

Eletrogravidade (Unificação da Gravidade com Eletromagnetismo)
**Ocorrência da Unificação no Átomo Primordial, nos Buracos Negros, na Expansão e
no Centro da Matéria ou Universo**

Artigo Científico

Área de Estudo: Física

Campo de ação: Relatividade Especial, Dinâmica do Movimento, Gravidade e
Eletromagnetismo

AUTOR:

Nome: Alberto Mananga Bifica

Dados Académicos: Meteorologista, formado na Universidade Agostinho Neto

Contactos: + 244 943687865

Email: albertobifica30@gmail.com / albertobifica.pesquisador@gmail.com

Luanda, Agosto de 2022

Sumário

Resumo.....	3
1. Introdução.....	3
2. Interpretação física da equação da dilatação do tempo	3
3. Unificação de Campos.....	5
3.1. Unificação da Cinemática com a Relatividade Especial	5
3.2. Unificação da Gravidade com a Relatividade Especial.	5
3.3. Unificação do Eletromagnetismo com a Relatividade Especial.....	6
3.4. Condições de Limites para Gravidade e Eletromagnetismo	6
3.5. Expansão do Universo.....	7
3.5.1. Partícula Primordial ou Unidades de Planck.....	8
3.5.2. Condição atual do Universo	9
3.5.3. Fase da Expansão do Universo.....	10
3.6. Buraco Negro	10
3.7. Luz ou Ondas Eletromagnéticas.....	11
3.8. Formulando e Provando veracidade das Equações da Eletrogravidade Através da Relatividade Geral com base nas Soluções da métrica de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW)	11
3.9. Eletrogravidade (Unificação da Gravidade com Eletromagnetismo)	12
4. Conclusão	14
REFERÊNCIAS BIBLOGRÁFICAS	14

Resumo

Ao unificar a Gravidade com Eletromagnetismo através da Relatividade Especial, obteve-se novas equações que explicam todo funcionamento dessas duas leis que atuam na matéria ou Universo através das condições específicas que ocorrem numa expansão ($M = \infty$ e $Q = \infty$), no centro de massa ($R = 0$) e no processo contínuo de energia-matéria que resultam nas seguintes equações $v_e = v_g = c^2$, $E_e = E_g = mc^2$ que participam simultaneamente nas interações constantes $F_e = F_g = 0$ que é responsável pela expansão e $F_e = F_g = \frac{c^4}{4G}$ que é responsável pela massa. O produto $v_e v_g = c^2$ e $F_e F_g = \frac{c^8}{16G^2}$ mostra que a luz é causada diretamente pela unificação da gravidade com eletromagnetismo, ou seja, essa unificação é responsável pela dualidade onda-partícula da luz.

Palavra-chave: Eletromagnetismo, Gravidade, Luz, Unificação

1. Introdução

Desde que as leis da teoria eletromagnética começaram a evoluir no século 20, o grande pensador da época, Einstein, tentou unificá-las com sua teoria da gravidade e transformá-las em uma única força do Universo. Este trabalho visa contribuir para uma nova compreensão do funcionamento da gravidade e do eletromagnetismo para mostrar em quais condições podem-se ter as duas forças unificadas.

Seu problema de pesquisa é: Necessidade de unificar a gravidade com o eletromagnetismo; Objetivo geral: Encontrar as condições que permitem a unificação da gravidade com o eletromagnetismo; Objetivo específico: Unificar as equações eletromagnéticas e gravitacionais através das condições das cargas, massas e centro da matéria. Como também encontrar as equações gerais de Unificação; Hipótese: Se, se encontrar as equações que explicam o funcionamento correto da gravidade e do eletromagnetismo, então saber-se-á em que condições as duas forças se tornam unificadas.

2. Interpretação física da equação da dilatação do tempo

De acordo com as literaturas da Relatividade Especial sobre dilatação do tempo que exprime os tempos gastos por dois observadores que analisam um mesmo evento em aspetos diferentes, é representada pela equação:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (1)$$

A equação da dilatação do tempo deu a possibilidade para se perceber que quanto mais rápido nos movemos, o tempo passa mais lento, isto é, se um terráqueo viajar na sua nave próximo a

velocidade da luz por muito tempo, para ele passará muitos anos em relação as pessoas que ficaram na Terra (Reidel, et al., 1985) (Özer, 2020).

Para o estudo proposto neste artigo vai-se analisar somente os casos em que $\Delta t = \Delta t_o$ de acordos com os observadores e eventos de seguinte modo:

- Se dois observadores estiverem numa linha reta de onde provém a luz com mesmas distâncias astronómicas, a luz alcançará os dois ao mesmo tempo ou se dois fótons partem duma mesma fonte numa linha reta no mesmo instante, logo, eles terão mesmas distâncias em relação a sua fonte. Exemplos reais: A luz que parte do espaço chegando para todos observadores num ponto de coordenadas na Terra; A lâmpada que se encontra no centro duma esfera que emite luz em todas direções da esfera; propagação da luz nos extremos da expansão do universo.
- Se fótons de luz partem duma extremidade até a um determinado centro ou observador, eles terão os mesmos tempos percorridos. Exemplo real: Buraco negro sugando partículas de luz

Através das análises feitas quando $\Delta t = \Delta t_o$ a eq.(1) torna-se:

$$\Delta t = \frac{\Delta t_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (2)$$

Simplificando as expressões Δt é fácil notar que resta:

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 1 \quad (3)$$

O resultado final dessa simplificação mostra que $v = 0 \text{ m/s}$ só ocorre quando os observadores estão parados em relação a um referencial e observam um evento nas mesmas perspectivas mostrando que eq.(3) é apenas um elemento neutro para $\Delta t = \Delta t_o$ para os casos em análise. Nos exemplos reais aplicados de acordos com as análises feitas, os observadores são pontos onde a luz está percorrendo até a uma determinada distância com velocidade de escape, $v = c$, que em relação aos buracos negros corresponde ao raio de Schwarzschild de horizonte de eventos onde toda matéria incluindo a luz são atraídos gravitacionalmente e as mesmas condições também são válidas para escala de Planck que representa uma expansão primordial do Universo num tempo aproximadamente de 10^{-43} segundos.

Com as análises feitas, chega-se a conclusão que na equação da dilatação do tempo podem atuar qualquer lei do movimento ou de forças de acordo a relatividade do referencial. É importante salientar que a luz foi uma ideia usada como uma partícula de teste onde a sua velocidade fazia o momento relativo entre dois observadores. Neste caso, Einstein poderia usar uma outra partícula de teste com altas ou menos velocidades que a luz. Logo, em vez de padronizar-se c da luz na equação da dilatação do tempo, este poderia varia de acordo a velocidade de qualquer partícula que faria o momento relativo, representada pelo símbolo \mathcal{E} . Neste caso a equação poderia ser escrita de seguinte modo: $\Delta t = \frac{\Delta t_o}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{\mathcal{E}^2}}}$ onde Einstein considerou $\mathcal{E} = c$.

3. Unificação de Campos

3.1. Unificação da Cinemática com a Relatividade Especial

Sabendo que $R = \frac{1}{2} a \Delta t^2$ (Halliday, et al., 2014), obtém-se para os eventos, $\Delta t = \Delta t_0 = \sqrt{\frac{2R}{a}}$, que em seguida substituindo-os na eq.(1) obtém-se $\sqrt{\frac{2R}{a}} = \frac{\sqrt{\frac{2R}{a}}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$; posteriormente, simplifica-se as raízes, as componentes de $2R$ e aplica-se sistema cruzada para se obter $a \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = a$. Pela equação da aceleração, $a = \frac{v^2}{2R}$, substituída no membro direito torna-se $a \left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) = \frac{v^2}{2R}$; a seguir transporta-se e fatoriza-se as velocidades na esquerda para se obter $v^2 \left(\frac{1}{2R} + \frac{a}{c^2}\right) = a$; usando a regra do denominador comum para as componentes $2R$, c^2 e em seguida isolando v^2 , finalmente, obtém-se:

$$v^2 = \frac{2aRc^2}{c^2 + 2aR} \quad (4)$$

3.2. Unificação da Gravidade com a Relatividade Especial.

As equações $v = \frac{2GM}{R}$ e $a = \frac{GM}{R^2}$ (Halliday, et al., 2014; Abbott, et al,1999) são substituídas na eq.(4) para se obter:

$$\frac{1}{R} = \frac{c^2}{Rc^2 + 2GM} \quad (5)$$

Obtém-se, respetivamente, através da eq.(5) as seguintes fórmulas:

• **Velocidade de Escape Gravitacional:** Substitui-se eq.(5) na equação $v_g^2 = \frac{2GM}{R}$ para se obter:

$$v_g^2 = \frac{2GMc^2}{Rc^2 + 2GM} \quad (6)$$

• **Aceleração Gravitacional para qualquer Corpo:** Substitui-se eq.(5) na equação $a_{gc} = \frac{GM}{R^2}$ para se obter:

$$a_{gc} = \frac{GMc^4}{(Rc^2 + 2GM)^2} \quad (7)$$

• **Aceleração Gravitacional para Buracos Negros atraindo a Luz ou a Luz atraindo a Matéria:** Substitui-se eq.(5) na equação $a_{gb} = \frac{c^2}{2R}$ para se obter:

$$a_{gb} = \frac{c^4}{2(Rc^2 + 2GM)} \quad (8)$$

• **Energia Gravitacional:** Tendo em conta que $E_g = mv_g^2$, logo, obtém-se:

$$E_g = \frac{2GMmc^2}{Rc^2 + 2GM} \quad (9)$$

3.3. Unificação do Eletromagnetismo com a Relatividade Especial.

As Equações $v = \frac{Zq^2}{2\pi\epsilon mR}$ e $a = \frac{Zq^2}{4\pi\epsilon mR^2}$ são substituídas na eq.(4) para se obter:

$$\frac{1}{R} = \frac{2\pi\epsilon mc^2}{2\pi\epsilon mc^2 R + Zq^2} \quad (10)$$

Obtém-se, respetivamente, através da eq.(10) as seguintes fórmulas:

- **Velocidade de Escape Eletromagnética:** A eq.(10) é substituída na equação $v_e^2 = \frac{Zq^2}{2\pi\epsilon mR}$ para se obter:

$$v_e^2 = \frac{Zq^2 c^2}{2\pi\epsilon mc^2 R + Zq^2} \quad (11)$$

- **Aceleração Eletromagnética para qualquer Corpo:** A eq.(10) é substituída na equação $a_{ec} = \frac{ZqQ}{4\pi\epsilon mR^2}$ para se obter:

$$a_{ec} = \frac{\pi\epsilon mZq^2 c^4}{(2\pi\epsilon mc^2 R + Zq^2)^2} \quad (12)$$

- **Aceleração Eletromagnética para Buracos Negros atraindo a Luz ou a Luz atraindo a Matéria:** A eq.(10) é substituída na equação $a_{eb} = \frac{c^2}{2R}$ para se obter:

$$a_{eb} = \frac{\pi\epsilon mc^4}{2\pi\epsilon mc^2 R + Zq^2} \quad (13)$$

- **Energia Eletromagnética:** Sabe-se que $E_e = mv_e^2$, logo, obtém-se:

$$E_e = \frac{Zq^2 mc^2}{2\pi\epsilon mc^2 R + Zq^2} \quad (14)$$

3.4. Condições de Limites para Gravidade e Eletromagnetismo

Comparação das equações gravitacionais de Newton e propostas pelos resultados deste artigo.

Dados: $c = 3.10^8 \text{ m/s}$, $G = 6,67.10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ Kg}^{-2}$, $R_{Terra} = 6,371.10^6 \text{ m}$ e $M_{Terra} = 5,972.10^{24} \text{ Kg}$ substituindo-os nas equações obtém-se:

$$v_g = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2*6,67.10^{-11}*5,972.10^{24}}{6,371.10^6}} = 11185.83 \text{ m/s}$$

$$v_g = \sqrt{\frac{2GMc^2}{Rc^2 + 2GM}} = \sqrt{\frac{2*6,67.10^{-11}*5,972.10^{24}*3.10^8}{6,371.10^6*3.10^8 + 2*6,67.10^{-11}*5,972.10^{24}}} = 11185.83 \text{ m/s}$$

Nota-se uma igualdade nos valores das velocidades, o mesmo também resulta para comparação de outras grandezas que envolvem a gravidade e eletromagnetismo.

As equações gravitacionais variam nos intervalos de $0 \leq M \leq \infty$ e $0 \leq R \leq \infty$. As equações eletromagnéticas variam nos intervalos de $0 \leq m \leq \infty$, $0 \leq q \leq \infty$ e $0 \leq R \leq \infty$. Por exemplo:

- Se $M = \infty$ obtém-se na fórmula: $v_g = \lim_{M \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{2GMc^2}{Rc^2 + 2GM}} = \sqrt{\frac{2G*\infty*c^2}{Rc^2 + 2G*\infty}} = \frac{\infty}{\infty}$, ao levantar a indeterminação resulta em $v_g = c$, logo, isso implica dizer que a matéria se expande para infinito com a velocidade da luz.
- Se $R = 0$ obtém-se na fórmula: $v_g = \lim_{R \rightarrow 0} \sqrt{\frac{2GMc^2}{Rc^2 + 2GM}} = \sqrt{\frac{2GMc^2}{0*c^2 + 2GM}}$, resulta em $v_g = c$, logo, isso implica dizer que no centro de qualquer matéria a velocidade escape gravitacional atinge o valor da velocidade luz.

Como se referiu, através das condições M , m , q e R que são limitadas de $[0, \infty[$ são introduzidos nas respectivas novas equações gravitacionais e eletromagnéticas para o estudo detalhado da matéria ou Universo de acordo com cada caso específico.

3.5. Expansão do Universo

A expansão do Universo sempre envolve atuação de forças devido a presença de energia, matéria e luz, logo, o estudo do seu tempo, sua constante de Hubble e outras grandezas físicas envolvidas neste processo, devem ser feitos com movimento retilíneo uniformemente variado.

A densidade da expansão pode ser calculada pela lei da gravidade, $v_g^2 = \frac{2GM}{R} = H^2 R^2$ onde $M = \frac{4}{3}\pi R^3 d_c$, finalmente, obtém-se:

$$d_c = \frac{3H^2}{8\pi G} \quad (15)$$

Se a gravidade é válida para determinar a densidade crítica do Universo (d_c), então a sua massa, raio, tempo de expansão também são calculadas pela mesma lei. Para se obter o tempo de expansão faz-se $v_g^2 = \frac{2GM}{R}$ e sabendo que $R = \frac{1}{2}vt$, isto implica que $v = \frac{2R}{t}$ a equação

torna-se: $\frac{4R^2}{t^2} = \frac{2GM}{R} \rightarrow \frac{4R^2}{t^2} = \frac{2G}{R} \frac{4}{3}\pi R^3 d_c$, finalmente, obtém-se:

$$t = \frac{2R}{v} = \frac{2}{H} \quad (16)$$

Uma das condições importantes das novas equações para expansão do Universo são:

- Se $M = \infty$ obtém-se nas fórmulas: $v_g = c$, $E_g = Mc^2$ e $a_{gc} = a_{gb} = 0$; se $Q = \infty$ obtém-se nas fórmulas: $v_e = c$, $E_e = mc^2$ e $a_{ec} = a_{eb} = 0$. Estes resultados mostram que massa e carga que tendem ao infinito se expandem e tornam $v_e = v_g = c$, $E_e = E_g = Mc^2$ e pode-se afirmar que $F_e = F_g = 0$ que é a força responsável pela expansão da matéria ou Universo.

• Se $R = 0$ obtém-se nas fórmulas: $v_g = c$, $E_g = mc^2$ e $a_{gc} = a_{gb} = \frac{c^4}{4GM}$; $v_e = c$, $E_e = mc^2$, $a_{ec} = a_{eb} = \frac{\pi\epsilon mc^4}{Zq^2}$ e para $F_e = ma_e$, finalmente, pode-se formular $F_{ec} = F_{eb} = \frac{\pi\epsilon m^2 c^4}{Zq^2}$. Se $a_{gc} = a_{gb} = \frac{c^4}{4GM}$, logo, também é válida para fórmula já conhecida $a_{gc} = a_{gb} = \frac{GM}{R^2}$, ao comparar $\frac{GM}{R^2} = \frac{c^4}{4GM}$ e passando a massa M do membro direito para esquerda, finalmente, obtém-se $F_{gc} = F_{gb} = \frac{GM^2}{R^2} = \frac{c^4}{4G}$. Como $v_e = v_g = c$ é válida também $a_e = a_g$ que se torna $\frac{\pi\epsilon mc^4}{Zq^2} = \frac{c^4}{4GM}$ e $F_e = F_g$ que se torna $\frac{Zq^2}{4\pi\epsilon R^2} = \frac{GM^2}{R^2}$ ou $\frac{\pi\epsilon m^2 c^4}{Zq^2} = \frac{c^4}{4G}$, isto é, $F_e = F_g = \frac{c^4}{4G}$ que é a força responsável pela matéria ou Universo em relação ao seu centro em função da massa ou carga.

Nota-se que todo processo da expansão desde a partícula primordial até a fase atual, o Universo interagia entre si mesma ou com a luz. Através das duas condições citadas levando em consideração $t = 0$ e para cada $t = \infty$ as velocidades de escape para um determinado sistema em estudo torna: $c^2 = 2aR = \frac{2GM}{R} = \frac{Zq^2}{2\pi\epsilon mR} = \left(\frac{Zq^2}{\epsilon nh}\right)^2$. Estes resultados permitem obter uma equação equivalente da unificação que relaciona massa e carga:

$$4\pi Gm^2 = \frac{Zq^2}{\epsilon} = nhc \text{ ou } 4\pi GmM = \frac{ZqQ}{\epsilon} = nhc \quad (17)$$

3.5.1. Partícula Primordial ou Unidades de Planck.

Para as unidades de Planck ou condições da expansão do Átomo Primordial já retificados, onde h_p é a constante de Planck e ϵ é a permissividade elétrica do vácuo, logo, através da eq.(17) obtêm-se:

• Carga da Partícula Primordial:

$$q_p = \sqrt{\frac{\epsilon nh_p c}{Z}} = 1,3263 \cdot 10^{-18} C \quad (18)$$

• Massa da Partícula Primordial:

$$m_p = \sqrt{\frac{nh_p c}{4\pi G}} = 1,5402 \cdot 10^{-8} k_g \quad (19)$$

• Comprimento ou Raio da Partícula Primordial: Sabendo que $l_p = \frac{2Gm_p}{c^2}$ torna-se:

$$l_p = \sqrt{\frac{Gnh_p}{\pi c^3}} = 2,2824 \cdot 10^{-35} m \quad (20)$$

• Tempo da Partícula Primordial: Usando equação $R = \frac{1}{2}vt$ tendo em conta as unidades de Planck torna-se $l_p = \frac{1}{2}ct_p$ para se obter:

$$t_p = \sqrt{\frac{4Gnh_p}{\pi c^5}} = 1,5216 \cdot 10^{-43} s \quad (21)$$

- **Constante de Hubble da Partícula Primordial:** Usando eq.(16) obtém-se:

$$H_p = \frac{c}{l_p} = \frac{2}{t_p} = \sqrt{\frac{\pi c^5}{Gnh_p}} = 1,3144 \cdot 10^{43} s^{-1} \quad (22)$$

- **Densidade Crítica da Partícula Primordial:** Substituindo eq.(22) na eq.(15) obtém-se:

$$d_p = \frac{3H_p^2}{8\pi G} = 3,0924 \cdot 10^{95} Kg \cdot m^{-3} \quad (23)$$

- **Energia da Partícula Primordial:**

$$E_p = m_p c^2 = 4,6206 J \quad (24)$$

- **Força da Partícula Primordial:**

$$F_p = \frac{Gm_p^2}{l_p^2} = \frac{Zq_p^2}{4\pi\epsilon l_p^2} = m_p \frac{c^2}{2l_p} = \frac{c^4}{4G} = 3,0366 \cdot 10^{43} N \quad (25)$$

3.5.2. Condição atual do Universo

Uma condição atual do Universo depende da expansão através da constante de Hubble ($H_o = 2 \cdot 10^{-18} s^{-1}$) onde massa e carga podem ser calculada respetivamente pelas leis gravitacionais e eletromagnéticas. Como $v_g^2 = \frac{2GM}{R_u} = H_o^2 R_u^2$, sabendo que a luz alcança os extremos do Universo, imediatamente, a velocidade da expansão é $v_g = c$, isto implica que $c^2 = \frac{2GM_u}{R_u} = H_o R_u$ para obtenção de:

- **Raio da Expansão do Universo:**

$$R_u = \frac{c}{H_o} = 1,304 \cdot 10^{26} m \quad (26)$$

- **Massa da Expansão do Universo:**

$$M_u = \frac{c^3}{2GH_o} = 8,8018 \cdot 10^{52} Kg \quad (27)$$

- **Carga da Expansão do Universo:** Pela eq.(17) são válidas as relações $4\pi\epsilon Gm_p M_u = Zq_p Q_u$ ou $4\pi\epsilon G M_u^2 = ZQ_u^2$ para se obter:

$$Q_u = \frac{c^3}{H_o} \sqrt{\frac{\pi\epsilon}{2G}} = 7,5797 \cdot 10^{42} C \quad (28)$$

- **Densidade Crítica do Universo:** Pela eq.(15) obtém-se:

$$d_u = \frac{3H_0^2}{8\pi G} = 1,4033 \cdot 10^{-26} \text{ Kg} \cdot \text{m}^{-3} \quad (29)$$

• **Tempo da Expansão do Universo:** Pela eq.(16) obtém-se:

$$t_u = \frac{2}{H_0} = 8,6957 \cdot 10^{17} \text{ s} = 2,7574 \cdot 10^{10} \text{ anos} = 28 \text{ bilhões de anos} \quad (30)$$

• **Variação de Planck para Expansão do Universo:**

A constante de Planck não é compatível com os valores da massa e carga do Universo na eq.(17), isto de imediato mostra que deve possuir na equação uma variação de Planck (h_u) em função do tempo de expansão tornando-se $4\pi GM^2 = \frac{ZQ^2}{\varepsilon} = nh_u c$. Para validar e tornar a equação operacional faz-se $h_u = \frac{4\pi GM^2}{nc} = \frac{ZQ^2}{\varepsilon nc} = \frac{\pi c^5}{nGH^2}$ para se obter:

$$h_u = \frac{\pi c^5}{nGH_0^2} = 2,1865 \cdot 10^{88} \text{ J} \cdot \text{s} \quad (31)$$

• **Energia da Expansão do Universo:**

$$E_u = M_u c^2 = 2,6405 \cdot 10^{61} \text{ J} \quad (32)$$

• **Força da Expansão do Universo:**

$$F_u = \frac{GM_u^2}{R_u^2} = \frac{ZQ_u^2}{4\pi\varepsilon R_u^2} = M_u \frac{c^2}{2R_u} = \frac{c^4}{4G} = 3,0366 \cdot 10^{43} \text{ N} \quad (33)$$

3.5.3. Fase da Expansão do Universo.

Visto que existe uma força constante que controla ou atua na matéria da expansão desde o átomo primordial até ao estado atual, mas com diferentes tempos que variam de t_p à t_u , logo, cria-se uma equação que ultrapassa os limites estabelecidas podendo rever o estado regressivo antes do big bang e prever o estado progressivo da expansão que permite calcular as variações de massa (M_v), carga (Q_v) e variação de Planck (h_v) em função da variação do tempo:

$$M_v = \frac{c^3}{4G} t_v; Q_v^2 = \frac{\pi\varepsilon c^6}{4ZG} t_v^2; h_v = \frac{\pi c^5}{4nG} t_v^2 \text{ e } R_v = \frac{1}{2} c t_v \quad (34)$$

3.6. Buraco Negro

Se $M = 0$ obtém-se nas fórmulas: $v_g = 0$, $E_g = 0$, $a_{gc} = 0$ e $a_{gb} = \frac{c^4}{2R}$; se $q = 0$ obtém-se nas fórmulas: $v_e = 0$; $E_e = 0$, $a_{ec} = 0$ e $a_{eb} = \frac{c^2}{2R}$. Estes resultados mostram o comportamento duma partícula sem massa e carga onde a única aceleração atuante é do buraco negro ($a_{eb} = a_{gb} = \frac{c^2}{2R}$); a condição $R = 0$ também é aplicada aos buracos negros. Ao comparar $\frac{c^2}{2R} = \frac{c^4}{4GM}$ ou $\frac{c^2}{2R} = \frac{GM}{R^2}$, finalmente, obtém-se $F_e = F_g = \frac{c^4}{4G}$ que é responsável por atrair

partículas e neste processo a velocidade da luz torna-se nula ou perde o seu movimento. Com base nas afirmações pode-se obter o raio de Schwarzschild que é a zona de horizonte de eventos:

$$R = \frac{2GM}{c^2} \quad (35)$$

3.7. Luz ou Ondas Eletromagnéticas

A condição que prova que a luz é uma onda eletromagnética é $m = 0$ que resulta nas equações: $v_e = c$, $E_e = 0$, $a_{ec} = 0$ e $a_{eb} = 0$. O resultado mostra que partículas sem massa com comportamento ondulatório não interagem com nenhuma matéria.

Os resultados deste capítulo afirmam que as forças gravitacionais e eletromagnéticas se tornam numa constante unificada ($F_e = F_g = \frac{c^4}{4G} = 3,0366 \cdot 10^{43} N$) no centro de qualquer matéria em função da sua massa ou carga, no átomo primordial, nos buracos negros e na expansão da matéria ou Universo.

3.8. Formulando e Provando veracidade das Equações da Eletrogravidade Através da Relatividade Geral com base nas Soluções da métrica de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW)

As Abordagens feitas nos capítulos 2 até 3.6 explicam detalhadamente as condições e zonas do Universo que permitem a unificação de campos entre gravidade e eletromagnetismo, sem usar conceitos matemáticos como derivadas, integrais ou métricas, usando somente os métodos mais tradicionais como a substituições e artifícios. Essas mesmas equações obtidas anteriormente podem ser encontradas também no resultado final da métrica de FLRW.

A equação final da métrica de FLRW é formulada por:

$$\frac{\dot{a}(t)^2}{a(t)^2 c^2} + \frac{K}{a(t)^2} - \frac{\Lambda}{3} = \frac{8\pi G}{3c^2} \rho \quad (36)$$

Considerando $\dot{a}(t) \equiv v$, $a \equiv R$, constante cosmológica, $\Lambda = \frac{3H_0^2}{c^2}$ e $K = 1$ torna-se:

$$\frac{v^2}{R^2 c^2} + \frac{1}{R^2} - \frac{H_0^2}{c^2} = \frac{8\pi G}{3c^2} \rho \quad (37)$$

Sabe-se que $v = H_0 R$ e $\rho = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$ torna-se $\frac{H_0^2 R^2}{R^2 c^2} + \frac{1}{R^2} - \frac{H_0^2}{c^2} = \frac{H_0^2}{c^2}$ ao simplificar e isolar c obtém-se equação que prova que luz é a velocidade da expansão do Universo:

$$c = H_0 R$$

Imediatamente, é possível notar que $v = c$, $\frac{1}{R^2} = \frac{H_0^2}{c^2}$ ou $\frac{1}{R^2} = \frac{H_0^2}{v^2}$, logo, a eq.(37), pode-se tornar:

$$\rho = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$$

Através $\rho = \frac{M}{V}$ e $v = H_o R$ substituídas na eq.(37) torna-se $\frac{1}{R^2} = \frac{8\pi G}{3c^2} \frac{M}{V}$. Como $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ e ao isolar R obtém-se por meio deste artigo um resultado que mostra que as soluções da métrica de FLRW também se explicam aos buracos negros.

$$R = \frac{2GM}{c^2}$$

Ao considerar $\Lambda \equiv 0$ e $\rho = \frac{3H_o^2}{8\pi G}$ a equação de FLRW torna-se $\frac{v^2}{R^2 c^2} + \frac{1}{R^2} = \frac{H_o^2}{c^2}$. Como $H_o = \frac{v}{R}$ obtém-se $\frac{v^2}{R^2 c^2} + \frac{1}{R^2} = \frac{v^2}{R^2 c^2}$. Considera-se $\frac{1}{c^2} = \frac{R}{2GM}$ do membro direito para se obter $\frac{v^2}{R^2 c^2} + \frac{1}{R^2} = \frac{v^2}{2GM R}$. Considera-se $\frac{1}{R^2} = \frac{a}{GM}$ da segunda expressão do membro esquerdo para se obter $\frac{v^2}{R^2 c^2} + \frac{a}{GM} = \frac{v^2}{2GM R}$. Considerando $v = 2aR$ e simplificando as acelerações dos ambos membros, logo, obtém-se:

$$\frac{1}{R} = \frac{c^2}{Rc^2 + 2GM}$$

Através duma das equações fundamentais da eletrogravidade, $4\pi\epsilon GmM = Zq^2$ isolando $2GM = \frac{Zq^2}{2\pi\epsilon m}$, logo, obtém-se:

$$\frac{1}{R} = \frac{2\pi\epsilon mc^2}{Zq^2 + 2\pi\epsilon mc^2 R}$$

Com base nessas demonstrações, as equações da eletrogravidade são válidas e aprovadas de acordo com as equações da Relatividade Geral.

3.9. Eletrogravidade (Unificação da Gravidade com Eletromagnetismo)

Através desses argumentos já explanados, achar-se-á equações chave da unificação de campos, isto é, a eletrogravidade. Sabendo que $F_e = F_g$, isto implica que $\frac{\pi\epsilon Zq^2 m^2 c^4}{(2\pi\epsilon mc^2 R + Zq^2)^2} = \frac{GMmc^4}{(Rc^2 + 2GM)^2}$, simplificando obtém-se $\frac{GM}{(Rc^2 + 2GM)^2} = \frac{\pi\epsilon mZq^2}{(2\pi\epsilon mc^2 R + Zq^2)^2}$. Para facilitar o processo do cálculo fez-se o seguinte: $GM = a$; $Zq^2 = b$; $Rc^2 = c$ e $\pi\epsilon m = d$ para se obter:

$\frac{a}{(c+2a)^2} = \frac{db}{(2dc+b)^2} \rightarrow 4ad^2c^2 + ab^2 = bdc^2 + 4dba^2$ agrupando os termos semelhantes e fatorizando a equação, obtém-se os seguintes resultados: I) $4ad(dc^2 - ab) = b(dc^2 - ab)$ e II) $dc^2(4ad - b) = ab(4ad - b)$ e o sistema de equação torna-se:

$\begin{cases} \text{I) } 4ad = b \\ \text{II) } ab = dc^2 \end{cases}$ usando regras de substituição no sistema de equação, obtém-se também $\begin{cases} \text{III) } b = 2dc \\ \text{IV) } 2a = c \end{cases}$, logo, voltando as expressões, obtém-se:

$\begin{cases} \text{I) } 4ad = b \rightarrow 4\pi\epsilon GmM = Zq^2 \\ \text{II) } ab = dc^2 \rightarrow GMZq^2 = \pi\epsilon mR^2c^4 \end{cases}$ e $\begin{cases} \text{III) } b = 2dc \rightarrow Zq^2 = 2\pi\epsilon mRc^2 \\ \text{IV) } 2a = c \rightarrow 2GM = Rc^2 \end{cases}$

Através da equação $GMZq^2 = \pi\epsilon mR^2c^4$ obtém-se:

$$\frac{Zq^2}{2\pi\epsilon mR} \frac{2GM}{R} = c^4 \rightarrow v_e v_g = c^2 \quad (38)$$

Pelas fórmulas obtidas neste artigo, a velocidade eletrogravitacional, $v_{eg}^2 = v_e v_g = c^2$, torna-se:

$$v_{eg}^2 = \sqrt{\left(\frac{Zq^2c^2}{2\pi\epsilon mc^2R + Zq^2}\right) \left(\frac{2GMc^2}{Rc^2 + 2GM}\right)} \quad (39)$$

As equações (38) e (39) provam que o produto v_e e v_g é uma unidade elementar igual a velocidade da luz, sendo assim, a luz é uma ação direta causado simultaneamente pela unificação da Gravidade com Eletromagnetismo, ou seja, a luz ou qualquer matéria com $v = c$ é o meio que permite a unificação da Gravidade com Eletromagnetismo.

Para obtenção da equação da energia eletrogravitacional, multiplica-se eq.(38) pela expressão

$\frac{m}{m}$ para tornar-se $\frac{Zq^2}{2\pi\epsilon mR} \frac{2GM}{R} \frac{m}{m} = c^4$ e por fim obtém-se:

$$\frac{Zq^2}{2\pi\epsilon R} \frac{2GMm}{R} = m^2c^4 = E_{eg}^2 \rightarrow E_e E_g = E_{eg}^2 \quad (40)$$

Pela equação $\frac{Zq^2}{2\pi\epsilon R} \frac{2GMm}{R} = E_{eg}^2$ multiplicado pela expressão $\frac{4R^2}{4R^2}$ em seguida obtém-se:

$$4R^2 \frac{Zq^2}{4\pi\epsilon R^2} \frac{GMm}{R^2} = E_{eg}^2 \rightarrow 4R^2 F_e F_g = E_{eg}^2 \quad (41)$$

Sabe-se que $F = m \frac{v^2}{2R}$, logo, pode-se escrever $E_{eg} = 2F_{eg}R = mc^2$ substituída na eq.(41)

torna-se: $4R^2 F_e F_g = (2F_{eg}R)^2$ por fim obtém-se equação da força electrogravitacional:

$$F_e F_g = F_{eg}^2 \quad (42)$$

Nas condições em que $F_e = F_g$ deduz-se também que $F_{eg} = F_e = F_g$, logo, a eq.(42) torna-se

$F_e F_g = \frac{c^8}{16G^2}$. Sabe-se que $F_g = \frac{GMm}{R^2}$ e $F_e = \frac{Zq^2}{4\pi\epsilon R^2}$ a eq.(42) também pode-se tornar:

$$\frac{Zq^2}{4\pi\epsilon R^2} \frac{GMm}{R^2} = F_{eg}^2 \quad (43)$$

A eq.(42) e eq.(43) provam que a eletrogravidade é a interação simultânea entre massas e cargas, isto é, o produto entre F_e e F_g que ocorre nas condições já referidas quando $v = c$

mostrando que $a_e = a_g = \frac{c^2}{2R}$. Sendo assim, as interações gravitacionais e eletromagnéticas

ocorrem simultaneamente através da matéria, logo, obtém-se: $m \frac{c^2}{2R} M \frac{c^2}{2R} = F_{eg}^2$ onde m

representa a massa responsável pela carga (q) para se obter:

$$F_{eg}^2 = c^4 \frac{mM}{4R^2} \quad (44)$$

Pelas fórmulas obtidas, a força eletrogravitacional, $F_{eg} = \frac{c^4}{4G}$ ou $F_{eg}^2 = F_e F_g$ obtêm-se respectivamente:

$$F_{eg} = \frac{zq^2 c^2}{2(2\pi\epsilon m c^2 R + Zq^2)} \frac{Mc^2}{(Rc^2 + 2GM)} \quad (45)$$

$$F_{eg}^2 = \frac{\pi\epsilon m^2 Zq^2 c^4}{(2\pi\epsilon m c^2 R + Zq^2)^2} \frac{GMmc^4}{(Rc^2 + 2GM)^2} \quad (46)$$

As equações (45) e (46) as suas interações máximas sempre resultam em $F_{eg} = \frac{c^4}{4G}$ que ilustra dum jeito simples a força responsável pela unificação da Gravidade com Eletromagnetismo, isto é, quanto mais a matéria se aproxima a velocidade da luz este tende a se expandir para infinito e também a possibilidade da dualidade onda-partícula atuam por meio da força eletrogravitacional.

4. Conclusão

Os resultados mostraram que tanto a gravidade e eletromagnetismo tornam-se iguais quando as interações alcançam o seu maior valor de velocidade igual a luz. Está igualdade ocorre no centro da matéria em função da sua massa ou carga, no Átomo Primordial, nos buracos negros e no processo da expansão do Universo. Deste modo provou-se que essas duas leis na verdade é uma só, por meio das equações $F_e F_g = \frac{c^8}{16G^2}$ e $v_e v_g = c^2$ mostrando que todo segredo dessa unificação está na própria luz que tem o comportamento da dualidade onda-partícula, que quando está num intenso campo de interação sofre atração do sistema. As mesmas equações com as suas respectivas condições ilustraram $F_e = F_g = 0$ que é responsável pela expansão e $F_e = F_g = \frac{c^4}{4G} = 3,0366 \cdot 10^{43} \text{ N}$ que é responsável pela matéria do Universo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A. Einstein, Annalen Phys. **35**, 898 (1911).
2. A. Einstein, B. Podolsky, and N. Rosen, Phys. Rev. **47**, 777 (1935).
3. DOES, W.; **Gravity Travel at the Speed of Light?** UCR Mathematics. 1998. Revisa do em 3 July 2008
4. Halliday, Resnick. Fundamentals of Physics: Volume 1 and 2 Mechanics and Electromagnetism. 10.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 1450p. available in: <https://salmanisaleh.files.wordpress.com/2019/02/fundamentals-of-physics-textbook.pdf>. Viewed in: 20/07/2021.
5. Halliday, Resnick, Walker, Jearl. Fundamentals of Physics: Volume 4 Optics and Modern Physics. 8.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. 438p
6. Halliday, Resnick, Robert. Fundamentals of Physics: Electromagnetism. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

7. J. Levy, Aether theory and the principle of relativity, in *Ether Space-Time and Cosmology* Volume 1, Michael C. Duffy and Joseph Levy Editors (PD Publications Liverpool UK, March 2008) p 125-138. Arxiv: physics/0607067
8. J. Maldacena and L. Susskind, *Fortsch. Phys.* **61**, 781 (2013). [arXiv:1306.0533 [hep-th]].
9. J.J. Sakurai e Jim Napolitano, *Modern Quantum Mechanics* (Addison-Wesley, Boston, 2011), 2nd edition.
10. Norton, John D. Reports on progress in physics 56, no. 7: 791. (1993); Norton, John D.” Einstein, Nordstrom, and the Early Demise of Scalar, Lorentz Covariant Theories of Gravitation.” *The genesis of general relativity*. Springer, Dordrecht, 2007. 1337-1411.
11. MEIRA FILHO, D. P.; KAMASSURY, J. K. S.; MEIRA, R. C. S. Uma discussão sobre o coeficiente de restituição. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 39, n. 4, p. 1-11, 2017.
12. MOURÃO, R. R. F. *Da Terra às Galáxias: Uma Introdução à Astrofísica*. 3. ed. Petrópolis: Editora Vozes Ltda, 1984.
13. M. Lachieze-Rey, *Astron. Astrophys.* **376**, 17 (2001). [gr-qc/0107010].
14. M. Özer, "Electrostatic time dilation and redshift", *Phys. Lett. B*, 802, 135212 (2020).
15. M. Özer, "On the Equivalence Principle and a Unified Description of Gravitation and Electromagnetism", arXiv:gr-qc/9910062v5 (2000).
16. M.P. Hobson, G. Efstathiou, A.N. Lasenby, "General Relativity - an introduction for physicists", Cambridge University Press, pp. 516 (2006)
17. P.W. Bridgman, "Reflections of a Physicist", Philosophical Library, Inc., New York, pp. 333, 334 (1955).
18. P. Abbott, et al., "Observation of gravitational waves from a binary black hole merger", *Phys. Rev. Lett.* 116 061102 (2016).
19. SEIXAS, W. O Princípio da Relatividade - de Galileu a Einstein. *Revista Brasileira de História da Matemática*, v. 5, p. 43–56, 2005.
20. SOUZA, R. E. *Introdução à Cosmologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
21. S. Baessler et al., "Improved Test of the Equivalence Principle for Gravitational Self-Energy", *Phys. Rev. Lett.* 83 3585 (1999).
22. J. Levy, Two-way speed of light and Lorentz-Fitzgerald's contraction in aether theory, ArXiv: physics/0603267.
23. Reidel, et al., *The Logic of special relativity* (Cambridge University press, 1967). *Light in Einstein's Universe* (1985).