

Sugerencias de temas de monografías:

La versión posgrado de este curso requiere la entrega de una pequeña monografía de orden de 10 paginas de largo. Abajo doy una lista de temas sugeridas. Se podría también acordar otros temas propuestas por los estudiantes. Aun si se toma uno de los temas propuestas conviene hablar lo conmigo, ya que tengo algunas sugerencias de fuentes o enfoques que pueden resultar útiles.

Temas:

1. Revisión de las mejores pruebas experimentales de algún aspecto de relatividad general.

Pruebas en el sistema solar y en binarios (y triples) de estrellas de neutrones, y ademas experimentos en satélites y otros han testeado relatividad general con alta precisión. La relatividad general ya no es una teoría muy linda pero poco comprobada. Fuentes muy útiles, al menos para empezar, son el libro y los reviews de Clifford Will sobre este tema.

2. El warp drive.

En relatividad especial somos presos del cono luz. En relatividad general también, pero podemos alterar a los conos luz. En 1994 Miguel Alcubierre mostró como hacer esto si solo se podría tener materia con propiedades que probablemente son imposibles pero tal vez no lo son. Recientes publicaciones sostienen que se puede esquivar el uso de esta materia, otros dicen que no. Una monografía se centrara principalmente en el original, establecido, trabajo de Alcubierre y tendría como meta arrojar luz sobre cuales son las limitaciones reales que imponen la causalidad sobre la velocidad de viaje en relatividad general.

3. ¿Que ve una persona que viaja a traves del mundo a cerca de la velocidad de la luz?

Todo el mundo conoce la contracción de longitudes de objetos viajando rápidamente, pero lo que una persona ve es mas sutil. Uno no ve la forma de las cosas en su propio referencial, pero mas bien las señales de luz que llegan a los ojos. Este tema fue explorado analíticamente en artículos de Penrose y Terell en 1959, y mas a fondo por Boas un poco después en un articulo bastante accesible. Mas recientemente ha habido trabajo de simulación numérica.

4. ¿Que ve una persona quien cae en un agujero negro?

Hay muchas temas para examinar. Primero ¿que se ve desde afuera? ¿Como se ven las estrellas de trasfondo cerca del agujero negro? ¿Como se ve el proceso de colapso de la estrella que forma al agujero? Si uno cae hacia el agujero ¿que se ve hacia adelante? ¿Hacia los costados? ¿Hacia atrás? ¿Que se ve en el horizonte? ¿Como es la intensidad de radiación allí? Una vez adentro ¿se ve a la estrella colapsante? ¿Se encuentra primero con la estrella o con la singularidad? Las principales herramientas para entender estas preguntas son las diagramas de Penrose y las coordenadas de Eddington-Finkelstein. Estos se encuentran en casi cualquier libro sobre relatividad general. Hay material en Misner, Thorne y Wheeler. También hay trabajo específicamente enfocado en que se ve por Thorne y colaboradores elaborado como parte de su asesoría a la producción de Interstellar.

5. ¿Que ve, y siente, una persona quien pasa por un agujero de gusano?

Mas optimista aunque también mas especulativo que lo anterior. Thorne y colaboradores trabajaron también sobre esto para Interstellar. La pregunta sobre que se siente es también interesante. ¿Se sentirían mareas? ¿Cuales son los aspectos de los símbolos de Christoffel o la métrica que determinan estas sensaciones?

6. ¿Es siempre posible expresar ecuaciones que son invariantes Lorentz como ecuaciones tensoriales?

La idea es dar una definición matemática de ecuación invariante, y relacionarlo con el concepto de tensores. Un comienzo podría ser reconocer que un campo que depende del referencial es una función del producto cartesiano del espacio tiempo y el grupo de Lorentz, y que los componentes de tensores en el fondo son una base de funciones sobre el grupo de Lorentz que permiten una suerte de expansión de Fourier sobre este grupo. Esta perspectiva sobre tensores se basa en el teorema Peter-Weyl sobre representaciones irreducibles de grupos compactos. Como punto de partida se podría estudiar ecuaciones invariantes bajo rotaciones en espacio bidimensional, luego en 3 dimensiones.

7. ER = EPR

En 2013 Maldacena y Susskind propusieron que los agujeros gusanos o puentes Einstein-Rosen (ER, 1935) son en cierto sentido equivalente al entrelazamiento cuántico de objetos separados en el espacio, como tratado en el trabajo de Einstein, Podolsky y Rosen (EPR, 1935). Una monografía apuntaría a explicar más concretamente que es la equivalencia propuesta. Se trata de un tema de punta, así no es esperable que la monografía se expida sobre si equivalencia es cierta ni tampoco en profundidad sobre los motivos por pensar que lo podría ser. La monografía se concentraría en aclarar hasta cierto grado que es que la propuesta dice. Hay una entrada de Wikipedia que da una serie de links a fuentes, varios de los cuales son accesibles a no expertos.