

Luz que nos Falta Ver

Renato M. Doria

Quarks
III Encontro Professor Global

24 de setembro de 2015

0. 2015: Ano da Luz

- Qual o desafio?
- Livro de Gênesis

'Faça-se a luz. E a luz se fez.'(Gênesis 1.3)

- Rock In Rio

Let There Be More Light (Pink Floyd-1968)

1. Introdução

- Luz Primordial
Fiat Lux
- Carga Elétrica
Sorriso da Carga: Make a Smile. Don't Be Sad
- Campos Eletromagnéticos
Variáveis Não-Materiais: Navier-Stokes EM???

2. Histórico

- Índia
- Grécia
- Islão
- Idade Média
- Idade Moderna

3. Natureza da Luz

- Onda EM
- Onda
- Partícula
- Carga Elétrica

4. Eletromagnetismo

- Dois Postulados:
 - Invariância da Luz
 - Conservação da Carga Elétrica
- 38 Modelos EM
- EM da Luz Primordial: Absoluta, Ubíqua, Auto-Interagente
- Como Encontrar?

5. 7 Críticas a Maxwell

- Linear
- Polarização e magnetização à mão.
- Supercondutividade
- Campos Potenciais Subsidiários
- EM Neutro
- Velocidade acima de c .
- Luz como consequência

6. EM da Carga

- Carga
- Luz: general ou sargento? (causa) (consequência)

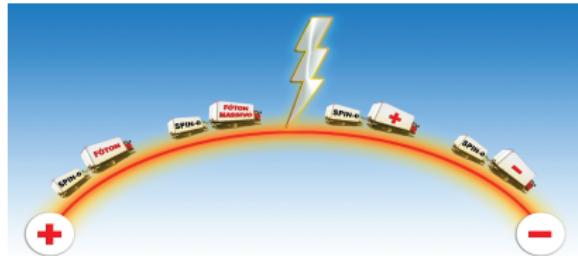
'O axioma do eletromagnetismo é que o campo EM é um estado de excitação estabelecido no espaço pela presença de cargas elétricas.

A partir de então, os seus vetores \vec{E} e \vec{B} constroem uma onda eletromagnética que é identificada como a luz.'

(Lorentz, Phil Mag 1895).

- Como ir Além?

7. Transmissão de Carga



- 4º interpretação da invariância da luz.
- Wholeness Principle: $\{A_{\mu I}\}$
- Processos EM: $\Delta Q = 0$, $\Delta Q = \pm 1$

8. Simetria de Gauge Sistêmica

- Três tipos:

Linear: $A_{\mu I} \rightarrow A'_{\mu I} = A_{\mu I} + k_I \partial_\mu \alpha,$

Polinomial: $A_{\mu I} \rightarrow A'_{\mu I} = A_{\mu I} + \partial_\mu P_I(\alpha),$

Sistêmica: $A_{\mu I} \rightarrow \{A'_{\mu I}\} = \{A_{\mu I}\} + \{P'_I\} \partial_\mu \alpha,$

- Lógica: Associação

Interação, Indução, Conexão

9. Four Bosons Electromagnetism

- Fóton, Fóton Massivo, Fótions carregados: $\{A_\mu, U_\mu, V_\mu^\pm\}$
- Simetria $U(1) \times SO(2)$:

$$A_\mu' = A_\mu + k_1 \partial_\mu \alpha,$$

$$U_\mu' = U_\mu + k_2 \partial_\mu \alpha,$$

$$V_\mu^{+'} = e^{iq\alpha} V_\mu^+ k_+ \partial_\mu \alpha,$$

$$V_\mu^{-'} = e^{-iq\alpha} V_\mu^- + k_- \partial_\mu \alpha$$

9. Four Bosons Electromagnetism

Lagrangeana:

$$L_K^A = a_1 F_{\mu\nu} F^{\mu\nu} + a_2 U_{\mu\nu} U^{\mu\nu} + 2a_3 V_{\mu\nu}^+ V^{\mu\nu-}, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} L_K^S = & b_{(11)} S_{\mu\nu}^1 S^{\mu\nu 1} + b_{(11)} S_{\mu\nu}^2 S^{\mu\nu 2} + 2b_{(12)} S_{\mu\nu}^1 S^{\mu\nu 2} \\ & + 2b_{(33)} S_{\mu\nu}^+ S^{\mu\nu-} + c_{(11)} S_\mu^{\mu 1} S_\nu^{\nu 1} + c_{(11)} S_\mu^{\mu 2} S_\nu^{\nu 2} \\ & + 2c_{(12)} S_\mu^{\mu 1} S_\nu^{\nu 2} + 2c_{(33)} S_\mu^{\mu+} S_\nu^{\nu-}, \end{aligned} \quad (2)$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned} L_{GF} = & \frac{1}{4}\xi_{(11)}S_\mu^{\mu 1}S_\nu^{\nu 1} + \frac{1}{4}\xi_{(22)}S_\mu^{\mu 2}S_\nu^{\nu 2} + \frac{1}{2}\xi_{(12)}S_\mu^{\mu 1}S_\nu^{\nu 2} + \\ & + \frac{1}{4}(\xi_{(33)} + \xi_{(44)})S_\mu^{\mu+}S_\nu^{\nu-} + \frac{1}{4}(\xi_{(33)} - \xi_{(44)})\text{Re}\left\{S_\mu^{\mu+}S_\nu^{\nu+}\right\} + \\ & + \frac{\sqrt{2}}{2}S_\mu^{\mu 1}\text{Re}\left\{\left[\xi_{(13)} + i\xi_{(14)}\right]S_\nu^{\nu+}\right\} + \\ & + \frac{\sqrt{2}}{2}S_\mu^{\mu 2}\text{Re}\left\{\left[\xi_{(23)} + i\xi_{(24)}\right]S_\nu^{\nu+}\right\} \\ & - \frac{1}{2}\xi_{(34)}\text{Im}\left\{S_\mu^{\mu+}S_\nu^{\nu+}\right\}. \end{aligned} \tag{3}$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned} L_3^A = & 4(b_1 F_{\mu\nu} + b_2 U_{\mu\nu}) z^{[12]\mu\nu} + 8b_3 \text{Re} \left\{ \left(z^{[-1]\mu\nu} + z^{[-2]\mu\nu} \right) V_{\mu\nu}^+ \right\} \\ & + 4 z^{[+-][\mu\nu]} (b_1 F_{\mu\nu} + b_2 U_{\mu\nu}) + 4 z^{(+ -)[\mu\nu]} (\beta_1 F_{\mu\nu} + \beta_2 U_{\mu\nu}) \quad (4) \end{aligned}$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned}L_3^S = & 2(\beta_1 S_{\mu\nu}^1 + \beta_2 S_{\mu\nu}^2) \left({}^{(11)}z_{\mu\nu} + 2 {}^{(12)}z_{\mu\nu} + {}^{(22)}z_{\mu\nu} \right) \\& + 2(\rho_1 S_\mu^{\mu 1} + \rho_2 S_\mu^{\mu 2}) \left({}^{(11)}z_{\nu} + 2 {}^{(12)}z_{\nu} + {}^{(22)}z_{\nu} \right) \\& + 2 \left[(\beta_1 + 4\rho_1) S_\mu^{\mu 1} + (\beta_2 + 4\rho_2) S_\mu^{\mu 2} \right] \left({}^{(11)}\omega_{\nu} + 2 {}^{(12)}\omega_{\nu} + {}^{(22)}\omega_{\nu} \right) \\& + 8\beta_3 \text{Re} \left\{ \left({}^{(-1)}z_{\mu\nu} + {}^{(-2)}z_{\mu\nu} \right) S_{\mu\nu}^+ \right\} + 4 {}^{+-3}\mu\nu (\beta_1 S_{\mu\nu}^1 + \beta_2 S_{\mu\nu}^2) \\& + 8\rho_3 \text{Re} \left\{ \left({}^{(-1)}z_{\nu} + {}^{(-2)}z_{\nu} \right) S_\mu^{\mu+} \right\} +\end{aligned}$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned} & + 4 z^{+3\nu} \left(\rho_1 S_\mu^{\mu 1} + \rho_2 S_\mu^{\mu 2} \right) + 4(\beta_1 + 4\rho_1) \omega^{+3\nu} S_\mu^{\mu 1} + \\ & + 4(\beta_2 + 4\rho_2) \omega^{+3\nu} S_\mu^{\mu 2} + 8\beta_3 \text{Re} \left\{ \left(\frac{(-1)}{z}{}_{\mu\nu} + \frac{(-2)}{z}{}_{\mu\nu} \right) S_{\mu\nu}^+ \right\} \\ & + 4 z^{+3\mu\nu} (\beta_1 S_{\mu\nu}^1 + \beta_2 S_{\mu\nu}^2) + 8\rho_3 \text{Re} \left\{ \left(\frac{(-1)}{z}{}_\nu + \frac{(-2)}{z}{}_\nu \right) S_\mu^{\mu+} \right\} \\ & + 8(\beta_3 + 4\rho_3) \text{Re} \left\{ \left(\frac{(-1)}{\omega}{}_\nu + \frac{(-2)}{\omega}{}_\nu \right) S_\mu^{\mu+} \right\} \\ & + 4 z^{+3\nu} \left(\rho_1 S_\mu^{\mu 1} + \rho_2 S_\mu^{\mu 2} \right) + 4(\beta_1 + 4\rho_1) \omega^{+3\nu} S_\mu^{\mu 1} \\ & + 4(\beta_2 + 4\rho_2) \omega^{+3\nu} S_\mu^{\mu 2} \end{aligned} \tag{5}$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned} L_4^A = & 2 [z^{[12]}]_{\mu\nu} [z^{[12]}]^{\mu\nu} + 2 [z^{[12]}]_{\mu\nu} [z^{[21]}]^{\mu\nu} - 4 [z^{[13+]}]_{\mu} [z^{[13-]}]_{\nu} - 4 [z^{[23+]}]_{\mu} [z^{[23-]}]_{\nu} \\ & + 4 [z^{[13+]}]_{\mu\nu} [z^{[13-]}]^{\mu\nu} + 4 [z^{[23+]}]_{\mu\nu} [z^{[23-]}]^{\mu\nu} + 8 [z^{[13+]}]_{\mu\nu} [z^{[23-]}]^{\mu\nu} \\ & - 8 \operatorname{Re} \left\{ [z^{[13+]}]_{\mu} [z^{[23-]}]_{\nu} \right\} + 8 [z^{[12]}]_{\mu\nu} \operatorname{Re} \left\{ [z^{[+-]}]^{\mu\nu} \right\} + 8 \operatorname{Im} \left\{ [z^{[13+]}]_{\mu} [z^{[24-]}]_{\nu} \right\} \\ & + 2 [z^{[+-]}]_{\mu\nu} [z^{[+-]}]^{\mu\nu} - 2 [z^{[+-]}]_{\mu\nu} [z^{[-+]}]^{\mu\nu} - 4 [z^{[+-]}]_{\mu} [z^{[+-]}]_{\nu} \end{aligned} \quad (6)$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned} L_4^S = & \frac{(11)}{z_{\mu\nu}} z^{(11)\mu\nu} + \frac{(22)}{z_{\mu\nu}} z^{(22)\mu\nu} + 2 \frac{(11)}{z_{\mu\nu}} \omega^{(11)\mu\nu} + 2 \frac{(22)}{z_{\mu\nu}} \omega^{(22)\mu\nu} \\ & + 4 \frac{(11)}{\omega_{\mu\nu}} \omega^{(11)\mu\nu} + 4 \frac{(22)}{\omega_{\mu\nu}} \omega^{(22)\mu\nu} + 4 \frac{(11)}{z_{\mu\nu}} z^{(12)\mu\nu} + 4 \frac{(12)}{z_{\mu\nu}} z^{(22)\mu\nu} \\ & + 8 \frac{(12)}{z_{\mu\nu}} z^{(11)\mu\nu} + 8 \frac{(12)}{z_{\mu\nu}} \omega^{(22)\mu\nu} + 16 \frac{(11)}{\omega_{\mu\nu}} \omega^{(12)\mu\nu} + 16 \frac{(12)}{\omega_{\mu\nu}} \omega^{(22)\mu\nu} \\ & + 2 \frac{(11)}{z_{\mu\nu}} z^{(22)\mu\nu} + 2 \frac{(12)}{z_{\mu\nu}} z^{(12)\mu\nu} + 8 \frac{(12)}{z_{\mu\nu}} \omega^{(12)\nu\mu} + 16 \frac{(12)}{\omega_{\mu\nu}} \omega^{(12)\nu\mu} \\ & + 4 z_\mu^{(11)} \omega_\nu^{(22)} + 8 \omega_\mu^{(11)} \omega_\nu^{(22)} + 2 z_\mu^{(12)} z_\nu^{(12)} + 4 \left(z_\mu^{(11)} z_\nu^{(22)} + z_\mu^{(22)} z_\nu^{(11)} \right) + z^{(11)\mu\nu} \end{aligned}$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned} & +4 \overset{(13+)}{z}_{\mu} \overset{(13-)}{z}_{\nu} + 4 \overset{(23+)}{z}_{\mu} \overset{(23-)}{z}_{\nu} + 16 \overset{(13+)}{z}_{\mu} \overset{(13-)}{\omega}_{\nu} + 16 \overset{(23+)}{z}_{\mu} \overset{(23-)}{\omega}_{\nu} \\ & + 32 \overset{(13+)}{\omega}_{\mu} \overset{(13-)}{\omega}_{\nu} + 32 \overset{(23+)}{\omega}_{\mu} \overset{(23-)}{\omega}_{\nu} + 4 \overset{(13+)}{z}_{\mu\nu} \overset{(13-)}{z}_{\mu\nu} + 4 \overset{(23+)}{z}_{\mu\nu} \overset{(23-)}{z}_{\mu\nu} \\ & + 8 \left\{ \overset{(11)}{z}_{\mu} + \overset{(22)}{z}_{\mu} + 2 \overset{(11)}{\omega}_{\mu} + 2 \overset{(22)}{\omega}_{\mu} + 2 \overset{(12)}{z}_{\mu} + 4 \overset{(12)}{\omega}_{\mu} \right\} \overset{+-3}{\omega}_{\nu} + \\ & + 8 \overset{(12)}{z}_{\mu\nu} \operatorname{Re} \left\{ \overset{+-3}{z}_{\mu\nu} \right\} + 8 \operatorname{Re} \left\{ \overset{(13+)}{z}_{\mu} \overset{(23-)}{z}_{\nu} \right\} + 32 \operatorname{Re} \left\{ \overset{(13+)}{z}_{\mu} \overset{(13-)}{\omega}_{\nu} \right\} \\ & + 64 \operatorname{Re} \left\{ \overset{(13+)}{\omega}_{\mu} \overset{(23-)}{\omega}_{\nu} \right\} - 8 \operatorname{Im} \left\{ \overset{(13+)}{z}_{\mu\nu} \overset{(24-)}{\omega}_{\nu\mu} \right\} - 8 \operatorname{Im} \left\{ \overset{(23+)}{z}_{\mu\nu} \overset{(14-)}{\omega}_{\nu\mu} \right\} \end{aligned}$$

9. Four Bosons Electromagnetism

$$\begin{aligned} & +32 \operatorname{Im} \left\{ \begin{smallmatrix} (14+) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (23-) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\nu\mu} \right\} + 4 \operatorname{Im} \left\{ \begin{smallmatrix} (13+) \\ z \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (24-) \\ z \end{smallmatrix} _{\nu\mu} \right\} - 4 \operatorname{Im} \left\{ \begin{smallmatrix} (14+) \\ z \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (23-) \\ z \end{smallmatrix} _{\nu\mu} \right\} \\ & + 8 \operatorname{Im} \left\{ \begin{smallmatrix} (14+) \\ z \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (23-) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\nu\mu} \right\} + 8 \operatorname{Im} \left\{ \begin{smallmatrix} (24+) \\ z \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (13-) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\nu\mu} \right\} - 32 \operatorname{Im} \left\{ \begin{smallmatrix} (13+) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (24-) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\nu\mu} \right\} \\ & - 16 \left\{ \begin{smallmatrix} (+-) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (+-) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\mu\nu} - \begin{smallmatrix} (+-) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (-+) \\ \omega \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \right\} + 8 \begin{smallmatrix} (13+) \\ z \end{smallmatrix} _{\mu\nu} \begin{smallmatrix} (23-) \\ z \end{smallmatrix} _{\mu\nu} + \\ & - 4 \begin{smallmatrix} (+-) \\ z \end{smallmatrix} _{\mu} \begin{smallmatrix} (+-) \\ z \end{smallmatrix} _{\nu} + 8 z^{+3}_{\mu} \omega^{+4}_{\nu} + 16 \omega^{+3}_{\mu} \omega^{+4}_{\nu} \end{aligned}$$

9. Four Bosons Electromagnetism

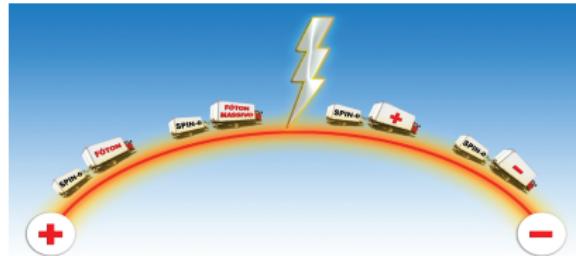
- Setor Antissimétrico e Simétrico
Termos de Lee, Yang, Salam
- Quatro Transmissores EM Articulados
Fóton Interligado com os demais portadores de eletromagnetismo
- Comunismo nas Leis da Natureza
- Conservação da Carga: $\partial_\mu J_N^\mu = 0$

10. Navier Stokes Eletromagnética.

- Equações Empreendedoras:
5 Equações de Movimento, 7 Identidades de Bianchi, 3 Identidades de Noether
- Equação do Fóton Sistêmica

$$\begin{aligned} \partial_\nu \left\{ a_1 F^{\nu\mu} + a_2 \left(\frac{[12]}{z}{}_{[\nu\mu]} + \frac{[+-]}{z}{}_{[\nu\mu]} \right) + a_3 \frac{(+ -)}{z}{}_{[\nu\mu]} + \right. \\ + g^{\nu\mu} \left[a_4 S_\alpha^{\alpha 1} + a_5 S_\alpha^{\alpha 2} + a_6 S_\alpha^{\alpha +} + a_7 S_\alpha^{\alpha +} + \right. \\ \left. a_8 \left(\frac{(11)}{z}{}_\alpha + \frac{(22)}{z}{}_\alpha + 2 \frac{(12)}{z}{}_\alpha + 2 \frac{(+ - 3)}{z}{}_\alpha \right) + \right. \\ \left. \left. + a_9 \left(\frac{(11)}{\omega}{}_\alpha + \frac{(22)}{\omega}{}_\alpha + 2 \frac{(12)}{\omega}{}_\alpha + 2 \frac{(+ - 3)}{\omega}{}_\alpha \right) \right] \right\} = J_{\text{syst}}^\mu \end{aligned}$$

11. Espectroscopia.



- (4 + 4) mensageiros EM.
- Renormalizável e Unitário.
- Cargas

12. Onda e Partícula

- Onda: $\square A_\mu = \dots$
- Partícula: Lorentz Global

$$\vec{f}_L = 4\rho_I \vec{E}^I + 4\vec{j}_I \times \vec{B}^I$$
$$\vec{f}_M = 4m_I^2 \vec{A}_I \left(\frac{\partial}{\partial t} \phi^I + \nabla \cdot \vec{A}^I \right)$$
$$\vec{f}_M = 4\vec{A}_I \left(\frac{\partial}{\partial t} \rho^I(A) + \nabla \cdot \vec{J}^I(A) \right)$$

13. Novidades

- Individual - Coletivo
- Coletivo: Polarização e Magnetização
- Gestão da Simetria
- Quanta Integrado

14. Fotônica

- A_μ ativo
 - interage consigo
 - interage com todos os outros campos
 - interage com \vec{E} e \vec{B}
 - interage com a massa
 - interage com o spin
 - presente na energia, momentum
 - presente na força
- Tipos de fóton
 - Escalar, massivo, carregado
- Engenharia Fotônica
 - Onda EM Não-Linear
 - Nova Relação de Dispersão
 - Guias de Onda
 - Telecomunicação Fotônica

15. Luz que podemos ver

- Luz: Absoluta, Ubíqua, Auto Interagente.
- Nova Relação de Dispersão
- Engenharia Fotônica

Gênesis Apócrifo

'Faça-se a luz. E ubíquos fóttons autointeragentes aparecerem'

Obrigado!