

Relatividade ρ

Densidade de energia

Elo Energético do Universo

Para além da geometria de Einstein

Baseado em artigos com revisão por pares

$$\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{C^2 - V_A^2}{C^2 - V_B^2}} \frac{\rho_B}{\rho_A}$$

“Lamento que não nos tenhamos conhecido há 10 ou 15 anos, podíamos ter mudado o mundo juntos. Agora não tenho forças nem vontade para continuar a investigação. Agente firme e prossiga com a sua pesquisa.”

— Miroslav Sukenik

José Luís Pereira Rebelo Fernandes

Autor: José Luís Pereira Rebelo Fernandes

Edição: Edições Relatividade p

Design da capa: José Luís Pereira Rebelo Fernandes

Contacto: rebelofernandes@sapo.pt

2.^a edição revista e corrigida — 2026

ISBN: 9789403935751

© < José Luís Pereira Rebelo Fernandes >

Prefácio

Ao longo da história da ciência, cada avanço decisivo nasceu da coragem de questionar os fundamentos estabelecidos. A teoria da relatividade clássica, concebida por Einstein, foi um desses momentos de rutura, ao substituir o espaço absoluto por uma geometria dinâmica do espaço-tempo. Contudo, mais de um século depois, torna-se evidente que a elegância do modelo repousa sobre abstrações que não traduzem a densidade energética real do universo.

É neste contexto que surge a **Relatividade p** , proposta por José Luís Pereira Rebelo Fernandes. Este novo paradigma não se limita a ajustar equações ou a introduzir correções marginais: ele desloca o eixo da compreensão científica, devolvendo à matéria e à energia o protagonismo como variáveis fundamentais. A grandeza **p** , entendida como densidade de energia potencial universal, deixa de ser um parâmetro auxiliar para se tornar a chave que estrutura o tempo, a gravidade e as propriedades do vácuo.

O leitor encontrará nesta obra não apenas uma formulação técnica, mas uma visão epistemológica que recusa o abstracionismo geométrico e assume o universo como **um sistema energético coerente**. Ao fazê-lo, a Relatividade p oferece respostas a fenómenos observacionais que permaneciam enigmáticos — como o afastamento da Lua relativamente à Terra — e fornece instrumentos para determinar a idade do universo com base em grandezas mensuráveis.

Este prefácio é, portanto, **um convite**: explorar uma ciência mais transparente, mais abrangente e mais fiel à realidade física. Uma ciência que integra teoria e experiência numa síntese coerente, abrindo caminho para novas interpretações e aplicações universais.

Prólogo

Tudo tem um início, e este é o início da minha dedicação em tentar compreender a relatividade e os seus fundamentos físicos.

Em física, esse início raramente é uma resposta; é quase sempre uma dificuldade persistente em aceitar uma explicação que, embora elegante, não parece fisicamente completa.

Desde a contração do tempo até ao aumento da velocidade de rotação e da temperatura dos corpos celestes, muitos fenómenos têm sido descritos com grande sucesso pela teoria da relatividade. Ainda assim, procurei durante anos compreender plenamente o método conceptual que levou Einstein à introdução da contração do espaço na direção do movimento.

Tenho tentado recordar-me de quando comecei a interessar-me pela relatividade e de quando tudo começou a fazer sentido para mim. Recordo-me de adquirir, em 26 de maio de 1983, um livro escrito por Albert Einstein e Leopold Infeld, intitulado *A Evolução da Física, de Newton até à Teoria dos Quantas*. A partir da leitura dessa obra surgiu o meu compromisso pessoal de estudar devidamente o assunto, embora permanecessem dificuldades conceptuais que nunca consegui ignorar.

Na altura, encontrava-me a iniciar a minha atividade profissional na engenharia civil, e o meu dever era dar continuidade e ser bem-sucedido na minha carreira. Ainda assim, nunca deixei de guardar uma imagem muito clara na minha mente: descer a Rua dos Bragas, no Porto, onde se situava a Faculdade de Engenharia, e desejar compreender mais profundamente a teoria da relatividade — o que me levou, mais tarde, à aquisição do livro mencionado.

Posteriormente, em 2005, após visitar a exposição comemorativa dos cem anos da teoria da relatividade, por sugestão da minha filha, a Leonor, em Coimbra, decidi dedicar parte do meu tempo à análise sistemática dos princípios da relatividade de Einstein.

Foi nesse contexto que, ao tomar conhecimento de que a Lua se afastava sistematicamente da Terra, surgiu uma ideia simples, mas insistente, que acabaria por conduzir ao desenvolvimento apresentado neste livro.

Para lá da geometria

A teoria da relatividade clássica foi revolucionária ao substituir o espaço absoluto por um espaço-tempo curvo. Contudo, ela permanece baseada em abstrações que não refletem a densidade energética real do universo. A **Relatividade ρ** surge para corrigir isso, colocando a **matéria e a energia** no centro da descrição física.

No novo paradigma, a grandeza ρ mede a **densidade de energia potencial universal**, que estrutura o tempo e determina a **Variável Gravitica Universal**. A geometria deixa de ser o ponto de partida; em seu lugar, adotamos **grandezas físicas mensuráveis**, capazes de explicar fenômenos locais e a dinâmica cosmológica sem recorrer a conceitos hipotéticos como “matéria escura” ou “energia escura”.

Princípios Fundamentais:

O Tempo: varia inversamente com a raiz quadrada da densidade de energia potencial universal no local ou atravessada pelo referencial.

A Variável Gravitica Universal (VGU): surge diretamente da densidade de energia potencial, refletindo suas variações em todas as escalas.

A Permeabilidade Variável do vácuo: acompanha inversamente a densidade de energia potencial universal, refletindo a expansão do cosmos.

Essas relações permitem explicar fenômenos observacionais, como o valor aparente do afastamento da Lua em relação à Terra e a aparente expansão acelerada do universo, além de oferecer ferramentas precisas para determinar a **idade do universo**.

Invariância do Espaço O espaço percorrido pela luz é o mesmo nos tempos equivalentes de todos os referenciais. Isto demonstra que o espaço **não contrai nem expande**, não sofre deformações métricas, não é um “tecido elástico”, é **invariante**.

A variação observada nos fenômenos relativísticos decorre **exclusivamente da variação do ritmo temporal**, não de alterações geométricas do espaço.

A **Relatividade ρ** propõe uma ciência mais clara e abrangente, capaz de unir teoria e observação em uma síntese coerente, abrindo caminho para **novas interpretações e aplicações universais**.

1 - A Relatividade do Tempo com a Densidade de Energia Potencial Universal

Publicado em IJP – International Journal of Physics: [ijp-8-1-2 \(3\).pdf](#)

Publicado em PJST – Pacific Journal Of Science and Technology: [pjst25_1_20.pdf \(akamai.university\)](#)

Neste capítulo analisa-se a relatividade do tempo em diferentes referenciais estacionários, partindo das expressões atualmente utilizadas em sistemas de navegação por satélite. A análise dessas expressões permite reinterpretar a dilatação temporal não como um efeito direto da gravidade local, mas como consequência de um diferencial energético entre referenciais.

1.1- Referenciais estacionários e a formulação clássica

Vamos olhar para a expressão que atualmente auxilia no cálculo do tempo nos satélites. A expressão baseada na métrica de Schwarzschild, que segundo a opinião geral é que corrige o tempo nos satélites em função da gravidade terrestre — começou a ser aplicada praticamente desde o início do sistema GPS, ou seja, na década de 1970, com os primeiros testes e validações teóricas.

No entanto, a sua adoção operacional plena ocorreu com o lançamento do sistema GPS NAVSTAR, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos EUA, a partir de 1978, e consolidado nos anos 1980 e 1990.

A métrica formulada por Karl Schwarzschild em 1916, foi a primeira solução exata das equações de campo de Einstein. Ela descreve o campo gravitacional externo a um corpo esférico e não rotativo — como a Terra, em primeira aproximação — e é usada para calcular a dilatação temporal gravitacional que afeta os relógios dos satélites em relação aos da superfície terrestre

Através da análise da relatividade de Einstein, derivada da métrica de Schwarzschild, propõe-se a mudança de tempo entre um referencial A, à superfície da massa geradora do campo gravitacional de massa M, no nosso caso a Terra, e outro B no limite do campo gravitacional, dado por:

G – Constante Gravitacional Universal

M – Massa da Terra

R – Raio da Terra

C – Velocidade da luz.

t_A – Tempo no referencial A, Superfície da Terra.

t_B - Tempo no referencial B, ponto situado no limite do campo gravítico gerado por M.

$$\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{1 - \frac{2GM}{RC^2}}$$

Adotamos esta expressão por conduzir a valores de acordo com a realidade observada. No entanto, é importante salientar que nada nela indica, uma dependência direta da gravidade terrestre, mas apenas de um diferencial energético entre dois referenciais estacionários. Como esta expressão revela acertadamente os valores encontrados nos satélites, muito provavelmente ela esconde a solução universal, pelo que vamos olhar com maior atenção.

O mesmo que:

$$\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{1 - \frac{2GM}{RC^2}} = \sqrt{\frac{C^2 - \frac{2GM}{R}}{C^2}}$$
$$\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{\frac{C^2}{2G} - \frac{M}{R}}{\frac{C^2}{2G}}}$$

Na superfície da Terra temos uma densidade energética maior, $\frac{C^2}{2G}$. O limite do seu campo temos uma densidade menor. O tempo abranda onde a densidade é maior e acelera onde é menor, $\frac{C^2}{2G} - \frac{M}{R}$.

Se repararem para calcular a densidade no limite do campo da Terra nós retiramos a influência da massa da Terra $\frac{M}{R}$, o que quer dizer que $\frac{C^2}{2G}$ só poderá ser a influência de todas as massas universais incluindo a própria Terra.

A relatividade do tempo deixa de ser um efeito geométrico. Passa a ser um efeito energético.

1.2- Definição da Densidade de Energia Potencial Local

A designação densidade de energia potencial local não corresponde a uma densidade volumétrica no sentido clássico, mas a uma densidade estrutural linear, expressa pela razão $\frac{M}{R}$, resultante de uma distribuição superficial esférica, que caracteriza a contribuição de cada massa para o estado energético do espaço.

A densidade de energia potencial, que um corpo celeste gera na sua superfície é dada pela razão da sua massa M pelo seu raio R. Esta razão caracteriza a intensidade da contribuição desse corpo para o estado energético do espaço na sua superfície.

Podemos designar esta grandeza como densidade de energia potencial local, definida por:

$$\rho_1 = \frac{M}{R}$$

Relação com o Potencial de Fuga

O potencial de fuga — isto é, a velocidade mínima necessária para que uma partícula abandone o campo gravitacional de um corpo é classicamente expresso por:

$$V_f^2 = 2G \frac{M}{R}$$

Substituindo a expressão acima, obtemos:

$$V_f^2 = 2G \rho_1$$

Esta relação revela que a velocidade de fuga é determinada pela densidade de energia potencial local.

1.3. -O potencial de fuga universal. A densidade de energia potencial universal no local.

Se considerarmos o regime limite em que a matéria deixa de se encontrar confinada por qualquer campo gravitacional — regime que corresponde à manifestação da radiação — torna-se necessário admitir a existência de um valor universal da densidade de energia potencial.

Esse valor define o **potencial de fuga universal da matéria**, isto é, o limiar energético a partir do qual a radiação se propaga livremente no universo.

Sendo:

M_u – Quantidade de massa universal interveniente no local

R_u – Raio médio da massa universal

$$C^2 = 2G \frac{M_u}{R_u}$$

$$\rho_u = \frac{M_u}{R_u}$$

Nesta formulação, a constante C adquire um significado físico mais profundo. Deixa de ser meramente uma constante cinemática e passa a ser um parâmetro energético fundamental associado à transição entre o confinamento material e a liberdade radiativa:

$$C^2 = 2G \rho_u$$

Nesta formulação, a constante C adquire um significado físico mais profundo. Ela deixa de ser apenas uma constante cinemática e passa a representar um parâmetro energético fundamental, associado à transição entre o confinamento material e a liberdade da radiação:

$$\rho_u = \frac{C^2}{2G}$$

ρ_u - Densidade de energia potencial universal à superfície da Terra.

A quantidade ρ_u deve ser designada por densidade de energia potencial universal, pois representa a densidade de energia estrutural global do universo, da qual emergem todos os efeitos dinâmicos locais.

$$\rho_u = \frac{C^2}{2G}$$

Unidade: kg/m (linear).

$$G = \frac{C^2}{2\rho_u}$$

Interpretação física: ρ_u não é uma densidade de energia volumétrica local, mas sim o potencial estrutural universal que define o limite máximo em que a matéria normal pode existir.

Quando a energia local ultrapassa este potencial, a matéria normal transforma-se em radiação (luz), ou seja, a luz é a manifestação máxima da matéria sob ρ_u .

Esta densidade é universal e primária, pois estrutura o tempo, a propagação da luz e todos os processos energéticos emergentes no universo.

Curiosamente podemos definir o potencial de fuga local como:

$$V_f^2 = 2G \frac{M}{R}$$

$$V_f^2 = 2 \frac{C^2}{2\rho_u} \rho_l$$

$$V_f^2 = \frac{\rho_l}{\rho_u} C^2$$

O potencial gravítico local é uma perturbação no potencial gravítico universal

Quando $\rho_l \rightarrow \rho_u$, o sistema atinge o regime limite em que a velocidade de fuga coincide com a velocidade da luz, caracterizando a transição para comportamento radiativo.

1.4. Reinterpretação da Dilatação Temporal

Reintroduzindo esta definição na expressão relativística do tempo, obtemos:

$$\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{\rho_u - \frac{M}{R}}{\rho_u}}$$

Considerando a Terra o referencial A, pois é nesse referencial que conhecemos o valor de ρ_U .

Genericamente teremos, $\rho_A = \rho_U$

$$\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{\rho_A - \frac{M}{R}}{\rho_A}}$$

$(\rho_A - \frac{M}{R})$ - Não é mais do que retirar a influência da massa M em ρ_A , ou seja, calcular a densidade de energia potencial universal no limite do campo gerado pela massa M, no qual já não participa. ρ_B , passa a ser a densidade de energia potencial universal no local B, sem a intervenção de M.

$$\rho_B = \rho_A - \frac{M}{R}$$

Só é possível retirar a densidade de energia potencial gerada pela Terra e continuar a existir densidade de energia, se ρ_A for gerada por todo o universo.

$$\frac{t_A}{t_B} = \sqrt{\frac{\rho_B}{\rho_A}}$$

1.5. Consequência Fundamental

O tempo em cada referencial estacionário é, portanto, **inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade de energia potencial universal no local**.

Isto implica que vivemos imersos num fluido energético universal, caracterizado por uma densidade de energia potencial ρ_u , que não é constante em todo o espaço. A variação dessa densidade de lugar para lugar determina diretamente o ritmo local do tempo.

Se a densidade de energia potencial universal fosse constante, como implicitamente assumido desde Einstein, então o tempo seria o mesmo em todos os referenciais estacionários — o que contradiz a evidência empírica observada nos sistemas de satélites.

Aqui emerge um novo paradigma: **a Relatividade ρ** , na qual a relatividade do tempo resulta da variabilidade espacial da densidade de energia potencial universal.

1.6. Tempo em diferentes pontos dentro do campo gravitacional

Até aqui analisámos a relatividade do tempo entre a superfície de um corpo massivo e o limite do seu campo gravitacional. No entanto, a dilatação temporal não é um fenómeno discreto, mas sim contínuo. O tempo varia gradualmente à medida que nos deslocamos dentro do campo gravitacional.

Podemos imaginar esse campo como uma esfera energética invisível que envolve a Terra. À medida que nos afastamos do seu centro, a densidade de energia potencial que nos envolve diminui, e com ela altera-se o ritmo local do tempo.

Se considerarmos:

Referencial A, na superfície da Terra, a uma distância R do centro da Terra.

Referencial D, mais afastado, a uma distância D do centro da Terra.

A densidade de energia potencial universal em D será diferente da de A. Para calcular essa diferença, subtraímos a influência da massa na superfície e adicionamos a influência da mesma massa a uma distância maior, (D):

$$\rho_{UD} = \rho_{UA} - \frac{M}{R} + \frac{M}{D}$$

$$\frac{t_A}{t_D} = \sqrt{\frac{\rho_{UA} - \frac{M}{R} + \frac{M}{D}}{\rho_{UA}}}$$

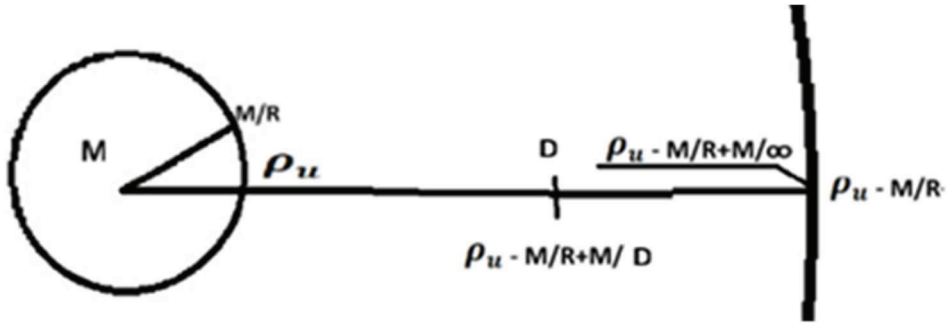


Figura 1. – Campo gravítico da Terra

$$\frac{t_A}{t_D} = \sqrt{\frac{\rho_{UD}}{\rho_{UA}}}$$

O tempo em cada referencial será inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade de energia potencial universal em cada local.

1.7- A densidade não é constante o que vai mudar tudo

Como vimos, a densidade de energia potencial universal, ρ_U , não é constante em todos os lugares, pois se assim fosse o tempo em todos os referenciais estacionários seria o mesmo.

Desde Einstein que a densidade de energia potencial universal é considerada constante. Se assim fosse o tempo nos satélites seria o mesmo do que o medido na Terra.

$$\rho_{UA} \neq \rho_{UC} \neq \rho_{UB}$$

1.8- Resultado fundamental

O tempo em cada referencial estacionário é, portanto, **inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade de energia potencial universal no local**.

A relatividade do tempo surge assim como consequência direta da variabilidade espacial da densidade de energia potencial universal, reforçando a ideia de que o tempo não é uma grandeza absoluta, mas uma resposta física ao estado energético do universo em cada ponto

1.9- A Relatividade entre referenciais a diferentes velocidades

Se considerarmos, de acordo com Einstein, que a relatividade do tempo também depende da velocidade, poderemos concluir que o tempo é inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade de energia potencial universal atravessada por cada referencial?

Considerando dois referenciais em movimento

Um referencial em movimento não se limita a existir num ponto do campo energético do universo — ele atravessa esse campo.

Quanto maior a sua velocidade, maior é a quantidade de densidade de energia potencial universal atravessada por unidade de tempo próprio.

Assim, a densidade efetiva atravessada por um referencial em movimento pode ser escrita como:

$$\rho_{Uv} = \rho_U \frac{c^2}{c^2 - v^2}$$

Considerando um referencia A e B com diferentes densidades e diferentes velocidades, teremos:

$$\text{Em A, teremos } \frac{c^2}{c^2 - v_A^2} \rho_A$$

$$\text{Em B, teremos } \frac{c^2}{c^2 - v_B^2} \rho_B$$

1.10- Relação temporal geral

Sendo o tempo inversamente proporcional à raiz quadrada da densidade de energia potencial universal atravessada, a relação entre os intervalos de tempo medidos nos dois referenciais é dada por: