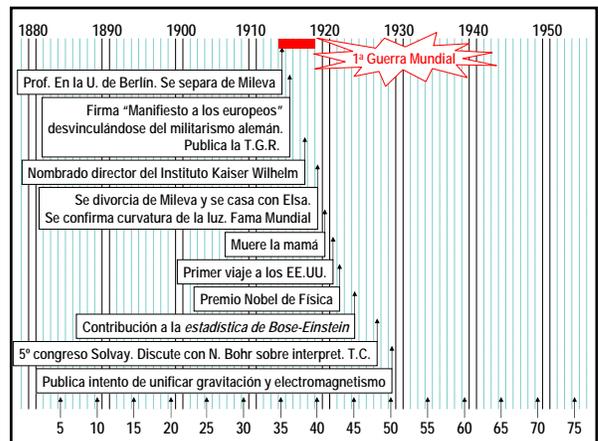
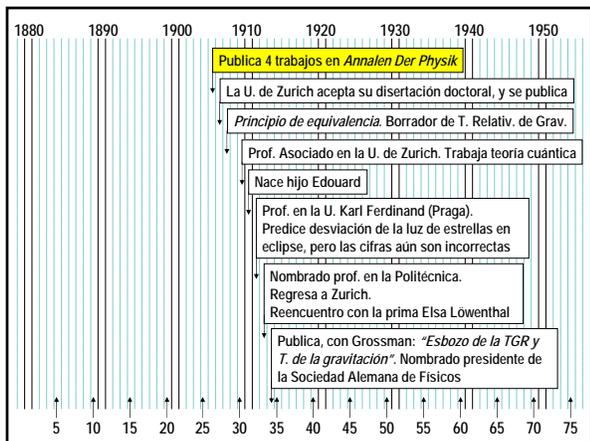
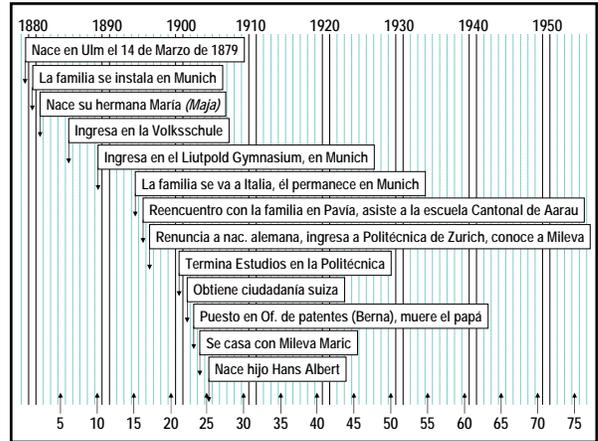
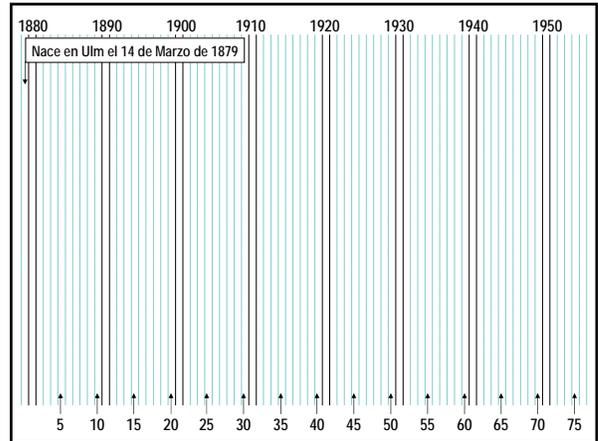
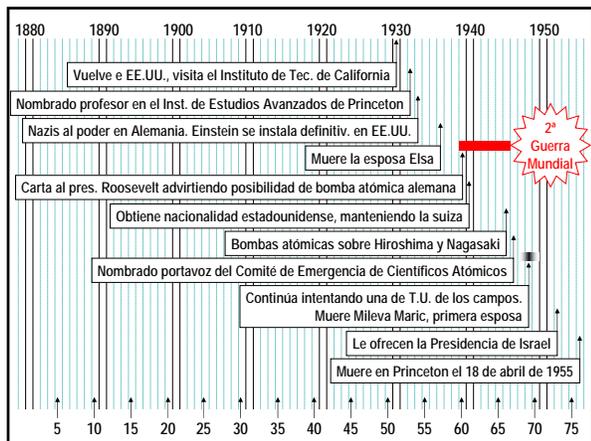


El Universo de Albert Einstein

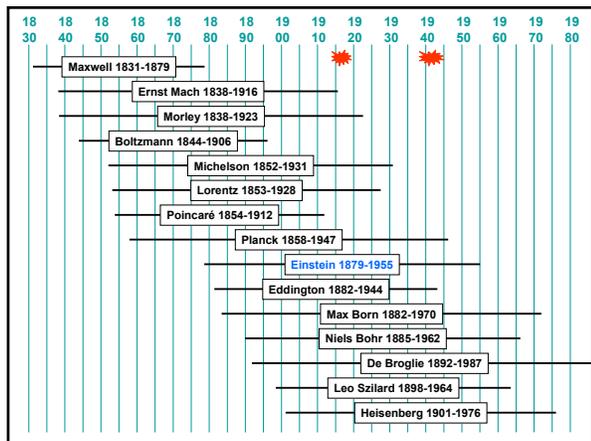
por:
Luis Guillermo Restrepo Rivas

Planetario de Medellín "Jesús Emilio Ramírez González"
Medellín, Septiembre 11 de 2007





Físicos de la época más relacionados



- ### Influencias en la infancia
- Pauline, la mamá:
– *Música, violín, Disciplina*
 - Jakob Einstein, el tío (inventor de talento):
– *Inicio en matemáticas*
– *Máquinas*
 - Max Talmud (luego Talmei), estudiante de medicina, judío polaco:
– *Inicio en ciencias*
– *Filosofía de Kant*
 - Brújula regalada por su padre, Hermann

- 1888: Ingresa a la escuela secundaria *Liutpold Gymnasium*
- 1894: Quiebra la empresa familiar: Se van a Italia pero Albert se queda en Munich
- 1895: Autodidacta rebelde, rechaza los métodos académicos de la escuela y la abandona



Un apátrida

- El 18 de enero de 1896 renuncia a la nacionalidad alemana

- Asiste a la escuela cantonal de Aarau, Suiza
- 1896: Ingresa a la Escuela Politécnica Federal en Zurich, en su segundo intento



Eidgenössische Technische Hochschule

Mileva Marić



- Desinterés por la rigidez académica: Su profesor Hermann Minkowski lo llega a llamar "perro vago"
- Interés por el trabajo aplicado a la física y por los instrumentos y el funcionamiento de los inventos
- Interés por leer los escritos de física contemporáneos de Kirchhoff, Helmholtz, Hertz, etc.
- Amigos:
 - Marcel Grossman
 - Michelangelo ("Michele") Besso

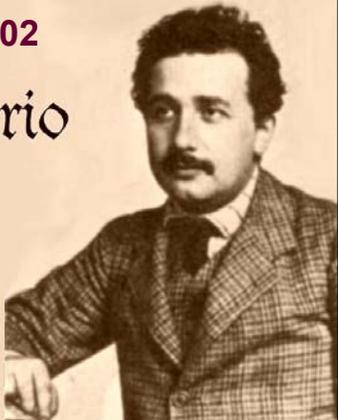
1900: Termina estudios en la Politécnica

1901:

- Obtiene la ciudadanía suiza
- Trabaja como profesor particular
- Escribe artículo "*Deducciones a partir del fenómeno de la capilaridad*" en Annalen der Physik

Un **1902** funcionario suizo

Oficina de patentes (Berna)





1905 : “Annus Mirabilis”
Artículos en Annalen der Physik

- **“Una nueva determinación de las dimensiones moleculares”** (disertación para doctorado)
- **“Sobre el movimiento de pequeñas partículas suspendidas en un líquido en reposo según la teoría cinético-molecular del calor”**
- **“Un punto de vista heurístico sobre la producción y la transformación de la luz”**
- **“Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento”**
- **“¿ Depende la inercia de un cuerpo de la energía contenida en él ?”**

“Una nueva determinación de las dimensiones moleculares”
(disertación para doctorado, publicado en 1906)

Con datos sobre la difusión del azúcar en solución y su efecto sobre la viscosidad, determina el tamaño de las moléculas de azúcar.

El análisis hace más definida la teoría cinética del calor ya que da una medida del tamaño de las moléculas, de manera que estas ya no son solamente supuestos útiles.

Es el trabajo menos importante, aunque muy citado.

“Sobre el movimiento de pequeñas partículas suspendidas en un líquido en reposo según la teoría cinético-molecular del calor”

Explica cómo la Teoría Cinético-molecular del Calor predice que partículas pequeñas, suspendidas en agua, deben moverse aleatoriamente, como se observa en el microscopio.

Se trata del llamado “Movimiento Browniano” (observado en 1827 por el botánico escocés Robert Brown).

“Un punto de vista heurístico sobre la producción y la transformación de la luz”

En la época era victoriosa la concepción de la luz como una *onda* sobre la concepción de *corpúsculos* sostenida por Newton.

Einstein muestra que la teoría da resultados incorrectos, y que si la radiación electromagnética se comporta como un conjunto de muchas unidades (“cuantos”) de energía, como supuso Planck en 1900, se explican varios experimentos de electrodinámica y óptica, entre ellos el efecto fotoeléctrico.

“Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento”

Desarrolla la **Teoría Restringida de la Relatividad**:

La electrodinámica de la época diferencia los procesos electrodinámicos si son en reposo o en movimiento respecto al “éter”, pero los experimentos no dan manera de determinar cuál es el estado de reposo respecto a l “éter” de un movimiento inercial.

Se ha asumido tácitamente que el espacio y el tiempo tienen propiedades newtonianas, pero Einstein muestra que la electrodinámica de Maxwell y Lorentz obedece a un principio de relatividad del movimiento inercial.

“¿ Depende la inercia de un cuerpo de la energía contenida en él ?”

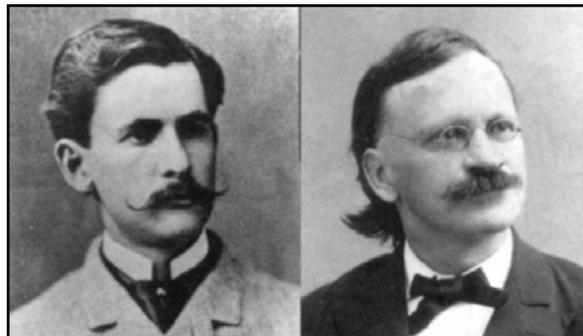
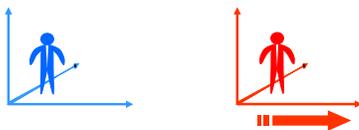
Escrito como una breve continuación del artículo sobre la Relatividad Restringida o Especial. Deduces que una energía E también lleva una inercia E/c^2 , que va entre el cuerpo que la emite y el que la absorbe, y expresa:

- “La masa de un cuerpo es una medida de su contenido de energía”
- “No es imposible que con cuerpos cuyo contenido de energía es variable en alto grado (ej.: las sales de radio) la teoría pueda ser exitosamente puesta a prueba”

Principio de la Relatividad Restringida

Ningún experimento puede descubrir nunca una traslación uniforme a través del espacio.

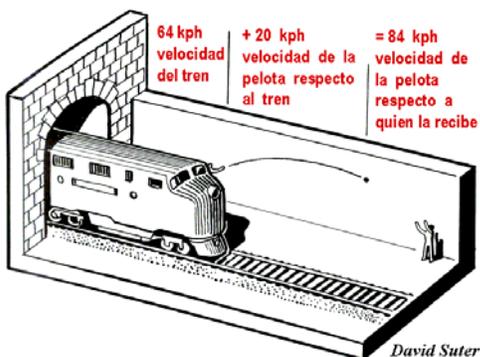
Las leyes de la Naturaleza son las mismas referidas a todos los *sistemas de coordenadas de referencia* en traslación uniforme de uno con relación a otro.



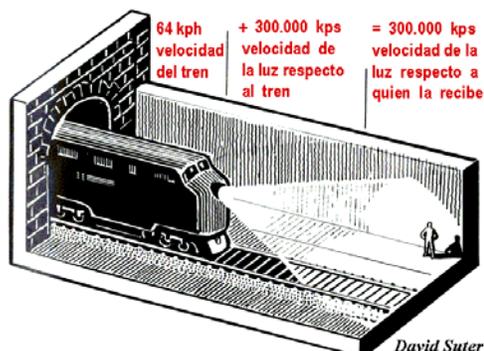
Albert A. Michelson

Edward W. Morley

Constancia de la velocidad de la luz



Constancia de la velocidad de la luz

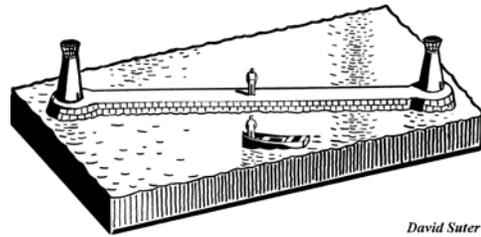


Suma relativista de velocidades

$$w = u \oplus v = \frac{u + v}{1 + \frac{uv}{c^2}}$$

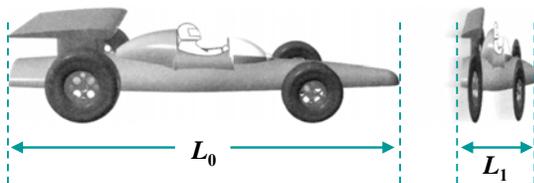
v/c		u/c	=	w/c
0,1	\oplus	0,1	=	0,198
0,1	\oplus	0,9	=	0,917
0,9	\oplus	0,9	=	0,995

Relatividad de la "Simultaneidad"

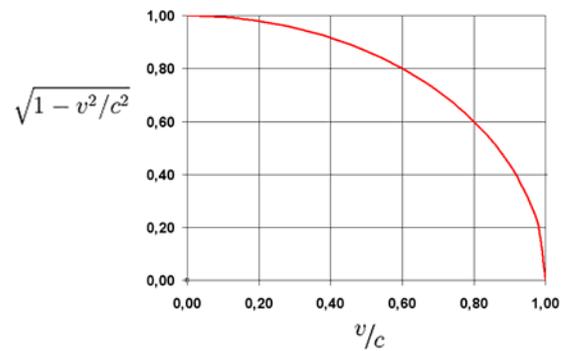


David Suter

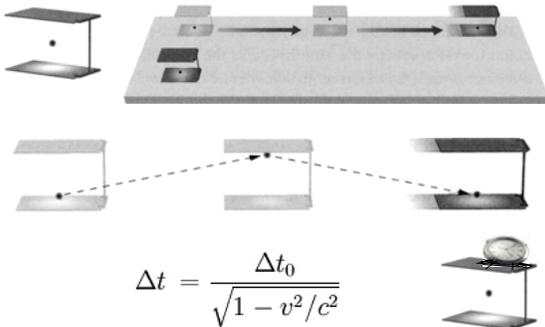
Contracción de Lorentz



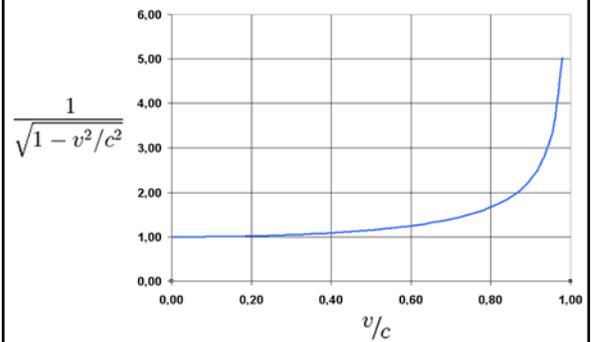
$$L_1 = L_0 \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$$



Dilatación del tiempo



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



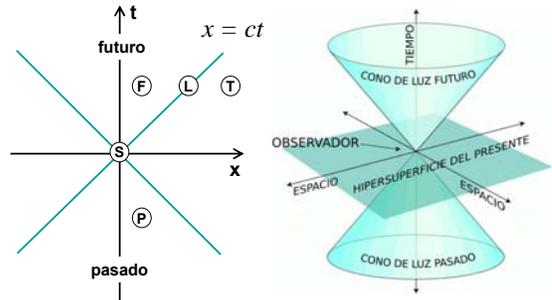


En 1908 Minkowski mostró que la *Teoría Restringida de la Relatividad* se podía describir en forma geométrica, siendo tiempo una cuarta dimensión.

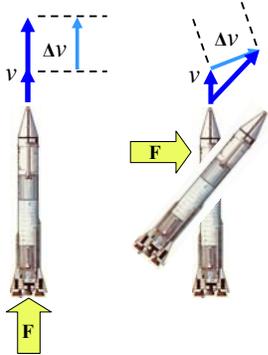
Esta geometrización de la teoría ayudó al propio Einstein a llegar a la *Teoría General de la Relatividad*.

Herman Minkowski (1864-1909)

Cono de Luz , el pasado y el futuro



Masa relativista (aumento de la masa inercial)



$$F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

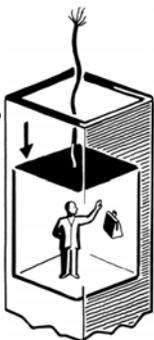
$$m_r = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

UN JUDÍO EN BERLÍN

- 1914:
 - Profesor en la U. de Berlín
 - Se separa de Mileva
 - Comienza la primera guerra mundial
- 1916: Publica “*Fundamento de la Teoría General de la Relatividad*”

El principio de Equivalencia

Marco de referencia en caída libre en campo gravitatorio uniforme



Marco de referencia en movimiento uniforme fuera de campo gravitatorio



El principio de Equivalencia

Marco de referencia en reposo, en un campo gravitatorio uniforme



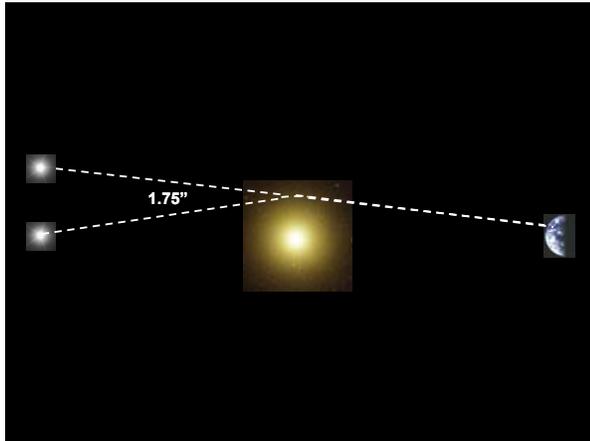
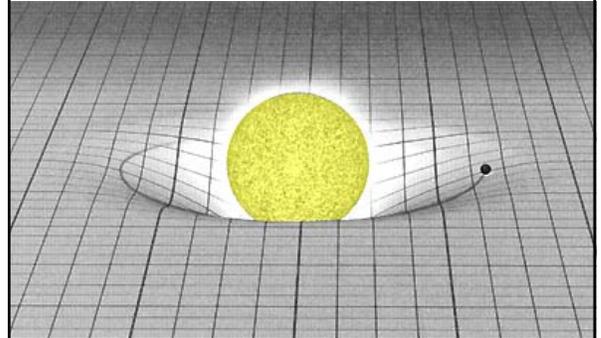
Marco de referencia en movimiento acelerado, fuera de campo gravitatorio



El principio de Equivalencia

Ningún experimento realizado en un único lugar puede distinguir un campo gravitatorio de un sistema de referencia acelerado.

Curvatura del Espacio-tiempo

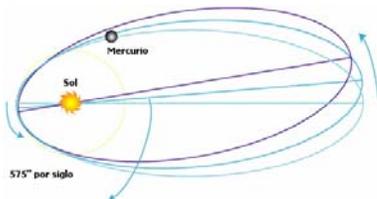


Eclipse de sol del 29 de mayo de 1919

Precesión del perihelio de Mercurio

La posición del perihelio de mercurio avanza, alrededor del Sol, 575" de arco por siglo. La ley de Newton da 532" debido a la influencia del resto de los planetas.

La RG da la corrección necesaria ($\approx 43''$) porque la órbita del planeta está en un espaciotiempo curvo, ya que Mercurio orbita muy cerca del Sol.



1917:

Sugiere la "emisión estimulada de radiación", base de:

MASER (construido por Charles Tawnes y Arthur Schawlow en 1954)

LASER (teorizado por Tawnes y Schawlow en 1958 y construido por Theodore Maiman en 1960).



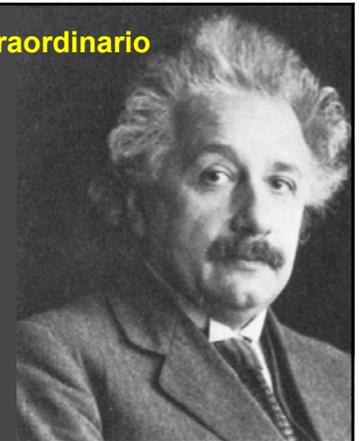
1918:
Fin de la 1ª guerra mundial

1919:
Se divorcia de Mileva.

Se casa con la prima Elsa Löwenthal

Embajador extraordinario

1921 - 1923:
Checoslovaquia
Austria
Alemania
Estados Unidos
Inglaterra
Francia
España
Japón
Palestina



- 1922: Le otorgan el Premio Nobel de Física de 1921 (recibido el 10 de julio de 1923)
- 1923: Artículo preliminar intentando unificar los campos electromagnético y gravitacional. En 1929 publica otro. No dejaría este empeño hasta su muerte.
- 1924: Publica *“Teoría sobre las fluctuaciones estadísticas de los cuantos del gas ideal”*



5º Congreso Solvay, Bruselas, Octubre de 1927
Discrepancias sobre la interpretación de la Física Cuántica

Dios no juega a los dados con el universo

Albert Einstein

Claro que si. Y no solo eso, sino que a veces los arroja donde no podemos verlos

Stephen Hawking

Pero no nos toca a nosotros prescribir a Dios cómo debe gobernar el mundo

Niels Bohr

Adiós a Berlín

Abandona Alemania en diciembre de 1932, rumbo a Estados Unidos



- 1933: Se establece en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton
- Los Nazis al poder en Alemania
- 1936: Muere su esposa Elsa
- 1939: Estalla la 2ª guerra mundial
- Visitado por Leo Szilard, Enrico Fermi y Eugene Wigner, firma carta para el presidente Roosevelt sobre el peligro de una bomba atómica alemana

Octubre 1 de 1940, nacionalidad estadounidense



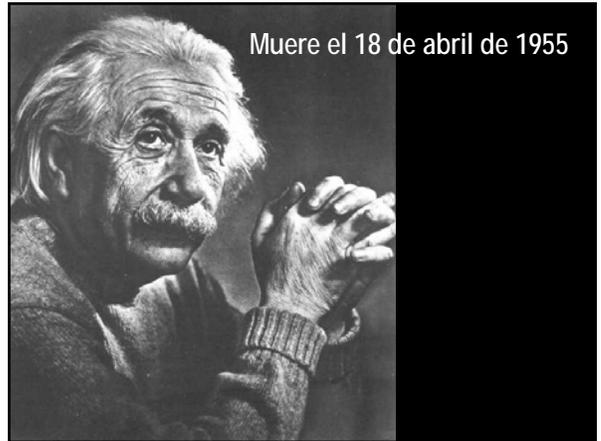
1945:

- Bombas atómicas sobre Hiroshima y Nagasaki. Fin de la 2ª guerra mundial
- Se “jubila” de Instituto de E. A. de Princeton

Últimos intereses en Física:

- Búsqueda de una Teoría del Campo Unificada
- La T.G.R. en relación con nuevos conceptos y descubrimientos en astronomía y cosmología
- Probar que la “interpretación de Copenhague” de la Física Cuántica es incompleta

Muere el 18 de abril de 1955



Gracias
por
la atención

