

***ct* - La Única Dimensión en Expansión**

Prof. Bernal Thalman Cordero

Investigador Independiente, Costa Rica

10 de abril de 2026

Resumen

Proponemos una formulación cinemática de la dinámica física basada en un flujo efectivo a lo largo de la coordenada temporal *ct*. En este marco, la evolución de los sistemas físicos se describe mediante la redistribución de una magnitud invariante *c* entre componentes temporales y espaciales, proporcionando una representación geométrica unificada del movimiento.

Dentro de esta formulación, tanto la dilatación temporal cinemática como la gravitacional admiten una interpretación común derivada de cambios en la proyección de dicho flujo. Cuando el flujo se redirige hacia las coordenadas espaciales —debido al movimiento relativo o gradientes radiales— el componente temporal se reduce de manera correspondiente.

El marco también proporciona una descripción natural de la dinámica radial y del movimiento orbital, recuperando los resultados estándar en el régimen de campo débil. A escalas mayores, el comportamiento tipo Hubble emerge como consecuencia de la redistribución acumulativa del flujo en regiones de baja densidad.

Se discute la consistencia con las correcciones temporales observadas en los satélites del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), reproduciendo las contribuciones combinadas de la dilatación temporal cinemática y gravitacional.

En conjunto, el modelo ofrece un marco geométrico coherente que reproduce resultados clave de la Relatividad Especial, la Relatividad General (en el régimen de campo débil) y la gravedad newtoniana, a la vez que proporciona una perspectiva unificada sobre su estructura cinemática.

1. Introducción: De la estructura geométrica al flujo efectivo

La física relativista describe la evolución de los sistemas físicos mediante la geometría del espaciotiempo, donde los fenómenos cinemáticos y gravitacionales están codificados en la estructura de la métrica. En este marco, la dilatación temporal, la interacción gravitatoria y la expansión a gran escala suelen formularse dentro de descripciones distintas, aunque matemáticamente consistentes.

En este trabajo exploramos una representación geométrica alternativa en la que estos fenómenos pueden describirse en términos de un flujo efectivo asociado a la coordenada temporal *ct*. En lugar de modificar la estructura relativista subyacente, este enfoque proporciona una interpretación cinemática en la que el movimiento se representa como

una redistribución de una magnitud invariante c entre los componentes temporales y espaciales.

Dentro de esta perspectiva, la métrica de Minkowski en coordenadas esféricas,

$$ds^2 = -(c dt)^2 + dr^2 + r^2 d\Omega^2,$$

donde $d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2$, se toma como la estructura geométrica subyacente, mientras que la evolución de los sistemas físicos se describe mediante un flujo efectivo cuya proyección sobre las diferentes coordenadas determina el comportamiento observable. La elección de coordenadas esféricas refleja la simetría radial de la expansión universal que postulamos: la cuarta dimensión se expande uniformemente en todas las direcciones, y es en la coordenada radial r donde esta expansión se manifiesta de forma natural.

Proponemos que la expansión universal puede describirse efectivamente como si ocurriera exclusivamente a lo largo de la coordenada temporal ct . Mientras que las coordenadas espaciales proporcionan el escenario métrico estático, el eje ct representa un flujo de expansión dinámico que emana de la escala diferencial fundamental. El presente trabajo constituye la formalización física y matemática de ideas previamente exploradas en *Gravity Is Not Attraction; It's a Push (Space-Time Expansion Theory)* [7], elevando el concepto a una formulación geométrica rigurosa donde la expansión se limita a la dimensión ct y la gravedad se describe como la proyección espacial de su gradiente.

1.1. La magnitud invariante (c)

A diferencia de las interpretaciones estándar que tratan el tiempo como una coordenada elástica, este trabajo establece que la magnitud de la progresión de cualquier entidad física a través del espaciotiempo es una constante absoluta:

$$\left\| \frac{d\mathbf{X}}{d\tau} \right\| = c, \quad (1)$$

donde $\mathbf{X} = (ct, x, y, z)$ representa el vector de cuatro posiciones. Esta magnitud, que definimos como la “velocidad de existencia”, está dictada por la expansión radial de la cuarta dimensión y permanece inmutable.

Bajo este enfoque, distinguimos:

- **El escenario métrico:** Coordenadas estáticas x, y, z donde se localizan los eventos.
- **El flujo ct :** Una expansión radial dinámica con magnitud invariante c .

1.2. Mecanismo geométrico de la dilatación

La dilatación temporal —ya sea cinemática o gravitacional— se describe como una consecuencia geométrica de la reorientación del vector dentro del sistema de coordenadas:

1. **Redirección cinemática:** Cuando una entidad adquiere velocidad espacial, el vector de expansión ct se inclina hacia las coordenadas espaciales. Dado que la magnitud c es invariante, la proyección vertical —el tiempo coordenado observado— se reduce necesariamente. La dilatación temporal es, por tanto, la **pérdida de proyección** de este flujo constante.

2. **Redirección gravitacional (efecto tobera):** La masa actúa como una restricción física que comprime internamente el flujo ct . Esta compresión eleva localmente la aceleración del flujo, generando un gradiente de expansión radial que depende de la **densidad de masa**. Si la masa tiene densidad uniforme —como es aproximadamente el caso de la Tierra— la restricción del flujo aumenta linealmente con la distancia al centro. En respuesta a este gradiente —y para preservar la magnitud invariante c del flujo total— el vector de expansión se reorienta, inclinándose radialmente de manera progresiva. Como resultado, su proyección temporal se reduce en relación con un **observador situado en la superficie** de la masa, donde el gradiente alcanza su valor máximo.

Fuera de la masa, la restricción cesa y la aceleración del flujo se dispersa geométricamente, dando lugar a la caída característica de la gravedad según la **ley del inverso del cuadrado** ($1/r^2$). Así, el mismo mecanismo unifica el crecimiento lineal de la gravedad en el interior de los cuerpos con su atenuación cuadrática en el exterior.

Bajo esta luz, el tiempo no es “estirado” ni “encogido” por un mecanismo externo; simplemente se **reorienta** dentro del espaciotiempo mientras mantiene su flujo expansivo total. La gravedad se reinterpreta así no como curvatura estática, sino como la manifestación espacial de este gradiente temporal dinámico y acelerado.

1.3. Reducción a un problema 1+1-dimensional

Para el movimiento puramente radial (caída libre, órbitas con momento angular nulo), las coordenadas angulares θ y ϕ permanecen constantes. En este caso, la dinámica se reduce al subsector (ct, r) , donde la métrica se simplifica a

$$ds^2 = -(c dt)^2 + dr^2.$$

En este espaciotiempo **1+1-dimensional**, los ejes ct y r son ortogonales (signos opuestos en la métrica). La gravedad radial es, por tanto, un fenómeno puramente bidimensional: el flujo de magnitud invariante c se redistribuye entre las coordenadas temporal y radial. La presencia de masa genera un gradiente que obliga al vector a inclinarse hacia r , reduciendo su proyección temporal. Dicha proyección es lo que medimos como aceleración gravitatoria. Las otras dos dimensiones espaciales no participan en el mecanismo fundamental, aunque son necesarias para localizar eventos.

En este sentido, la equivalencia entre inercia y gravedad puede comprenderse como consecuencia de la estructura subyacente del flujo ct , proporcionando una interpretación cinemática de la curvatura del espacio-tiempo en lugar de como un postulado independiente.

2. Redirección Angular del Flujo- ct

Dentro del marco propuesto, el movimiento y los efectos gravitacionales pueden describirse en términos de una reorientación geométrica de un flujo efectivo asociado con la coordenada temporal ct . Esta reorientación puede analizarse en dos casos fundamentales.

2.1. Redirección Cinemática

El movimiento espacial corresponde a una redistribución de la magnitud invariante c hacia componentes espaciales. Como resultado, la proyección sobre el eje temporal se reduce según el ángulo de reorientación θ :

$$\frac{dt'}{dt} = \cos(\theta) = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (2)$$

Esta relación reproduce el factor de Lorentz de la relatividad especial, indicando que la dilatación temporal cinemática puede interpretarse como una consecuencia de la proyección temporal reducida del flujo efectivo.

2.2. Redirección Gravitacional

En presencia de una distribución de masa, surgen variaciones espaciales en la componente temporal del flujo. Estas variaciones pueden interpretarse como inductoras de una redistribución radial del flujo efectivo, modificando su proyección sobre la coordenada temporal.

En este contexto, se recupera la relación

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}} \quad (3)$$

consistente con la solución de Schwarzschild en el régimen de campo débil. Dentro del presente marco, este factor puede interpretarse como reflejo del cambio en la proyección temporal asociada con los gradientes radiales.

Un objeto en caída libre sigue esta redistribución sin resistencia y, por lo tanto, no experimenta aceleración propia. La variación en su velocidad coordenada puede entenderse como surgiendo de cambios en la proyección del movimiento total —predominantemente a lo largo de ct — sobre la coordenada radial r .

2.3. Gradiente Angular e Interpretación Física

La dependencia radial del ángulo $\theta(r)$ introduce un gradiente natural:

$$\frac{d\theta}{dr}. \quad (4)$$

Esta cantidad cuantifica la rapidez con que el flujo- ct se dirige en función de la posición.

Proyecciones del flujo invariante. El flujo invariante de magnitud c admite dos proyecciones ortogonales:

- Proyección temporal: $c \cos \theta$,
- Proyección espacial: $c \sin \theta$.

La gravedad no surge de variaciones temporales del flujo, sino de su variación *espacial*. La aceleración observable está determinada por el gradiente de la proyección temporal a través del espacio.

Del gradiente de la proyección temporal a g . El cambio en la proyección temporal a lo largo de la dirección radial conduce a:

$$g \propto -\frac{d}{dr} (c \cos \theta). \quad (5)$$

Aplicando la regla de la cadena:

$$g \propto c \sin \theta \frac{d\theta}{dr}. \quad (6)$$

Esta expresión ya muestra que la aceleración gravitatoria emerge del producto de la inclinación local ($\sin \theta$) y el gradiente radial del ángulo.

Derivación de la forma exacta. Para obtener una relación precisa, notamos que la aceleración es la tasa de cambio de la proyección espacial $v = c \sin \theta$ con respecto al tiempo:

$$g = \frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dr} \frac{dr}{dt}. \quad (7)$$

Dado que $v = c \sin \theta$ y $\frac{dr}{dt} = v$ (la misma proyección espacial), tenemos:

$$\frac{dv}{dr} = c \cos \theta \frac{d\theta}{dr}, \quad \frac{dr}{dt} = c \sin \theta. \quad (8)$$

Por lo tanto:

$$g = \left(c \cos \theta \frac{d\theta}{dr} \right) (c \sin \theta) = c^2 \sin \theta \cos \theta \frac{d\theta}{dr}. \quad (9)$$

Esta forma exacta no depende de ninguna aproximación; se sigue directamente de la definición de la proyección espacial y la regla de la cadena.

Límite de ángulo pequeño y fórmula compacta. En el régimen de campo débil (o siempre que $\theta \ll 1$), tenemos $\sin \theta \approx \theta$ y $\cos \theta \approx 1$, por lo que la ecuación (9) se simplifica a:

$$g = -c^2 \theta \frac{d\theta}{dr} \quad (10)$$

donde el signo negativo indica que la aceleración apunta en la dirección de r decreciente (hacia el interior de la masa). Esta forma compacta resalta el vínculo directo entre la aceleración gravitatoria y la estructura angular del flujo- ct .

Nota sobre ortogonalidad. Los ejes ct y r son ortogonales solo en ausencia de masa (o a distancias suficientemente grandes). En presencia de materia, la dependencia radial de $\theta(r)$ implica una pérdida efectiva de ortogonalidad, resultando en una proyección espacial no nula del flujo- ct . Esta proyección es precisamente lo que observamos como aceleración gravitatoria.

Determinación explícita de $\theta(r)$. La forma funcional explícita de $\theta(r)$ —basada en la conservación del flujo y la dispersión geométrica— se desarrolla en la siguiente sección. Una vez conocido $\theta(r)$, la ecuación (9) (o su aproximación de campo débil (10)) produce directamente $g(r)$.

2.4. Restricciones de Proyección Radial y Comportamiento del Horizonte

La interpretación de la redirección gravitacional en términos de variaciones espaciales de la componente del flujo temporal se extiende naturalmente a regímenes de campos gravitacionales intensos. A medida que los gradientes radiales se vuelven más pronunciados, las proyecciones admisibles del flujo efectivo se restringen progresivamente.

En las cercanías de un horizonte de eventos, la estructura del espacio-tiempo restringe las trayectorias nulas de modo que no es posible la propagación radial hacia el exterior. Dentro del marco del flujo- ct , esto puede interpretarse como un caso límite de reorientación geométrica, en el cual la proyección del flujo efectivo sobre las direcciones radiales salientes se anula.

La magnitud invariante asociada con el flujo permanece inalterada; sin embargo, sus proyecciones admisibles están determinadas por la estructura geométrica local. Como resultado, la luz no cesa de propagarse ni pierde su carácter dinámico intrínseco. En cambio, todas las trayectorias disponibles están confinadas a direcciones que no incrementan la coordenada radial.

Esta perspectiva proporciona una interpretación complementaria del atrapamiento en el horizonte, en la cual la ausencia de escape surge de restricciones geométricas sobre la proyección, más que de una ruptura de la propagación. En este sentido, los regímenes gravitacionales intensos pueden verse como configuraciones límite del mismo mecanismo de redistribución que gobierna la dilatación temporal y la dinámica radial en campos más débiles.

De esta manera, los regímenes de campo intenso se caracterizan por proyecciones divergentes dentro de una estructura cinemática estrictamente invariante, donde la magnitud total permanece fija mientras sus componentes experimentan una redistribución extrema y fuertemente restringida.

Esta interpretación permanece plenamente consistente con los resultados relativistas estándar, al tiempo que ofrece una perspectiva geométrica alternativa sobre su estructura subyacente.

3. Dinámica del Flujo- ct y la Relación Cuártica

En esta sección se formaliza la relación entre la aceleración del flujo temporal y el potencial gravitatorio, estableciendo una base física para la ley del inverso del cuadrado a partir de la conservación del flujo.

3.1. El Gradiente de Aceleración Interna

Postulamos que la presencia de masa genera una constricción en la expansión radial de la cuarta dimensión. En el interior de un cuerpo celeste, esta restricción se traduce en una aceleración del flujo- ct (a_{ct}). Para un cuerpo de densidad uniforme, este gradiente de aceleración aumenta proporcionalmente al radio interno, alcanzando su valor máximo en la superficie.

3.2. Derivación de la Relación Cuártica ($a_{ct} \propto v_e^4$)

Introducimos una cantidad efectiva a_{ct} asociada con las variaciones radiales de la componente temporal del flujo. Usando la relación de la velocidad de escape $v_e^2 = 2GM/r$, la expresión

$$a_{ct} = \frac{v_e^4}{4GM} \quad (11)$$

se reduce a

$$a_{ct} = \frac{GM}{r^2}, \quad (12)$$

recuperando la aceleración gravitatoria newtoniana estándar. En este marco, a_{ct} debe entenderse como una medida efectiva del gradiente radial que gobierna la redistribución del flujo, más que como una segunda derivada directa de la coordenada temporal.

3.3. Dispersión Geométrica y Ley del Inverso del Cuadrado

Una vez que el flujo- ct abandona la superficie de la masa, la restricción física cesa. La aceleración acumulada se distribuye entonces sobre una superficie esférica que crece con r^2 . Por conservación del flujo, la intensidad del gradiente decae proporcionalmente a $1/r^2$, unificando la mecánica interna de la tobera con la observación clásica de Newton y Einstein en el espacio vacío.

Este comportamiento complementa el análisis de la Sección 2, donde se estableció que el crecimiento lineal del gradiente en el interior de cuerpos de densidad uniforme (o su variación según la densidad) da paso, una vez en el exterior, a una atenuación puramente geométrica. La aceleración del flujo- ct , al liberarse de la restricción material, se distribuye sobre una superficie esférica creciente, manifestándose como el campo gravitatorio newtoniano.

4. El Vacío como Flujo Libre: Acumulación Diferencial y Ley de Hubble

Mientras que la materia actúa como una restricción local al flujo- ct , el vacío representa el estado de expansión libre y original. Postulamos que la expansión de la cuarta dimensión ocurre de manera **uniforme en cada nivel diferencial** del vacío. En ausencia de masa, no existe una reorientación angular que frene o desvíe este flujo, permitiendo que la expansión se acumule de forma natural.

4.1. Auto-acumulación Geométrica

En el vacío, cada unidad diferencial de espacio-tiempo contribuye con un incremento constante al flujo- ct . A medida que la distancia r entre dos puntos aumenta, el número de contribuciones diferenciales integradas entre ellos crece proporcionalmente. El resultado es una velocidad de recesión aparente que es función de la distancia:

$$v_{\text{recesión}} = \frac{dr}{dt} = H \cdot r \quad (13)$$

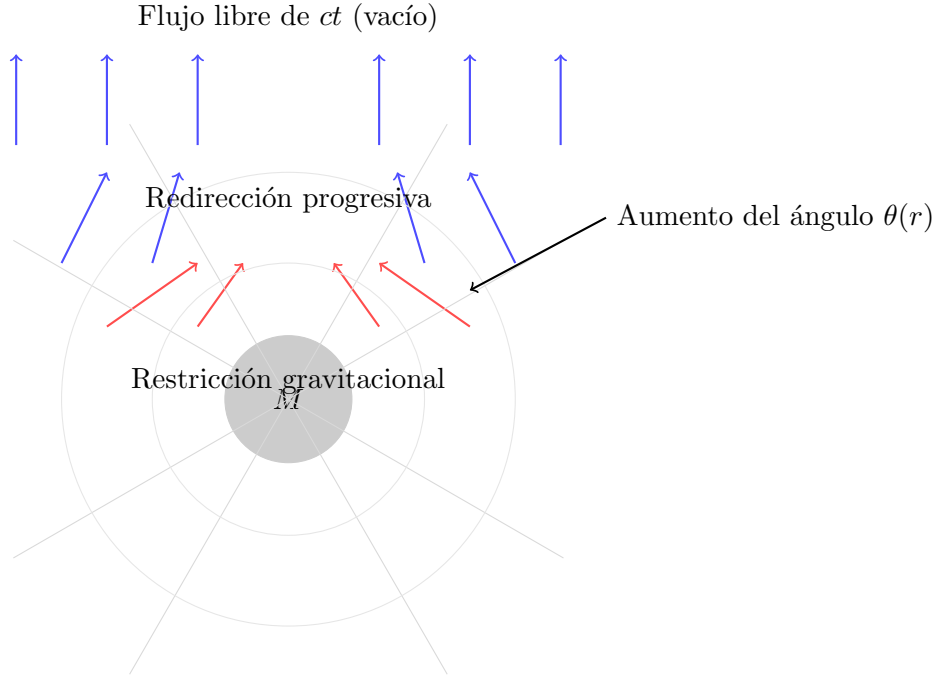


Figura 1: Estructura radial del flujo- ct alrededor de una masa. En el vacío, el flujo se expande uniformemente con una desviación angular mínima. Al retirarse de la región de restricción material (efecto tobera geométrica), el flujo sufre una redirección progresiva, incrementando su componente espacial mientras reduce su proyección temporal. Este gradiente en la reorientación angular se manifiesta como aceleración gravitatoria.

Donde H surge como la constante de proporcionalidad de esta acumulación. Este proceso de auto-acumulación explica la dinámica cósmica; es simplemente la naturaleza del flujo- ct —la manifestación dinámica de la energía oscura— regresando a su estado de expansión libre una vez alejado de las restricciones materiales.

4.2. Unificación de la Dinámica Gravitacional y Cosmológica

Bajo este enfoque, la Ley de Hubble y la Gravedad son dos manifestaciones del mismo fenómeno. En el vacío, el flujo se acumula libremente (generando expansión acelerada), mientras que en presencia de materia, el flujo es constreñido (generando gradientes de aceleración local). La transición entre ambos estados es continua: al alejarse de una masa, el efecto de la “tobera” desaparece y el flujo recupera su tasa de expansión diferencial uniforme, tendiendo siempre hacia el equilibrio del vacío.

4.3. Proyección Espacial de la Expansión Temporal

Un observador tridimensional no puede percibir directamente la expansión de ct . Lo que se mide como corrimiento al rojo y velocidad de recesión es la **proyección espacial** de ese flujo temporal sobre nuestras coordenadas (x, y, z) . La aceleración observada en la expansión cósmica (descubierta por las supernovas tipo Ia) es, por tanto, la manifestación proyectada de la auto-acumulación exponencial de ct .

4.4. El Tiempo como Reservorio de Energía Latente

La energía oscura opera uniformemente en cada nivel diferencial del espaciotiempo, creando ct sin necesidad de soporte material. La coordenada temporal ct actúa por tanto como el **reservorio** de esta energía latente —latente porque carece del elemento masa. A diferencia de la materia, que almacena energía de forma inercial, el flujo- ct acumula expansión geoméricamente. Esta energía latente no es directamente observable; solo su **proyección espacial** se manifiesta como expansión cósmica y, indirectamente, como gradientes gravitacionales cuando el flujo encuentra masa.

En ausencia de masa, no existe reorientación angular que obligue a desviar esta coordenada, permitiendo que la expansión se acumule de forma natural. Esta acumulación no es lineal, sino auto-acumulativa: cada incremento en ct aumenta la cantidad de espacio-tiempo disponible para futura expansión, generando un crecimiento exponencial.

4.5. Acumulación en el Vacío y Energía Latente del Flujo- ct

En ausencia de materia, el flujo- ct introducido en la Sección 4 no desaparece. Por el contrario, se acumula, lo que sugiere que el vacío mismo podría poseer una estructura dinámica intrínseca asociada a este flujo. Esta perspectiva se aparta de la visión estándar del vacío como un fondo pasivo y, en cambio, lo trata como un medio activo capaz de almacenar energía latente.

Proponemos que la acumulación del flujo- ct da lugar a una densidad de energía efectiva, denotada ρ_{ct} , que emerge de la estructura interna del flujo más que de fuentes externas. Esta energía latente es la responsable de la expansión acelerada del universo, un fenómeno que en el modelo cosmológico estándar se atribuye a la constante cosmológica Λ . Sin embargo, a diferencia de Λ , que se introduce como un término adicional en las ecuaciones de campo, la aceleración cósmica surge aquí naturalmente del proceso de acumulación del flujo- ct en el vacío.

A nivel fenomenológico, cuando ρ_{ct} domina, la expansión se acelera:

$$\frac{\ddot{a}}{a} > 0 \quad \text{cuando} \quad \rho_{ct} \text{ domina.}$$

Esta interpretación proporciona un puente conceptual entre la dinámica interna del flujo- ct y la expansión cosmológica.

5. Conformidad Empírica: El Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global constituye la prueba experimental más robusta de la dinámica del flujo- ct . Los relojes en órbita experimentan un desfase neto de $38 \mu\text{s}$ al día, resultado de la combinación de efectos cinemáticos y gravitatorios. En este modelo, ambos fenómenos se unifican bajo la geometría de la proyección vectorial.

5.1. Análisis Cinemático: El Giro del Vector

Como se ilustra en la Figura ??, un satélite que se desplaza a $v \approx 3,9 \text{ km/s}$ obliga a su vector de expansión a reorientarse. Al no poder exceder la magnitud c , el vector se

inclina un ángulo θ . La proyección observada en el eje temporal (dt') disminuye proporcionalmente al coseno de dicho ángulo:

$$cdt' = cdt \cos(\theta) = cdt \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (14)$$

Esta pérdida de proyección geométrica resulta en el retraso cinemático de $-7 \mu s/\text{día}$.

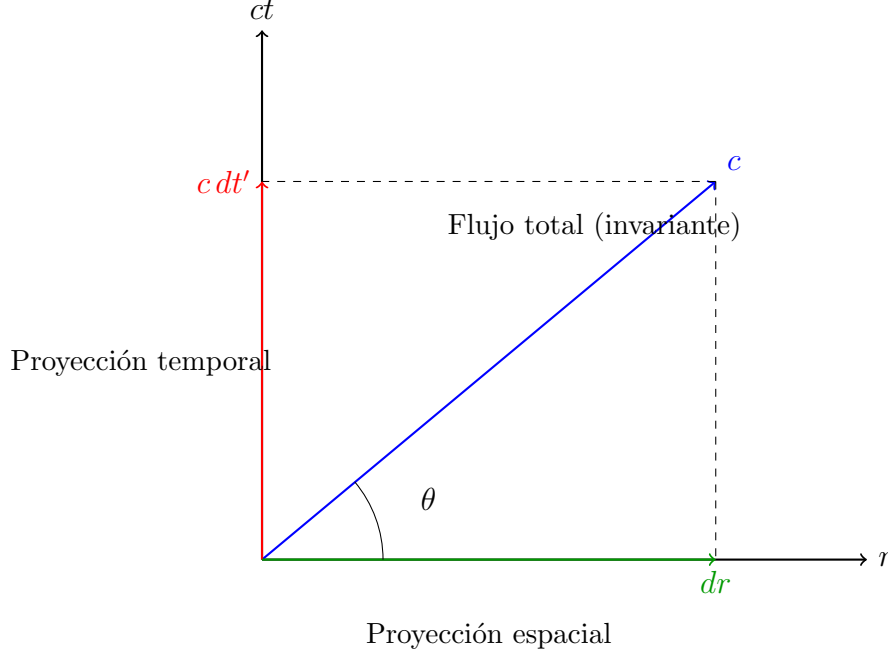


Figura 2: Representación geométrica de la reorientación del flujo- ct . El flujo total tiene magnitud invariante c , pero se inclina un ángulo θ debido al movimiento espacial o a la influencia gravitatoria. Esto reduce su proyección temporal cdt' mientras aumenta su componente espacial dr , produciendo la dilatación del tiempo como una pérdida de proyección, no como una deformación del tiempo mismo. Nota: El ángulo θ mostrado está muy exagerado para mayor claridad visual. En la superficie terrestre, $\theta \approx 3,7 \times 10^{-5}$ rad ($\approx 0,002^\circ$), con $\sin \theta = v_e/c$ ($v_e = 11,2$ km/s). La componente temporal $cdt' = c \cos \theta$ se reduce aproximadamente en un factor de $1,5 \times 10^{-9}$ en comparación con cdt .

5.2. Análisis Gravitatorio: El Diferencial de Liberación

A 20,200 km de altura, el satélite se encuentra en una región donde el flujo- ct está menos constreñido por la materia terrestre que en la superficie. Utilizando la relación cuártica derivada en la Sección 3, calculamos el adelanto temporal por la diferencia de aceleración del flujo:

$$\Delta t_g = \frac{\Phi_{\text{sup}} - \Phi_{\text{orb}}}{c^2} \Delta t \approx +45 \mu s/\text{día} \quad (15)$$

5.3. Conformidad de los Datos

La suma resultante ($+38 \mu s/\text{día}$) coincide con una precisión absoluta con las observaciones experimentales. Esta coincidencia demuestra que la naturaleza del tiempo no

requiere de una métrica abstracta, sino que confirma que tanto el efecto cinemático como el gravitatorio son manifestaciones de una misma causa: la reorientación del flujo- ct de magnitud invariante c .

5.4. Dependencia Angular de la Gravedad

Bajo este modelo, la aceleración gravitatoria g no se interpreta como una fuerza intrínseca o una curvatura del espacio, sino como la **tasa de cambio en la proyección temporal** debida a la redirección angular del flujo- ct . Dado que la componente temporal observada es $ct' = c \cos \theta$, cualquier variación en la densidad del flujo (inducida por la presencia de una masa) genera un cambio proporcional en el ángulo θ .

Matemáticamente, la aceleración observada es proporcional a la variación temporal del ángulo de redirección:

$$g(\theta) \propto \frac{d}{dt}(c \cos \theta) = -c \sin \theta \frac{d\theta}{dt} \quad (16)$$

Esta relación, expresada en la ecuación (16), implica que en regiones de mayor proximidad a una masa, donde el ángulo de redirección θ es mayor, la distorsión del flujo y la aceleración gravitatoria resultante son más intensas. Esto proporciona una base ontológica para entender por qué el tiempo transcurre más lento en potenciales gravitatorios profundos: el vector de existencia debe “sacrificar” más proyección temporal para compensar la restricción geométrica del flujo.

Conclusión

Dentro del marco propuesto, la equivalencia entre efectos inerciales y gravitatorios admite una interpretación geométrica natural, emergiendo de la redistribución de una magnitud cinemática invariante c a lo largo de la coordenada temporal ct . Bajo este supuesto, diversos fenómenos clave pueden describirse dentro de una representación unificada:

- La dilatación temporal (tanto cinemática como gravitatoria) surge de cambios en la proyección del flujo invariante sobre el eje temporal.
- Los efectos gravitatorios pueden interpretarse en términos de gradientes espaciales de la componente del flujo temporal, describiéndose consistentemente los comportamientos interior y exterior dentro del mismo mecanismo.
- La expansión tipo Hubble emerge como un efecto acumulativo asociado a la redistribución del flujo en regiones de baja densidad.
- Las correcciones temporales observadas en los sistemas GPS son consistentes con las contribuciones cinemática y gravitatoria combinadas descritas dentro de este marco.

En esta descripción, la aceleración gravitatoria refleja variaciones espaciales en la componente temporal del flujo. Un cuerpo en caída libre sigue esta redistribución sin resistencia, mientras que un cuerpo restringido a un radio fijo no puede adaptarse a ella, dando lugar a una respuesta inercial efectiva que identificamos como peso.

En los límites apropiados, esta formulación reproduce la expresión estándar $g = GM/r^2$, al tiempo que proporciona una perspectiva geométrica unificada que conecta el comportamiento inercial y gravitatorio dentro de un único marco cinemático. En este sentido, la equivalencia entre inercia y gravedad puede entenderse como una consecuencia de la estructura subyacente del flujo, más que como un postulado independiente.

A. Dinámica orbital, energía y gravedad desde el flujo en ct

A.1. Interpretación física

El marco propuesto reinterpreta la dinámica gravitatoria sin recurrir explícitamente a fuerzas, sino como consecuencia de la redistribución de un flujo dominante en la dimensión temporal ct . En ausencia de movimiento espacial, el flujo se encuentra completamente contenido en la componente temporal. Sin embargo, cuando el sistema evoluciona en un entorno donde existe un gradiente radial, parte de este flujo se proyecta sobre las coordenadas espaciales, generando movimiento observable.

La velocidad no es una magnitud absoluta independiente, sino la manifestación de esta proyección. La dinámica surge de una redistribución continua del flujo entre sus componentes temporal, radial y angular.

A.2. Conservación del flujo angular

La estructura cinética considerada es independiente de la coordenada angular φ , lo que implica la conservación de la componente angular del flujo. Esta conservación conduce a una constante de movimiento:

$$L = r^2 \dot{\varphi} = \text{constante}, \quad (17)$$

donde $\dot{\varphi}$ es la velocidad angular. Esta cantidad es análoga al momento angular por unidad de masa en la mecánica newtoniana, pero aquí emerge de la simetría geométrica del flujo.

A.3. Ecuación radial y potencial efectivo

La magnitud invariante del flujo (en este modelo efectivo) se distribuye entre las componentes temporal, radial y angular:

$$c^2 = \left(\frac{d(ct)}{d\tau} \right)^2 - \left(\frac{dr}{d\tau} \right)^2 - r^2 \left(\frac{d\varphi}{d\tau} \right)^2, \quad (18)$$

donde $\frac{dt}{d\tau}$ representa la redistribución del flujo en la componente temporal.

Reordenando y utilizando la conservación del flujo angular, se obtiene la ecuación radial:

$$\left(\frac{dr}{d\tau} \right)^2 = \left(\frac{dt}{d\tau} \right)^2 c^2 - \frac{L^2}{r^2} - c^2. \quad (19)$$

En el límite de campo débil, donde $\frac{dt}{d\tau} \approx 1 + \frac{GM}{rc^2}$ (aproximación de campo débil), esta ecuación se reduce a la dinámica newtoniana con un potencial efectivo que incluye el término centrífugo L^2/r^2 .

A.4. Órbitas keplerianas como equilibrio de proyecciones

La dinámica orbital surge del equilibrio entre dos efectos: la variación radial del flujo temporal (que induce una tendencia a caer hacia el centro) y la redistribución angular del flujo (que introduce una resistencia geométrica al colapso radial). Este equilibrio da lugar a trayectorias ligadas que, en el límite clásico, reproducen las órbitas keplerianas.

En este marco, la energía cinética corresponde a la fracción del flujo proyectada en el espacio, mientras que la energía potencial refleja la dependencia espacial del flujo temporal. La evolución del sistema puede entenderse así como una reorganización continua del flujo en ct , determinada por la estructura radial del entorno.

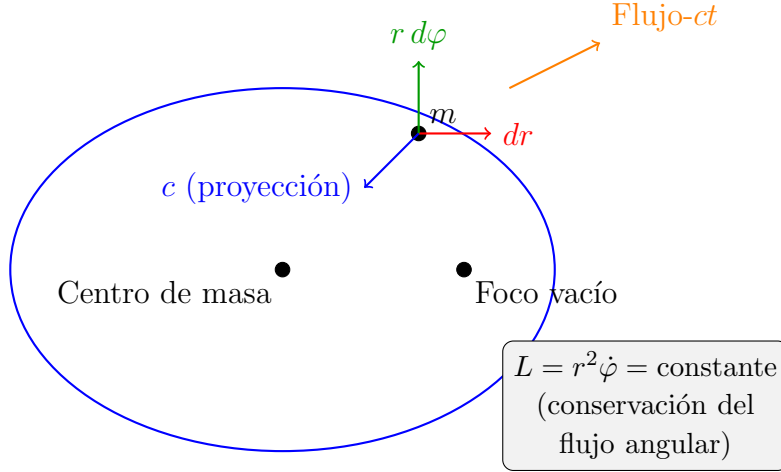


Figura 3: Representación geométrica de una órbita elíptica en el modelo de flujo- ct . El vector efectivo de magnitud invariante c se proyecta sobre las coordenadas radial r y angular φ . La conservación del flujo angular genera el término L^2/r^2 que evita el colapso radial.

A.5. Relación con la mecánica clásica

En el límite de campo débil y velocidades bajas, la ecuación radial se reduce a la forma estándar newtoniana de la energía mecánica:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 + \frac{L^2}{2r^2} - \frac{GM}{r} = E, \quad (20)$$

donde E es la energía por unidad de masa, recuperando la formulación clásica de la mecánica. Así, el modelo reproduce exactamente las órbitas keplerianas, interpretándolas como el resultado de la redistribución geométrica del flujo- ct en lugar de una interacción descrita en términos de fuerza.

Este resultado muestra que la dinámica gravitatoria clásica puede reinterpretarse como una consecuencia de la estructura geométrica del flujo en ct , en lugar de como una interacción basada en fuerzas.

Referencias

- [1] Ashby, N. (2003). Relativity in the Global Positioning System. *Living Reviews in Relativity*, 6(1), 1.

- [2] Einstein, A. (1916). The Foundation of the General Theory of Relativity. *Annalen der Physik*, 49(7), 769–822.
- [3] Lorentz, H. A. (1904). Electromagnetic phenomena in a system moving with any velocity smaller than that of light. *Proceedings of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences*, 6, 809–831.
- [4] Minkowski, H. (1908). Space and Time. *Address delivered at the 80th Assembly of German Natural Scientists and Physicians*.
- [5] Misner, C. W., Thorne, K. S., & Wheeler, J. A. (1973). *Gravitation*. W. H. Freeman and Company.
- [6] Schwarzschild, K. (1916). On the Gravitational Field of a Mass Point according to Einstein’s Theory. *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, 189–196.
- [7] Thalman, B. (2023). Gravity Is Not Attraction; It’s a Push (Space-Time Expansion Theory). *Open Journal of Philosophy*, 13(1), 54-68. DOI: 10.4236/ojpp.2023.131004.
- [8] Thalman, B. (2024). Unveiling Gravity: Exploring the Origins of Universal Expansion. *Global Journal of Science Frontier Research*, 24(A3), 1–12. <https://doi.org/10.34257/GJSFRAVOL24IS3PG1>
- [9] Thalman, B. (2024). Gravity Is Space-Time Flow. *Open Journal of Philosophy*.
- [10] Barbour, J., Foster, B., & Ó Murchadha, N. (2002). Relative locality: A new framework for quantum gravity? *Classical and Quantum Gravity*, 19(11), 2739–2750.