), vacío de materia en 5D ($G_{AB} = 0$, $R_{AB}=0$), y desde entonces ha sido recurso que ha derivado su uso a la Cosmología a la Física de Partículas, con su máximo desarrollo en las Teorías de Cuerdas. Tras reclamar sin éxito la unificación electromagnética y gravitatoria en 1926 (la masa de cada partícula depende del diámetro de la dimensión y predice unidades de carga menores a las experimentales), ha sido una hipótesis frecuente en la descripción del macrocosmos, pero que no ha pasado de ser una línea muy secundaria al no alcanzar la fase observacional. La hipótesis ha sido tal vez excesivamente manoseada "deus ex machina", ante todo fenómeno inexplicable, aunque menos que otros comodines "oscuros": la simetría doble rotacional de los fermiones o en el problema de los neutrinos solares.

$$\hat{R}_{AB} = \partial_C \hat{\Gamma}_{AB}^C - \partial_B \hat{\Gamma}_{AC}^C + \hat{\Gamma}_{AB}^C \hat{\Gamma}_{CD}^D - \hat{\Gamma}_{AD}^C \hat{\Gamma}_{BC}^D \quad (\hat{g}_{AB}) = \begin{pmatrix} g_{\alpha\beta} + \kappa^2 \phi^2 A_\alpha A_\beta & \kappa \phi^2 A_\alpha \\ \kappa \phi^2 A_\beta & \phi^2 \end{pmatrix}$$

$$\hat{\Gamma}_{AB}^C = \frac{1}{2} \hat{g}^{CD} (\partial_A \hat{g}_{DB} + \partial_B \hat{g}_{DA} - \partial_D \hat{g}_{AB})$$

$$S = -\frac{1}{16\pi G} \int \hat{R} \sqrt{-\hat{g}} d^4x dy$$

Φ , campo escalar (1.3)

Veblen, Hoffmann iniciaron una aproximación "proyectiva" en 1931, apoyada por Pauli, en cierto modo similar a una defoliación 4+1 (con curvatura, $k=0$). Milne postulaba por primera vez 2 dimensiones temporales, en un contexto alternativo y descartado a la GR en 1935: diferenciaba tiempo atómico y cosmológico, $-\tau = \text{Int-}$, (deducía por primera vez, que tanto c como G debían ser variables, $-c^3 \alpha 1/G-$). En 1939 Band y O'Hara proponían una 5ª dimensión como explicación del spin en su simetría de 720° (una vuelta en 4D, es media en 5D), que es la de una hiperesfera, idea rescatada por Vos-Hilgevoord para la teoría "spin-tensor". En 1949, Rumer utilizaba el recurso para su teoría "5-optics", modificada por Yu-Andreev. La geometría proyectada en branas 4D, desde un espaciotiempo 5D, fue retomada por Pais, Jordan, Thiry y Ludwig, con diversos valores de $\phi = 0, 1, \text{cte}, \dots$ Gilbert en 1960 distinguió entre tiempo

electromagnético y tiempo gravitatorio, deduciendo $G \propto 1/t$. Joseph o Kerner propusieron una dimensión adicional no compactada, como las demás. Ynduráin en 1970 proponía la desintegración del protón como modo experimental de detección de una segunda dimensión temporal, en la que no hay masa, sino que se genera. Añadir una dimensión es convertir un parámetro en variable, revertir una simetría y añadir una métrica, lo que implica un criterio de distancias que permita geometrías, por lo que si su naturaleza fuera masa, hay que definir distancia entre dos masas, entre masa y espaciotiempo, relaciones entre catetos e hipotenusas,... Es más fácil compactarlas.

Al tomar $G_{AB}=0$ en 5D, la solución cilíndrica obtiene sólo fotones en 4D; por lo que para incorporar otras variables que definen la configuración del Universo, como la masa, bien hay que añadir aún más dimensiones, camino tomado por las “teorías de cuerdas” y que se podrían considerar evoluciones de las teorías de Kaluza-Klein (para ser justos sería más propio llamarlas de Nordström); o bien renunciar a la condición cilíndrica de Kaluza y a la compactificación de Klein y con más grados de libertad, disponer más ecuaciones, camino alternativo tomado por la “cosmología multidimensional”. Los procesos propuestos para la compactación son tan variados como libre es la elección de coordenadas, Coley intentó poner orden en las “Clases Compactadas”, usadas en las teorías de supergravedad con $T_{AB} \neq 0$: formas de densidad de Euler, Poincarè y Lanczos; curvaturas cúbicas y cuadráticas, con o sin topologías de Gauss-Bonnet; campos dilatadores, campos escalares; fluidos perfectos, radiación D-dimensional, 5Dpolvo, σ no lineal;...

Para justificar sin “cilindricidad” ni “compactación”, el porqué habiendo tantas dimensiones como utilidad matemática necesitamos para recuperar una simetría o transformar parámetros en valores de un “eje” con una escala, no las percibimos, en los 70, Delbourgo, Edmons, Freund, O'Hanlon, Barber-Canuto, Cho y otros plantearon la opción no-Kaluza+no-Klein, - aunque algunos autores conservaron los análisis de Fourier como método intermedio-, considerando que la dimensión adicional no era temporal ni espacial –“elselike”-. En 1984 Green y Schwartz demostraron la estabilidad de las soluciones multidimensionales con condiciones de simetría, y Sakharov rescató de nuevo la doble dimensionalidad temporal, aunque ambos pasaron de puntillas por el Problema de las distancias y los triángulos entre dimensiones de distinta naturaleza.

El Problema de la Causalidad y la búsqueda de la gravedad cuántica desde las diferentes teorías de cuerdas, condicionaron en la década de los 80 el interés en dimensiones “elselike” (principalmente masa en reposo y métricas factorizadas): Neacsu, Stanyukovich-Melnikov, Kramaronskii-Chechev, Koikawa-Yoshimura, Pollard, van Dantzig, Mayer, Zaycoff, Bergmann, Jonsson, Rumer, Just, Rubakov-Shapshimikov, Visser, Laguna-Matzner, McManus, Gron-Soleng, Baofa-Jingchang, Fukui, Sokolowsky, Roque-Seiler, Ma, Collins, De Sabbata, Carvalho-Lima,... Billyard, Redington-Lodhi analizaron las ondas gravitacionales en 5D, Wessen las soluciones de agujeros negros; Friedman, Thorne y otros, investigaron hipotéticas “Closed Timelike Curves” - CTC-, en la teoría de agujeros de gusano.

Como interpretación alternativa al Problema de la no-observabilidad de las dos anteriores, en los 90 se tendió a la abstracción no física: Rubakov, Appelquist, Antoniadis, Cline, Csaki, Dienes, Rippl, Overduin, Seahra, Anchordoqui, Gabadadze, Gogberashvili, Hewett-Marchal-Russell, Matute, Horava-Witten, Schmutzer (PUFT) y Lessner, propusieron entidades algebraicas proyectadas desde dimensionalidades mayores. Mientras, por otro camino iniciado en 1951 Heckmann-Jordan-Fricke, que habían propuesto desde el modelo hidráulico de los “solitones”, - y que se había aplicado con éxito al análisis de estabilidad por perturbaciones de

SDE's y en telecomunicaciones-, se desarrolló la teoría de las 5D-singularidades desnudas: Sorkin, Gross-Perry, Davidson-Owen, Gibbons-Wiltshire, Dobiachsh-Maison, Chodos-Detweiler,... Myers, Accetta-Gleiser, lo extendieron a más dimensiones y con Tolman-Whittaker, derivaron de nuevo hacia el campo matemático de las supersimetrías.

Con el nuevo siglo, desde los mundos matemáticos de la multidimensionalidad compactada y descompactada, se tiende a regresar a la Física observable y a explorar la variabilidad de las constantes a la que llevan los grados de libertad $\partial s\phi(s)\neq 0$ (aunque siguen sin estar claramente solucionados los problemas de la observabilidad -1-, las distancias -2- y la causalidad -3-). Las teorías, según esas "objeciones", se agrupan en:

1. "spacelike" o branas 4S+1T de Randall-Sundrum (RS1&RS2), Arkani-Hamed-Dimopoulos (ADD, con G variable con la escala), Steinhardt-Turok, Israel Quiros-García-González-Horta,...
2. "elselike", escalar, escalar-tensor, 3S+1E+1T de Garrigues-Baixaulí, Mann-Vincent, o la STM de Wesson, Kounnas, Bejancu, Costantopoulos,... -con una dimensión "energía" o "masa" adicional-; las propuestas 3S+1T+1F de Nottale o Masreliez -con una dimensión adicional "escala"-; las de Carmeli -considerando como variable dimensional H_0 -; las de Alvarez-Gavela -que sitúan una quinta dimensión de "entropía"-
3. "timelike", 3S+2T de Kocinski-Wierzbicki, Berezhiani-Chaichian-Kobakhidze, Dvali-Gabadadze-Porrati-Senjanovic (predicen reducciones de G en la microescala), Burakovsky-Horwitz, Casado, Erdem-Un, Li; las 3S+3T de Alés, Cole; o las de 4S+2T de Bars, Kounnas, -según quien percibimos la "sombra" del Universo-.

De modo natural, cualquier constante es un parámetro embebido de una dimensión superior que tenga a ese valor como definitorio, y la multidimensionalidad lleva inevitablemente a tomar por variables parámetros que en 4D son arbitrarios. A pesar del fracaso de Milne, Dirac cuestionaba en 1937 la constancia de G, y a raíz de muy discutidos razonamientos sobre los grandes números, la propuso inversamente proporcional al tiempo. Chandrasekhar y Gamow tomaron la propuesta en serio, igual como se opusieron a tal posibilidad Shlyakhter, analizando la radioactividad del yacimiento de Oklo, Teller o el mismo Zwicky. La precisión de las medidas de G superior al 1% en los últimos mil millones de años, $|G'/G| < (10^{-11}-10^{-12})$ anual, son compatibles con cero en la mesoescala. De modo similar las mediciones de $|c'/c|$ que proponen las teorías VSL de Petit, Ellis, Tupper, Barrow, Bellert, Troitskii, Albrecht-Magueijo-Afshordi, son consistentes con su invariabilidad hasta $3.2 \cdot 10^{-11}$ anual (Van Flandern). Midiendo la velocidad de un láser en su ida y vuelta a la Luna desde 1970, cuando dejaron un espejo reflector en su superficie, Sanejouand reclama un descenso de hasta 3 cm/sg y año, a lo que otros autores replican que puede ser debido al cambio en el semieje mayor de la órbita (a su vez él replica con efemérides de eclipses históricos que no muestran dicho efecto).

La constante de estructura fina ha sido puesta en cuestión con consistentes datos de Webb, Bainbridge,... Las cosmologías VTL reaparecen como alternativa a la explicación de Guth para el Problema de Horizonte. Sucesivamente desde los 60, Brans-Dicke ($A_\alpha=0$), Feinberg, Damour-Gibbons-Gundlach, Bekenstein (TeVes), Milgrom (MOND), Brownstein o Moffat (MOG), han desarrollado modelos "conformes" postnewtonianos con G variable para explicar las anomalías en las velocidades rotacionales de las galaxias y velocidades virales de los cúmulos; incluso Liu, Sato, Kochanek o Belinchón, apuntaron a posibles cambios en la Constante Cosmológica, adelantándose al regreso de su exilio. Hoy buena parte de la Comunidad Científica apunta a una Λ dependiente del tiempo y los modelos multidimensionales que a ello llegaban, regresan (Ponce de Leon los clasifica en 8 tipos).

Algunos autores han combinado los anteriores grupos de hipótesis -momento angular con anisotropías, constantes variables con dimensiones adicionales (Wetterich, Kiritsis, Alexandre, Chatterjee,...)-, pero no le consta al limitado autor de este trabajo, publicación en la que, dentro de un relato único, consistente en si mismo, se deduzcan y consideren todas ellas a la vez, y que además sea compatible con la observabilidad.

JUSTIFICACIÓN

El teorema de Campbell-Magaard describe que cualquier n-dimensional pseudo-Riemann brana, está localmente embebida en “(n+1)-dimensional Ricci-flat space”, y admite las soluciones 4D de la GR. Ello indica las condiciones para tal posibilidad, pero no el Cómo, ni en qué valor de n, $G_{AB} = 0$. “Dios mueve al jugador, y el jugador la pieza. ¿Qué dios tras qué dios, la partida empieza?” (Borges). El sistema métrico así planteado será diagonalizable:

$$\begin{pmatrix} g_{rr} & 0 & 0 \\ 0 & g_{rt} & 0 \\ 0 & 0 & g_{tt} \end{pmatrix} \quad (1.3)$$

Si las dimensiones temporales rotan sobre las dimensiones espaciales - g_{rr} -, al menos cerca de la Singularidad, si la relación entre g_{rt} y g_{tt} no fuera lineal, el tiempo no sería invariante y no se conservaría la Energía; como tampoco sucedería si la Constante Cosmológica es dependiente del tiempo, pues igualmente se rompe la simetría temporal que Noether relacionó, y no hay conservación (que para los observadores “geodésicos” de la GR, en cualquier caso no es un concepto con significado). Si además el Big Bang fue “explosivo” la transformación de momento lineal en momento angular, tampoco permitiría la generalización de las demás simetrías traslación y rotación, a ese evento... aunque como justificación, se supone que es precisamente en ese proceso cuando se especula que se “rompieron”.

Las transformaciones de Lorentz inerciales de $\sigma=1,\dots,k$ dimensiones temporales y $\lambda=k+1,\dots,k+n$ dimensiones espaciales según una dirección espacial fija (sin traslaciones y/o rotaciones del eje del espacio en el hiperplano del espacio y/o rotaciones del eje temporal en el hiperplano del tiempo):

$$\begin{aligned} t'_\sigma &= \sum_{\theta=1}^k \left(\delta_{\sigma\theta} t_\theta + \frac{c^2}{v_\sigma v_\theta} \beta^2 (\zeta - 1) t_\theta \right) - \frac{1}{v_\sigma} \beta^2 \zeta x_{k+1} \\ x'_{k+1} &= -c^2 \beta^2 \zeta \sum_{\theta=1}^k \frac{t_\theta}{v_\theta} + \zeta x_{k+1}, \\ x'_\lambda &= x_\lambda, \end{aligned} \quad \zeta = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} \beta = \frac{1}{\sqrt{\sum_{\mu=1}^k \frac{c^2}{v_\mu^2}}}$$

A efectos de nomenclatura entenderemos por microescala, al Universo temprano entre el Big Bang y algún momento indeterminado, anterior a la Transparencia, cuando el cambio temporal angular era relevante respecto al cambio de la dimensión radial; entenderemos por mesoescala, el Universo observable a menos de 2000 millones de años luz -datado con reglas y relojes según la métrica FLRW-, con desplazamientos al rojo hasta el orden de 0.2, abarcando estructuras en el orden o mayores incluso a los propios “filamentos” o “murallas”; y entenderemos por macrocosmos, corrimientos al rojo mayores.

La combinación de métrica FLRW y GR ha sido provechosa en la mesolocalidad cosmológica, por lo que cuestionar su validez o su mejora en la macroescala del Universo, puede parecer poco motivante o incluso inútil. Sin embargo también resulta poco alentadora la necesidad de

una Energía Oscura para acelerar la Expansión, más aún en su versión dependiente del tiempo y con una historia rocambolesca en la que se activa en la hiperinflación hasta congelar el Universo, renacer para después retirarse y volver a resurgir (según el modelo Λ CDM en $z \approx 0.66$) en una “montaña rusa” que recuerda a los argumentos “deus ex machina” de las tragedias griegas. El objetivo de este trabajo es analizar la posibilidad de una interpretación alternativa a la Expansión Acelerada del Universo, que se deduce con diferencias respecto a la FLRW solo a escalas mayores que la mesoescala.

Dinamizar la dimensionalidad variabiliza las constantes y permite definir simetrías, aunque el precio para preservar sin cambios la GR, sea la limitación de su aplicación a tiempos suficientemente distantes del Big Bang (tales que las dimensiones asimétricas no compartan el mismo -ni próximo- orden de magnitud). Conservar la isometría del Principio Cosmológico, hay que pagarlo con al menos una dimensión temporal adicional. Ambas consideradas a la vez presentan el “efecto secundario” de la irreversibilidad... que bien mirado, puede no ser perjudicial, pues de un modo u otro la GR acabará cediendo en su determinismo para entenderse con otros paradigmas de la física. La dinámica rotatoria del tiempo define una “flecha” (para Meinland ello justifica por si solo la hipótesis de una segunda dimensión temporal), y en el proceso de simplificación lejos del Big Bang, el olvido markoviano, como veremos más adelante.

Si el análisis no resultare demasiado descabellado en el macrocosmos, en un futuro sí podría utilizarse para formular nuevas hipótesis que explicaran las condiciones iniciales del Big Bang, y la dinámica de varias dimensiones temporales en el mismo orden de magnitud, al coste de cambiar solamente en la microescala la formulación de la GR, (como admitimos que pierde su validez dentro del horizonte de sucesos de un agujero negro). Con la pérdida de la condición de compartir la misma c para observadores muy cercanos a la singularidad, (Smolin propone velocidades de la luz dependientes de su frecuencia en ese mismo entorno), no se podrían considerar las simplificaciones alejadas del Big Bang, para obtener previsiones astrofísicas en la macroescala. No está en la intención de este trabajo profundizar en métricas logarítmicas en la proximidad de la Singularidad Inicial ni en los Agujeros Negros.

OBJECIONES

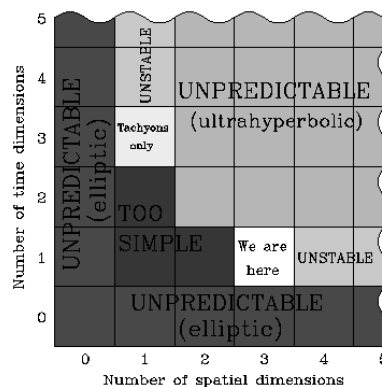
Una Verdad sólo es cierta en los límites de su paradigma. Cada Mecánica -Clásica, Estadística, Relativista, Cuántica- tiene su paradigma, su conjunto de axiomas explícitos e implícitos, procesos, aproximaciones, reglas, consensos,... “ansatz”; y cada teoría es consistente sólo dentro de su paradigma. Negociar un paradigma común tal vez implique renunciar a lo que no es fundamental en GR como la reversibilidad, el determinismo, la ergodicidad -en el sentido del Teorema de Birkhoff, proporcionalidad espaciotemporal, que no se sostiene sin condiciones específicas en configuraciones multidimensionales-, y tensor la hiperbolicidad hasta condiciones extremas cerca de una singularidad -también con defoliaciones en condiciones concretas-.

Tras todos los trabajos publicados no tiene sentido justificar aquí que una configuración alternativa multidimensional es consistente con la Relatividad General si contiene criterios métricos de distancias y geodesia, definidos con amplio grado de libertad. Si bien en éste trabajo se pretende la búsqueda fenomenológica de métricas alternativas en la escalera de distancias de las candelas estándar, restringidas por la Observabilidad, el Principio Cosmológico, la Relatividad General y las Leyes de Conservación, la solución que más adelante se describirá obliga a un viaje por las teorías multidimensionales temporales para que el

espacio sea isótropo, con constantes variables en un Universo en rotación con curvatura, pero que “regresa” de las N-dimensiones, con tensor energía-momento nulo N+1 y métrica temporal con simetría espiral, de un Inicio remoto; al modelo estándar 4D-FLRW-plano y con momento angular tan extendido en el tiempo que es inapreciable directamente, por estar temporalmente alejados del Big Bang.

En vez de ser problemas a solucionar, las objeciones son las propias condiciones que llevarán a la observabilidad de efectos previstos, por conservar los principios de homogeneidad e isotropía, de equivalencia, de verificabilidad, de conservación, de causalidad,... pero el precio es suavizar la predecibilidad tal y como sucede en la mecánica de sistemas o en la cuántica, suavizar las leyes de conservación a momentos alejados del Big Bang, y suavizar el requisito de que la velocidad de la luz sea constante... siempre. Siguiendo la estela de Dorling y Tangherlini, Tegmark razona por Principio Antrópico, que la única configuración posible es 3+1, pues la hipótesis 3+2 introduce una segunda coordenada con autovalor negativo, y convierte un sistema “bien planteado” para las ecuaciones diferenciales en un sistema débilmente “hiperbólico” y por ello no predecible a partir de condiciones de Cauchy:

Figura 1



Los sistemas elípticos requieren una solución estática válida para todo el sistema, y los ultrahiperbólicos tienen evolución divergente ¿Es la predecibilidad un requisito de la realidad o del “slicing” del modelo determinista de la GR, para que nuestro modelo pueda funcionar con PDE’s? ¿Es razonable utilizar a éstas alturas el Principio Antrópico, enésima formulación académica al reparo contra el darwinismo (Smolin)?

Aquí cabe una disertación crítica sobre el Principio Antrópico, el Principio Totalitario,... sobre la Hiperinflación, los multiversos, la energía y materia oscuras, la completitud de la GR,... pero resulta excesivo, dispersa y no ayuda.

En cualquier caso al problema planteado de la evolución de las condiciones iniciales, distintos autores proponen “constraints” para la consistencia física de la evolución causal por la multidimensionalidad temporal: Velez analiza las limitaciones con la SR; Craig-Weinstein obtienen hiperbolicidad en la GR, exigiendo “no-localidad”; Foster-Müller, prefieren suprimir los momentos temporales, (lo que sería difícilmente compatible con la hipótesis aquí analizada), para proponer un modelo holográfico con la segunda dimensión temporal “termalizada”; Aref'eva-Ishiwatari-Volovich estudian el caso de las curvas temporales cerradas (nueva versión de las CTC), resultando dimensiones temporales hiperbólicas.

$$\sum_{i=1}^p \frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} - \sum_{k=1}^q \frac{\partial^2 u}{\partial t_k^2} = 0$$

En otras Mecánicas de la Física la indeterminación, la estocástica y el olvido de las condiciones iniciales, son fundamentales y las limitaciones de predecibilidad no las hace inconsistentes en sus ambientes, sino dentro del paradigma relativista. La cuestión implica profundamente a la propia Causalidad que no es afectada por la consideración de dimensiones espaciales o masivas adicionales, pero sí si son de naturaleza temporal. En eso coinciden los distintos paradigmas físicos: no todo es causal; aunque difieren en las limitaciones de las relaciones causa-efecto. Más allá de la “suavización” de las condiciones de predecibilidad, la conservación, la observabilidad y la anisotropía temporal, se pueden resumir las objeciones realizadas a la multidimensionalidad temporal, en:

1. Causalidad. Curvas cerradas “timelike” que no prohibirían que el efecto condicionara la causa.
2. Unicidad. Soluciones distintas para ambos sentidos de la flecha del tiempo.
3. Taquiones. Partículas superlumínicas de masa al cuadrado negativa, no soportadas por ninguna observación.
4. Fantasmas. Partículas sin masa de energía negativa que no se elimina con la condición de transversalidad del Propagador de Feynman.

Las hipótesis multidimensionales temporales, al no incluir una dinámica concreta, tienden a derivar en la especulación al mezclarse con teorías de taquiones más rápidos que la luz (Recami, Velez); modos de energía fantasma (oportunamente rescatados como posible explicación de la Energía Oscura, en su versión “quinta esencia” por Sheykhi-Bagheri, por lo que la hipótesis aquí expuesta sería en cualquier caso para explicar el mismo fenómeno físico de otro modo); supuestas anomalías gravitatorias de la sonda Pionner (Sanejouand);... Iglesias-Kakushadze proponen modelos de solitones en 3S+2T que no propagan taquiones ni fantasmas.

Algunos cuestionan la propia GR, y aunque no sea línea que se traspase en éste trabajo, cabe citar propuestas métricas distintas para la gravedad y la materia (Moffat-Clayton, Dummond); tensores de curvatura modificados (Harko-Mark, Avelino-Martins, Shojaie-Farhoudi); gravedad conforme, invariante por el tensor de Weyl (Mannheim); o la gravedad como fenómeno entrópico emergente (Verlinde).

HIPÓTESIS

Aquí se propone la metáfora de un Universo de 6 dimensiones, postulado desde una existencia ocasional e implícitamente representada por 5, pero aparentemente limitada a 4, y analizada por seres con capacidad conceptual de representación en 3, sobre un papel de 2. Una circunferencia rota sobre un punto, una esfera sobre un eje, una hiperesfera de 4 dimensiones, sobre un plano en 720º, y si tiene 5 dimensiones sobre un volumen 3D. Punto, eje, plano y volumen quedan necesariamente “quietos” al girar sobre ellos y son isotrópicos pero en expansión.

La dinámica de las dimensiones asimétricas o temporales, se podría describir por una historia o trayectoria según una espiral “timelike” -simplificando didácticamente a una dimensión isotrópica espacial, como eje sobre el que gira una partícula en un plano de dos dimensiones anisotrópicas temporales-. Limitando por unicidad del sistema dinámico, la espiral impide el

radial “casi” perfecta. El tiempo que percibimos sería equivalente al tiempo radial en grado $<10^{-10}$, (c respecto a la edad del Universo).

Figura 3



Siguiendo con la descripción por analogía, como si en el giro de un patinador en el hielo extendiera cada vez más sus brazos e incluso más allá, hasta que saliera despedida una pelota sostenida en una mano con cierto efecto consecuencia de su trayectoria previa, (mejor que una pelota: una barra que se mantuviere por algún sistema de contrapesos, perpendicular al plano de giro). La hipótesis de una métrica alternativa SLT, que tal vez resultara útil en la microescala, se simplifica así a la métrica WLT, sobre una hipersuperficie esférica girando axisimétrica en 3 dimensiones (1 isotrópica en ésta visualización simplificada), y mantiene constante el valor local de c, siempre y cuando reglas y relojes sean los de los observadores locales:

“... conservando el Momento Angular, o Constante Cosmológica”

$$ds^2 = a^2(dt^2 + d\omega^2 \sin^2 \omega) \quad (1.5)$$

La limitación en la percepción dimensional está implícita en un nivel tan fundamental como la misma Geometría y desde la perspectiva de ésta hipótesis, es precisamente lo que describe el Principio de Equivalencia: percibimos el movimiento por la geodésica de modo indistinguible a la masa gravitatoria (observadores geodésicos, objetivos -de Euler- o subjetivos), pero condicionados a estar limitados por la percepción dimensional. Percibimos el tiempo y lo percibimos como direccional: no recordamos el futuro. La GR se desarrolló en el paradigma de la geometría diferencial, en la que una geodésica describe la trayectoria de una partícula obligada a permanecer en la brana. Las hormigas no pueden saltar como hacen las arañas, suponiendo que su andar sobre un espaciotiempo plano es inercial, la hormiga medirá una coordenada z, una dimensión adicional para su ámbito de aplicación de la Equivalencia, que no percibe como grado de libertad -sí la araña-, sino como la cantidad de calorías necesarias para subir una cuesta respecto a andar en plano, o lo que descansa el bajar. Un observador en un ascensor o una hormiga loca subiendo una cuesta que formulara una GR 4D, tomaría $G_{ab}=0$, pero $G_{\mu\nu} \neq 0$. La araña haría lo mismo con una dimensión más, y al comerse a la hormiga, ésta no podría regresar por dónde ha venido.

Extrapolando éste más que conocido concepto al mismo insecto sobre la espiral temporal -en un espaciotiempo de 5 dimensiones-, su “andar” inercial sobre llano lo visualizaría un observador “arácnido” residente en un espaciotiempo de 6 dimensiones, como el arrastre geodésico de su posición por la Expansión (si las dimensiones anisotrópicas expanden el radio temporal de la hiperesfera, también expanden la dimensión del eje). El movimiento inercial de la hormiga es porque el espacio (la barra que ha soltado el bailarín) se expande y la aleja de

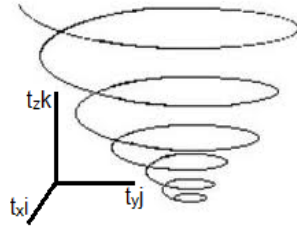
otras hormigas. Si quiere permanecer junto a sus compañeras, el movimiento acelerado en la normal del plano temporal será la cantidad de calorías que mide por andar hacia ellas, que es frenarse respecto a la Expansión, esforzándose en permanecer en espirales anteriores. El máximo que podría conseguir con gasto infinito de calorías sería transformar su trayectoria temporal de espiral a circular, -CTC-, anulando el efecto de su viscosidad con el terreno.

El Universo seguirá girando y expandiéndose independientemente del esfuerzo de la hormiga, que podrá como mucho seguir girando sin que avance su cambio en la dirección radial, pero no podrá detener al bailarín que la sujeta al final de su dedo. La segunda dimensión temporal no está “plegada”, sino que a nuestra distancia temporal del Inicio, no se percibe por no ser comparable en su cambio a los miles de millones de años que lleva el Universo expandiéndose, pero la podemos describir según el esfuerzo de quedarse quieto ante la voluntad de la ola a que naveguemos con ella y no contra ella. Siguiendo con la visualización gráfica en descripción cualitativa, una partícula de prueba que no cambiara sobre la dimensión espacial igual que sobre su perpendicular temporal hasta incluso anular el “arrastre” de la Expansión, -un modo complicado de decir que se frenara respecto a la trayectoria del resto del Universo, cerrándose su curva de causalidad, que equivale a decir que se moviera a la velocidad de la luz-, deformaría su trayectoria temporal a espirales de menor paso según se aproximara a c hasta una circunferencia, que es la trayectoria temporal en la que “viven” los fotones.

Según ello, los fotones no se mueven hacia o desde, sino que es el Universo quien describe una trayectoria temporal en espirales condicionadas por el movimiento y la masa, y sus trayectorias “se cruzan”: un fotón no tiene pasado ni futuro, sino que ocupa una circunferencia concéntrica de la historia del Universo (un único tiempo radial y todos los ángulos). La Expansión “arrastra” a las partículas que residen en la brana, obligadas a trayectorias geodésicas, que de tener una propiedad viscosa que llamamos masa, resisten y desde su punto de vista, como desde el punto de vista de la hormiga, percibe la coordenada temporal como calorías necesarias para el esfuerzo de subir una cuesta, o energía potencial. Las partículas materiales con propiedad viscosa se van cruzando con los fotones “circulares”, que no son “angularmente temporales” en el sentido de vivir simultáneamente en un espacio que es arrastrado y expandido por el tiempo a la vez -recordemos que por la propiedad métrica de constancia de la velocidad de la luz en el vacío, o $dt \propto dx^n$ -, y ello nos ofrece la ilusión de que son ellos los que se mueven respecto a nosotros.

Un observador local no mide en un planisferio terrestre Mercator con la misma regla una distancia en el Sahara que en Groenlandia, para ser consecuente debería cambiar la escala. En cambio, en la métrica FLRW, al expandirse el espaciotiempo -o extrapolar su concentración en look-back-time-, la regla y el reloj se abstraen a una base independiente de la dinámica de la hipersuperficie: el redshift se expande o contrae, sobre regla y reloj que se toman como independientes del observador, o como si el observador fuera la araña y no la hormiga. Según un observador “arácnido” o “divino”, residente en una dimensión más, un rayo de luz cabalga sobre el espaciotiempo que se expande alargando la longitud de onda, pero la referencia sigue siendo la métrica del espaciotiempo en sí, no la de la luz.

Figura 4



Solamente el signo distingue la representación matemática del espacio y el tiempo: regla o reloj pueden ser todos relojes y reglas con un simple cambio de unidades; lo que no refleja la anisotropía temporal. Un observador “divino” mediría la velocidad de la Expansión del espaciotiempo según regla y reloj coordinados fuera de la hipersuperficie, pero un observador “mirmético” o “geodésico”, entendería ese mismo cambio como dependiente de su referencia métrica, y si tomara la relación de Hubble como constante local, debería entender que es la luz la que se mueve. La relación entre universos para la araña y la hormiga:

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x_1^2} + \frac{\partial^2}{\partial x_2^2} - \frac{\partial^2}{\partial t_2^2} \right) \phi(x, t) = \frac{\partial^2}{\partial t_1^2} \phi(x, t).$$

Para que fuera posible una métrica compatible con todas las condiciones y que mantuviera la misma medida de c para observadores distintos, la alternativa a la FLRW podría pasar por considerar como base a la propia luz, y no una libre elección de coordenadas en el espaciotiempo sobre el que se mueven los fotones. La regla para medir distancias sería el espacio de frecuencias de la luz, que sería dependiente de la Expansión. Si un metro es una unidad dependiente de Z , para que c sea constante, un segundo también debe de serlo, pero a cambio medir la velocidad de la luz según reglas y relojes de dos momentos diferentes, introduciría en la WLT un sesgo o dependencia del observador... que se puede aproximar adaptando como veremos a continuación, el módulo de distancia, μ .

REGLAS Y RELOJES

El objetivo de éstas aproximaciones es obtener resultados contrastables y pronosticables, y en caso de conseguirse, no significa que la métrica WLT sea mejor o peor que la FLRW, sino tal vez más útil en la macroescala, abriendo quizás una oportunidad a su forma completa SLT en la microescala, y que las simplificaciones propuestas son consistentes como modelo de una realidad alejada de la singularidad cosmológica, interinamente y siempre, con limitaciones en su rango de aplicación.

Tomando el modelo clásico descriptivo de una velocidad de giro ω , con Momento Angular conservado Λ :

$$\pi \omega t r^2 = \Lambda \quad (2.1)$$

y la velocidad tangencial del tiempo t_a' , deberá ser

$$t_a' = \omega t r = \sqrt{G m^2 / 8 t r^3} \quad (2.2)$$

Tomando en la simplificación WLT como constantes Λ & m : momento angular y materia

$$\omega \propto \sqrt{G / t r^3} \quad (2.3)$$

y la cantidad total de gravedad sería dependiente del tiempo y no podría ser constante

$$G = (8\Lambda^2/\pi^2\eta^2)/t_r \quad (2.4)$$

Como deducción de la hipótesis rotacional conservativa con la condición isotrópica, se deduce lo que postuló Dirac, $G \propto 1/t_r$.

La aceleración centrípeta

$$t_r'' = 2\omega^2 t_r = t_a'^2/t_r = 2\Lambda^2/\pi^2 t_r^3 \quad (2.5)$$

En la aproximación WLT, la Expansión es para un observador "divino" (residente en una dimensión adicional), el incremento del espacio proporcional al tiempo radial t_r .

$$H_0 = 2\pi t_r' \quad (2.6)$$

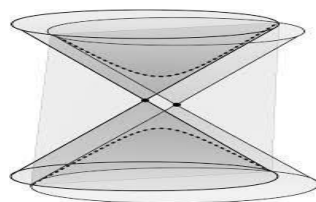
pero para un observador residente en el espacio y transitando por sus geodésicas, una unidad de tiempo es siempre la misma unidad de tiempo, y solo puede percibir que le cuesta más o menos esfuerzo cambiar de potencial y subir una cuesta. En realidad el cambio que percibe el observador en la escala de la regla que llamamos "redshift", lo debería también observar en el reloj, para que c fuera una constante y a la vez un valor no fundamental -una relación entre unidades de medida de coordenadas-, pero no lo interpretamos así. El bailarín cada vez gira más lento para el público sentado en las gradas del Olimpo, pero la hormiga en su dedo cabalga sobre el radio de la hiperesfera, t_r .

Mientras suponga H_0 constante, lo que el observador "arácnido", "divino", "quiral", "externo", o como le queramos llamar, toma como relación constante entre unidades de dimensiones espaciales respecto a unidades de dimensiones temporales, c , el observador "geodésico", residente en la hipersuperficie, lo "ve" moverse con el supuesto de que el tiempo es lineal (como quien ve moverse el paisaje desde el tren) $\propto 1/t_r$, y despeja de la ecuación

$$\pi H_0 t_r = 4c\Lambda^2 \quad (2.7)$$

Toda partícula con masa es en éste modelo unidimensional, pues desde su creación tiene un pasado y respecto a ello no es un punto, sino una trayectoria temporal. De modo análogo y perpendicular, un fotón sería una partícula unidimensional en trayectoria espacial, que no en el tiempo: simultáneo.

Figura 5



Para conservar la no-causalidad en el exterior de los conos pasado y futuro de luz, dos puntos de la hipersuperficie del presente, próximos en el espacio en la escala local -incluso en la mesoescala-, no tienen mutuo acceso a la causalidad: se ven en el pasado respectivo, en la variedad trazoide de intersección de ambos conos. Dos conos más o menos paralelos según su masa y/o aceleración, se cruzan en un hiperboloide que representa la realidad simultánea que comparten a la velocidad de Causalidad, c .

Nuestra c aparente, proporcional a la inversa del tiempo radial, será el resultado de acumular, que es integrar las velocidades de la historia, y nos resulta un modelo con factor de escala logarítmico, expresando el tiempo en tanto por uno, $a(t)$:

$$a(t) = \ln(t) \quad (2.8)$$

La aproximación métrica WLT, al despreciar la componente angular del paso del tiempo, tiene la propiedad de mantener una velocidad de la luz constante para los observadores locales y la completa vigencia de la GR, en tanto que la hiperesfera que amplía su radio a ritmo logarítmico, también amplía el eje al mismo ritmo: no se deforma (no sucedería lo mismo en la métrica SLT, en la que la dimensión angular deformaría el tiempo radial), y aunque regla y reloj cambian cada instante de la historia, lo hacen a la vez.

En la métrica FLRW, cambia el tamaño de la regla, pero tanto sus divisiones como el reloj se mantienen constantes (un metro y un segundo fueron, son y seguirán siendo un metro y un segundo, y al expandirse el Universo, nuestras reglas no se expandirán), por lo que solo serán comparables mientras el cambio del reloj sea despreciable en la WLT, lo cual será más difícil cuanto más alejados estén en el espaciotiempo dos observadores simultáneos.

En lenguaje relativista de ecuaciones diferenciales ADM, el espacio-tiempo se expandiría con "lapse" logarítmico en la versión WLT, y en la versión sin simplificar SLT, en las proximidades de la singularidad inicial del Big Bang, una combinación lineal con un "shift" condicionado a cumplir, en sustitución de la condición cilíndrica de Kaluza, una condición dinámica espiral:

$$dt_r + dt_a = (t_r + t_r')(\sin\omega + \cos\omega) \quad (2.9)$$

Un Principio no explícito es que la realidad puede ser indeterminada, puede ser estocástica y olvidar, pero tiene leyes que permiten predecir, y al menos en parte, y más en la macroescala, es determinista. Si la hipótesis fuera con una segunda dimensión temporal libre, su "slicing" sería indeterminado y no podríamos utilizar ecuaciones diferenciales de segundo orden para describirlo, pero al estar determinado por una trayectoria temporal conserva la hiperbolicidad, y a la vez impide la unicidad en sentido inverso del tiempo, al presentar distintas soluciones para cada observador. De nuevo, no está en el ánimo ni alcance de éste trabajo explorar la SLT, o métrica de la microescala próxima al Big Bang.

Si consideramos el tiempo como variable según $a(t)$, para que la velocidad de la luz sea constante desde la perspectiva de todos los observadores geodésicamente residentes en una hipersuperficie en Expansión, la medida de cada uno coincidirá con la medida de los demás, si al trasladarse en el tiempo, envejece el observador y se retrasa el reloj. Desde un momento concreto del tiempo, mediríamos la distancia a un objeto en años-luz variables según ese factor de escala, ζ , pero que en realidad sería el retraso acumulado de los relojes -suma o integral- para compensar el sesgo de medir el tiempo con nuestro reloj y no con el de cada observador en cada momento. Cada megaparsec -corrección cosmológica-, pero también cada segundo sería menor, más rápido cuanto más antiguo.

La distancia propia corregida D_c , sería la distancia estimada bajo el supuesto de tiempo constante D_L , afectada de la corrección, que expresado respecto a nuestro tiempo actual $t_{ro}=1$, tomándolo como unidad:

$$D_c = D_L \ln(1/t_r) / (1-t_r) = D_L \zeta \quad (2.10)$$

El corrimiento al rojo debería respetar esa escala tanto con la distancia como con el tiempo. Según la métrica FLRW que utilizamos habitualmente la $Z=1$, se da en $t_{ro}/2$; pero según una métrica WLT en la que el tiempo también estuviera afectado por el factor de escala, t_r se transportaría a un eje que cumpliera

$$\ln(t_r)=1/(Z+1) \quad (2.11)$$

por lo que se aplicaría además la corrección antes mencionada D_c , una corrección de la escala de tiempo sustituyendo un eje con escala lineal $-cdt-$ a una escala

$$t_r = e^{1/z+1}/e = e^{-z/z+1} \quad (2.12)$$

Según éste criterio la velocidad de la luz, por ser medida respecto a tiempo constante, en cada instante del pasado nos parece inversamente proporcional al tiempo, y sin embargo no deja de ser constante para todo observador simultáneo.

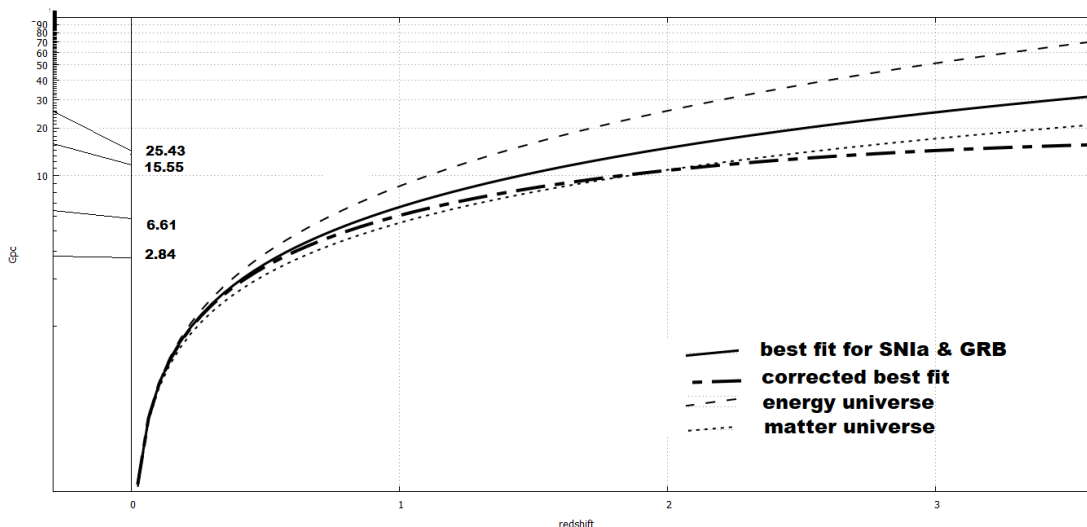
Si los supuestos fueran correctos y el modelo simplificado atinara con la elección de lo relevante, independientemente de los valores de Λ , m_j , c y H_0 , deberíamos estar midiendo un corrimiento al rojo correspondiente a la diferencia entre D_c en cada métrica con la corrección cosmológica de su distancia propia dependiente de los parámetros anteriores. Al calcular la corrección de distancia se debe sumar el efecto hasta el momento que se mide:

$$\int_0^Z \frac{cdt}{a(t)} \quad \text{para } c=1/t_r \text{ y } a(t)=e^{1/1+z} \quad (2.13)$$

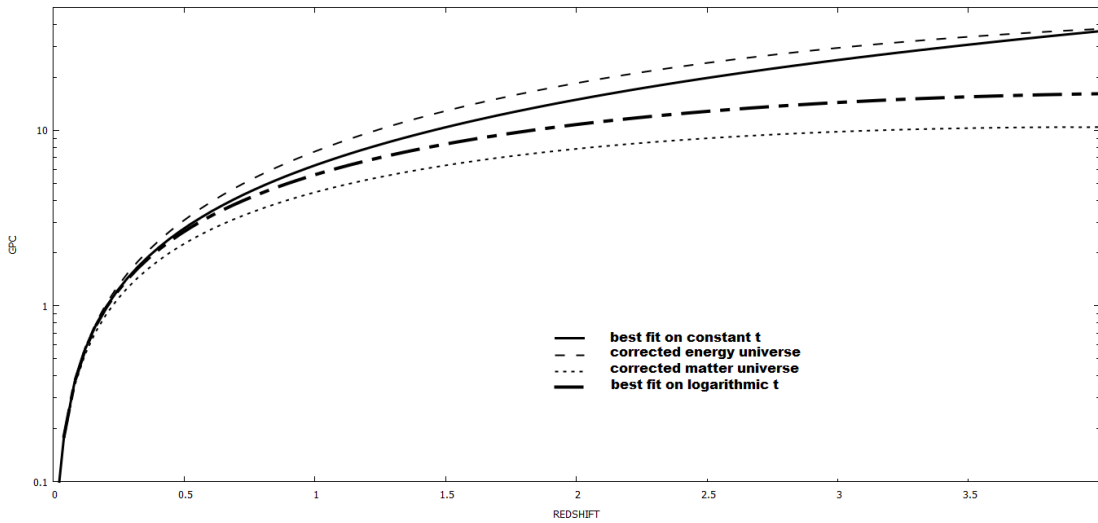
Si bien hay medidas puntuales de Explosiones de Rayos Gamma hasta en $Z \approx 6.6$, la representatividad estadística de las SNeIa y GRB es suficiente hasta $Z \approx 1.5$, aunque hasta $Z \approx 4$. Más allá son de momento anecdóticas, por ello se considerará la correlación según los primeros datos, extendida sobre los segundos, a efectos de comparación entre los resultados que obtiene la métrica FLRW y la SLT.

La sobreestimación de la “distancia lumínica” que estaríamos midiendo con el brillo de las SNeIa, sería la consecuencia de tomar por constante H_0 en la macroescala y por el exceso en la distancia que obtendríamos si la velocidad de la luz fuera inversamente proporcional al tiempo, respecto al exceso si lo tomáramos con tiempo en freno logarítmico.

Gráfico 1



adaptando las curvas de Universo $\Lambda=1, \eta=0$ y Universo $\Lambda=0, \eta=1$, suponiendo $H_0=\text{constante}$...



$$\text{Corrección (\%)} \approx 1 + \left(\frac{\log(1/(x+1))}{1 - (1/(x+1))} + \frac{(x/(x+1))}{1 - \exp(-x/(x+1))} \right) \quad (2.14)$$

Por debajo de $Z=0.2$, en los pocos miles de millones de años luz más próximos, pero más allá del alcance de los métodos de estimación directa de distancias, la diferencia entre las Distancias Lumínicas de ambos supuestos es menor del 1%, por lo que los modelos de métrica FLWR tendrían un límite de aplicación, siendo optimistas respecto a la capacidad previsible de las técnicas astronómicas futuras, de $Z < 0.2$.

Con la métrica FLRW, la regresión de distancias coincide bien con un modelo Λ CDM ($\Lambda \approx 0.7$, $\eta \approx 0.3$) y una configuración abierta; sin embargo al aplicar la corrección de la métrica WLT, en la primera parte de la regresión, hasta $Z=1.5$, es consistente con $\Lambda \approx 0.5$, $\eta \approx 0.5$, correspondiente a un Universo plano y cerrado, aunque para Z 's más altas, tiende a aproximarse a modelos de Universo dominado por la materia. Ello puede parecer un efecto de la escasa representatividad de la muestra para Z 's mayores y/o del ajuste cosmológico de la ley de Hubble ($H_0 = a'/a$); pero también se puede interpretar desde la presente alternativa, como un indicio de que la Constante de Hubble tampoco es constante. De hecho la medición observacional de H_0 en la mesoescala ($71,9 \pm 2,7$ km/sg/Mpc), diverge 3-sigma de la realizada en la CMB ($67,8 \pm 0,9$ km/sg/Mpc), en la que se utiliza la materia oscura en el tercer pico de las anisotropías para evaluarla lo más próximo posible al valor local, que sin ello sería muy superior (???)

De ser así, cuando en un futuro se disponga de "surveys" más extensos del espacio profundo, de considerarse la métrica WLT, debería observarse un mayor "extra-redshift", al hoy estimado.

$$q+1 = -H_0^{-2} dH_0/dt \quad (2.15)$$

Tomando como ejemplo $Z=1$, lo que creemos sucedió en $0,5t_r$ (sin corrección cosmológica), en realidad fue hace menos tiempo según nuestro modo de medirlo ahora: $0,61t_r$ (también sin corrección). Cuando medimos la luminosidad de las supernovas la en $0,5t_r$, nos parece que están más lejos porqué de hecho están más lejos que donde las hemos supuesto que tienen esa antigüedad: en $0,61t_r$. No puede cuadrar pues la métrica utilizada como hipótesis implícita

introduce ese sesgo. En 0,5tr, queremos que la distancia sea 1,27 veces la estimada, cuando lo es 1,39 veces: un 12% más.

Tabla 1

Z	0,5	1	2	3	5	10
t lin	0,67	0,5	0,33	0,25	0,17	0,09
D lin	1,22	1,39	1,65	1,85	2,13	2,64
t log	0,71	0,61	0,51	0,47	0,43	0,4
D log	1,18	1,27	1,37	1,42	1,48	1,53
% Over D	3	12	28	43	71	112

En los años 50 se descubrieron las Cefeidas de Población II y el Universo creció x4. Para el cálculo de la masa de colapso de una supernova por acreción, se realiza simulando la atracción gravitatoria, contra la presión de degeneración en un gas frío de Fermi. Si G cambia en paralelo a c, la masa según el volumen y la magnitud absoluta de la luminosidad lo hace con exponente sobre esa misma masa de media 3.3, unos efectos podrían compensar otros, aunque más allá del 7% de calibrado admitido, pero el fenómeno no sería útil para ajustar distancias como candela estándar fuera del mismo rango que las Cefeidas. Analizando el color en el ultravioleta de poblaciones de supernovas la próximas y lejanas, en 2014, Milne concluye que antes eran mucho más abundantes que en nuestro entorno local –cuando debieran ser más escasas en poblaciones más jóvenes de secuencia principal- y que su luminosidad no es la misma... *“El axioma era ir de lo próximo a lo lejano, y eso no parece ser el caso”*.