El Campo Gravnético

Por: Luis Guillermo RESTREPO RIVAS

RESUMEN

Se demuestra la existencia de un campo vectorial generado por toda masa inercial en movimiento, campo que ejerce una fuerza sobre cualquier otra masa móvil cercana.

Ya que este campo tiene una relación con el campo **grav**itacional formalmente análoga a la relación existente entre el campo mag**nético** y el electrostático, propongo el nombre de "**Gravnético**" para designar este campo.

La existencia del Campo Gravnético está implicada por la aceptación de la Teoría Especial de la Relatividad y su existencia se demuestra haciendo uso de esta.

Con base en campos gravnético variables, generados por flujos de masa de velocidad variable, se comprende la existencia de ondas gravitatorio-gravnéticas.

PLANTEAMIENTO

Para todo observador para el cual exista un flujo de masa, también existe un campo vectorial **V** que circunda dicho flujo.

El campo vectorial **V** genera, sobre toda masa que se mueve, con velocidad **U**' no paralela a **V**, una fuerza **F**, en dirección normal al plano definido por **U**' y **V**.

La intensidad del campo **V** depende de la densidad y velocidad del flujo de masa y es inversamente proporcional a la distancia desde el flujo.

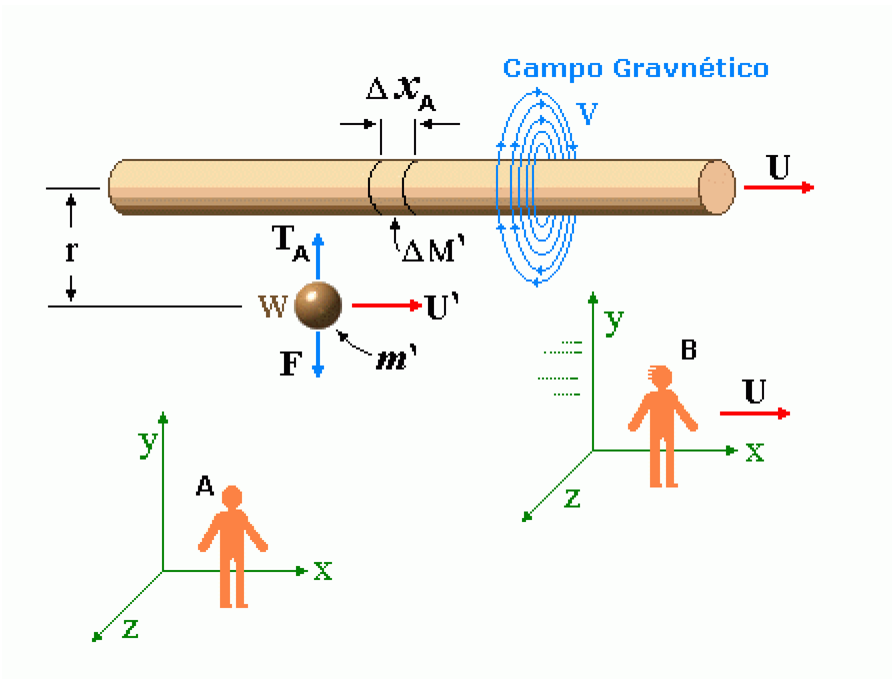
DEMOSTRACION

Supóngase la existencia del escenario mostrado en la figura siguiente que contiene los siguientes elementos:

- Un observador **A**, en reposo respecto a un sistema de referencia inercial
- Un flujo de masa con velocidad **U** relativo al observador**A**
- Un observador **B**, que se mueve respecto a **A** con velocidad **U** en

igual sentido que el flujo percibido por **A**

- Un objeto **W**, a distancia **r** del eje del flujo, el cual tiene, respecto al observador **A**, una masa **m'** y una componente de velocidad **U'** en dirección paralela a **U**



Siendo **c** la velocidad de la luz en el vacío, y aplicando la fórmula para la adición de velocidades dada por la Teoría Especial de la Relatividad, tenemos que la velocidad **U''** del objeto **W** relativa al observador **B**, en función de **U** y **U'** es:

$$U'' = \frac{U' - U}{1 - UU''/c^2} \qquad [1]$$

Considerando el límite impuesto por la velocidad de la luz en el vacío, sin perder generalidad podemos efectuar un cambio de variables: sustituyendo la velocidades, normalizadas respecto a la de la luz, por funciones trigonométricas, así:

$$\frac{U}{c} = Sen\,\alpha \qquad \frac{U'}{c} = Sen\,\beta \qquad \frac{U''}{c} = Sen\,\gamma$$

Según estas definiciones de la nuevas variables alfa, beta y gamma, se cumplen las relaciones siguientes:

$$Cos\,\alpha = \sqrt{1 - U^2/c^2} \qquad\qquad U = c\ Sen\,\alpha$$

$$Cos\,\beta = \sqrt{1 - U'^2/c^2} \qquad\qquad U' = c\ Sen\,\beta$$

$$Cos\,\gamma = \sqrt{1 - U''^2/c^2} \qquad\qquad U'' = c\ Sen\,\gamma$$

Aplicando estas relaciones a la relación [1] obtenemos:

$$U'' = c\,\frac{Sen\,\beta - Sen\,\alpha}{1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta}$$

$$\therefore \qquad Sen\,\gamma = \frac{Sen\,\beta - Sen\,\alpha}{1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta}$$

Y puesto que:

$$Cos\,\theta = \sqrt{1 - Sen^2\,\theta} \qquad \forall\,\theta$$

Entonces, remplazando y transformando, obtenemos sucesivamente:

$$Cos\,\gamma = \left(1 - \left(\frac{Sen\,\beta - Sen\,\alpha}{1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta}\right)^2\right)^{1/2}$$

$$Cos\,\gamma = \left(\frac{1 - Sen^2\alpha\,(1 - Sen^2\beta) - Sen^2\beta}{(1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta)^2}\right)^{1/2}$$

$$Cos\,\gamma = \left(\frac{(1 - Sen^2\alpha)\,(1 - Sen^2\beta)}{(1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta)^2}\right)^{1/2}$$

Y como se cumple que:

$$Cos^2\theta = 1 - Sen^2\theta \qquad \forall\,\theta$$

Entonces, remplazando, obtenemos:

$$Cos\,\gamma = \frac{Cos\,\alpha\ \ Cos\,\beta}{1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta} \qquad [2]$$

Consideremos ahora un pequeño elemento de masa perteneciente al flujo. Este elemento posee, como los mide **A**, una longitud **delta de X**$_A$ y una masa **delta de M'**. Así que el observador **A** puede pues definir la densidad lineal del flujo como:

$$\rho_A = \frac{\Delta M'}{\Delta x_A}$$

Ahora bien, siendo **delta de M** la masa en reposo (o sea respecto de **B**) del elemento de flujo, sabemos que la masa **delta de M'** medida por **A** se relaciona con esa masa en reposo, según la Relatividad Especial, a través de la expresión:

$$\Delta M' = \frac{\Delta M}{Cos\,\alpha}$$

O sea que:

$$\rho_A = \frac{\Delta M}{\Delta x_A\, Cos\,\alpha}$$

Además, por la contracción de longitudes de Lorentz, la logitud **delta de X**$_A$ medida por el observador **A** se relaciona con la correspondiente longitud en reposo **delta de X**$_B$ (tal como la mide **B**) según la expresión:

$$\Delta x_A = \Delta x_B\, Cos\,\alpha$$

Y por lo tanto, en términos de la masa y longitud en reposo del elemento, medidos por **B**, la densidad lineal medida por **A** será:

$$\rho_A = \frac{\Delta M}{\Delta x_B\, Cos^2\alpha}$$

Y como la densidad lineal que mide **B**, que está en reposo respecto del elemento, es:

$$\rho_B = \frac{\Delta M}{\Delta x_B}$$

Entonces la relación entre las densidades lineales medidas por **A** y por **B** es:

$$\rho_A = \frac{\rho_B}{Cos^2\alpha} \qquad [3]$$

Pasemos ahora a considerar el campo gravitacional creado por la masa que **A** percibe como un flujo.

Suponiendo que la longitud de esa masa en la dirección de **U** es mucho mayor que la distancia **r**, tenemos que la intensidad del campo gravitacional N_B, a la distancia **r**, medida por el observador **B**, que está en reposo respecto a dicha masa, es la debida a una masa de gran longitud y grosor despreciable, o sea:

$$N_B = 2G\frac{\rho_B}{r}$$

donde **G** es la Constante de Gravitación Universal

Ahora bien, respecto a este observador **B**, el objeto **W**, de masa en reposo **m**, posee una masa:

$$m'' = \frac{m}{\sqrt{1 - U''^2/c^2}} = \frac{m}{Cos\gamma}$$

puesto que **W** se mueve respecto a **B** con velocidad **U**".

Según esto, la fuerza T_B ejercida sobre **m**" por la distribución cuasilineal de materia, será, según la mide **B**:

$$T_B = N_B\, m''$$

que equivale a:

$$T_B = 2G\frac{\rho_B\, m}{r\, Cos\gamma} \qquad [4]$$

Análogamente, desde el sistema de referencia inercial de **A**, la intensidad del campo gravitacional N_A, a la distancia **r**, tiene magnitud:

$$N_A = 2G\frac{\rho_A}{r} \qquad [5]$$

que, sustituyendo por la relación [3] queda:

$$N_A = 2G\frac{\rho_B}{r\,Cos^2\alpha}$$

y, como respecto a **A**, la masa de **W** es **m**', la fuerza gravitacional sobre **W**, medida por **A** será:

$$T_A = N_A\, m'$$

$$\therefore \quad T_A = 2G\frac{\rho_B\, m'}{r\,Cos^2\alpha}$$

y puesto que la masa **m**', en función de la masa en reposo es:

$$m' = \frac{m}{Cos\,\beta}$$

entonces:

$$T_A = \frac{2G\,\rho_B\, m}{r\,Cos^2\alpha\; Cos\,\beta}$$

que por la relación [4] se puede transformar en:

$$T_A = T_B\frac{Cos\,\gamma}{Cos^2\alpha\; Cos\,\beta}$$

que, según la relación [2] equivale a:

$$T_A = \frac{T_B}{(1 - Sen\,\alpha\; Sen\,\beta)\; Cos\,\alpha} \qquad [6]$$

Y como se cumple la desigualdad trigonométrica:

$$(1 - Sen\,\alpha\; Sen\,\beta)\; Cos\,\alpha \; < \; 1$$

entonces podemos concluir que se cumple la siguiente relación entre las fuerzas sobre **W** medidad por **A** y por **B**:

$$T_A > T_B$$

De la expresión [6] obtenemos:

$$\frac{\mathbf{T_B}}{Cos\,\alpha} = \mathbf{T_A}\left(1 - Sen\,\alpha\; Sen\,\beta\right) \qquad [7]$$

Además, según las tranformaciones de fuerzas de la Teoría Especial de la Relatividad: Siendo **P** la fuerza transversal total sobre un objeto **W**, de masa en reposo **m** (tal como la mide un observador que esté en reposo respecto a dicho objeto **W**), entonces las fuerza transversales totales $\mathbf{P}_A$ y $\mathbf{P}_B$, medidas por observadores que no están en reposo respecto a **W**, como **A** y **B**, se obtienen por las transformaciones:

$$\mathbf{P_A} = \mathbf{P}\,Cos\,\beta \qquad\qquad \mathbf{P_B} = \mathbf{P}\,Cos\,\gamma$$

que combinadas dan:

$$\mathbf{P_A} = \mathbf{P_B}\,\frac{Cos\,\beta}{Cos\,\gamma}$$

y sustituyendo el denominador según [2] queda:

$$\mathbf{P_A} = \mathbf{P_B}\,\frac{1 - Sen\,\alpha\; Sen\,\beta}{Cos\,\alpha}$$

Para el observador **B**, la fuerza total entre la masa lineal y **W** es solamente la gravitacional, o sea:

$$\mathbf{P_B} = \mathbf{T_B}$$

por lo cual:

$$\mathbf{P_A} = \mathbf{T_B}\,\frac{1 - Sen\,\alpha\; Sen\,\beta}{Cos\,\alpha} \qquad [8]$$

Y entonces, comparando esta ultima expresión [8] con la [6], vemos que en general $\mathbf{P}_A$ es diferente de $\mathbf{T}_A$

O sea que para el observador **A** existe otra fuerza no percibida por **B** y opuesta a la gravitacional $\mathbf{T}_A$, de manera que la fuerza total medida por **A** es:

$$\mathbf{P_A} = \mathbf{T_A} - \mathbf{F}$$

que por la relación [8] se puede transformar así:

$$\mathbf{T_A} - \mathbf{F} = \mathbf{T_B}\frac{1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta}{Cos\,\alpha}$$

$$\therefore \quad \mathbf{F} = \mathbf{T_A} - \frac{\mathbf{T_B}}{Cos\,\alpha}\left(1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\right)$$

y por la relación [7] queda:

$$\mathbf{F} = \mathbf{T_A}\left(1 - \left(1 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\right)^2\right)$$

$$\mathbf{F} = \mathbf{T_A}\left(2\,Sen\,\alpha\ Sen\,\beta - Sen^2\alpha\ Sen^2\beta\right)$$

$$\mathbf{F} = \mathbf{T_A}\,Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\left(2 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\right)$$

Podemo ahora remplazar la fuerza $\mathbf{T}_A$ por el producto de: el campo $\mathbf{N}_A$ por la masa **m'**, obteniendo:

$$\mathbf{F} = \mathrm{N_A}\ \boldsymbol{m'}\ Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\left(2 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\right)$$

que, por la relación [5] equivale a:

$$\mathbf{F} = 2G\frac{\rho_{\mathbf{A}}}{\mathbf{r}}\ \boldsymbol{m'}\ Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\left(2 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\right)$$

Definiendo la intensidad de flujo como masa por unidad de tiempo:

$$\Phi = \frac{d\mathbf{M'}}{d\mathbf{t}}$$

Entonces la densidad lineal medida por **A**, considerando un elemento diferencial, la podemos transformar de la siguiente manera:

$$\rho_{\mathbf{A}} = \left.\frac{\Delta \mathbf{M'}}{\Delta \boldsymbol{x}_{\mathbf{A}}}\right]_{\Delta x \to 0} = \frac{d\mathbf{M'}}{d\boldsymbol{x}_{\mathbf{A}}} = \frac{d\mathbf{M'}/d\mathbf{t}}{d\boldsymbol{x}_{\mathbf{A}}/d\mathbf{t}} = \frac{\Phi}{\mathbf{U}}$$

y entonces:

$$\mathbf{F} = 2G\frac{\Phi\,\boldsymbol{m'}}{\mathbf{r}\ \mathbf{U}}\,Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\left(2 - Sen\,\alpha\ Sen\,\beta\right)$$

que retornando a las variables velocidades es:

$$\mathbf{F} = 2G \frac{\Phi\, \boldsymbol{m}'\, U'}{r\, c^2} \left(2 - \frac{U\, U'}{c^2} \right)$$

Y, si definimos la "**Constante Gravnética**" $\mathbf{G}_N$ como:

$$G_N = \frac{2G}{c^2}$$

podemos expresar la "**Fuerza Gravnética**" como:

$$\mathbf{F} = G_N \frac{\Phi}{r} \boldsymbol{m}'\, U' \left(2 - \frac{U\, U'}{c^2} \right)$$