

<b>Nombre del curso o unidad curricular (*):</b>	
Taller: Visualizando la gravedad	
<b>Forma parte de la Oferta Estable (*):</b>	
No	
<b>Centro/Instituto responsable (*):</b>	
Instituto de Física	
<b>Licenciatura (*):</b>	
Astronomía, Física, Matemática.	
<b>Frecuencia y semestre de la formación al que pertenece la unidad curricular (*):</b>	
Primer Semestre	
<b>Créditos asignados (*):</b>	
Astronomía - 6 créditos en el área: Electivas/Optativas Física - 6 créditos en el área: Formación Integral, Ciencias Humanas y Sociales Matemática - 6 créditos en el área: B - Ciencias Físicas	
<b>Nombre del docente responsable de la unidad curricular (*):</b>	
Rodrigo Eyheralde	
<b>Mail de contacto:</b>	<b>Instituto al que pertenece:</b>
reyheralde@fisica.edu.uy	Instituto de Física
<b>Nombre del/la docente co-responsable:</b>	

<b>Mail de contacto:</b>	<b>Instituto al que pertenece:</b>
<b>Nombre del/la docente responsable de prácticos:</b>	
<b>Mail de contacto:</b>	<b>Instituto al que pertenece:</b>
<b>Nombre del/la docente(s) invitado(s):</b>	
<b>Mail de contacto:</b>	<b>Instituto al que pertenece:</b>
<b>Conocimientos Previos Necesarios (*):</b>	

Se requieren conocimientos sobre Relatividad General y en especial sobre su estructura geométrica. Alternativamente se pueden tener conocimientos sobre geometría diferencial (en especial de geometría Riemanniana y pseudo-Riemanniana).

**Unidades curriculares y/o créditos previos que habilitan a realizar el curso (\*):**

Relatividad General o Geometría de Curvas y Superficies o Geometría Riemanniana

**Conocimientos adicionales sugeridos:**

**Objetivo de la unidad curricular:**

**Herramientas, conceptos y habilidades que se pretenden desarrollar en la unidad curricular (\*):**

El objetivo del taller es desarrollar estrategias de visualización de un aspecto central de la Relatividad General (la geometría Lorentziana) cuya transmisión se suele dar de forma muy parcial e insatisfactoria (analogía de la sábana elástica). Dependiendo del proyecto planteado esto podrá inclinarse hacia el desarrollo de experiencias demostrativas en formato físico o de simulaciones por computadora, desarrollando así habilidades bien diversas, según el caso.

**Temario sintético de la unidad curricular (\*):**

- Repaso de conceptos de relatividad general y geometría Lorentziana
- Representación gráfica de espacio-tiempos (diagramas conformes y embeddings)
- El uso de analogía en la enseñanza de ciencia: enseñanza de la gravitación (RG) en base a analogías.
- Ejemplos de implementación de demostrativas (seguido de discusión y elaboración de propuestas por grupos).

**Temario desarrollado(\*):**

Repaso de conceptos de relatividad general y geometría Lorentziana: asumiendo nociones previas sobre la temáticas se hará un repaso sobre los pilares conceptuales de la Relatividad General y de sus estructura geométrica (variedad diferenciable con una métrica Lorentziana)

Representación gráfica de espacio-tiempos (diagramas conformes y embeddings): sin asumir la misma familiaridad que en el primer tema, de discutirá el uso diagramas conformes (Penrose-Carter) para representar espacio-tiempos (especialmente agujeros negros) así como el uso de embeddings en el mismo contexto.

El uso de analogía en la enseñanza de ciencia: enseñanza de la gravitación (RG) en base a analogías. Se discutirán experiencias documentadas sobre el uso de analogía en la enseñanza de la ciencias, centrado en la Gravitación. En especial se identificarán fortalezas y deficiencias de analogías muy comunes como la sábana de goma.

Ejemplos de implementación de demostrativas (seguido de discusión y elaboración de propuestas por grupos). Se verán ejemplos concretos de implementación de visualizaciones y se usará esta unidad como puntapié para el inicio de los proyectos en grupos.

**Bibliografía:-****a) Básica (\*)**

Misner, C. W., Thorne, K. S., y Wheeler, J. A. (1973). Gravitación. San Francisco: W. H. Freeman & Co.

Epstein, L. C. (1983). Relativity Visualized (1.ª ed.). Insight Press.

Marolf, D. (1999). Spacetime embedding diagrams for black holes. General Relativity and Gravitation, 31(6), 919–931. <https://doi.org/10.1023/a:1026646507201> arXiv:gr-qc/9908043. <https://arxiv.org/abs/gr-qc/9908043>

Kaur, T., Blair, D. G., Moschilla, J., Sassanelli, M., & Zadnik, M. (2017). Teaching Einsteinian physics at schools: Part 1, models and analogies for relativity (arXiv:1704.02058). arXiv. <https://arxiv.org/abs/1704.02058>

Postiglione, A., & De Angelis, I. (2021). Students' understanding of gravity using the rubber sheet analogy: An Italian experience. Physics Education, 56(2), 025020. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abd1c4> . arXiv:2102.04156. <https://arxiv.org/abs/2102.04156>

Jonsson, R. M. (2005). Visualizing curved spacetime. American Journal of Physics, 73(3), 248-260. <https://doi.org/10.1119/1.1830500>. arXiv:0708.2483. <https://arxiv.org/abs/0708.2483>

**b) Complementaria**

Algunos ejemplos de implementaciones:

PhysicsChannel. (2019, julio 15). I never understood why masses bend time...until now! [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=OpOER8Eec2A>

ScienceClic. (2020, octubre 1). A new way to visualize General Relativity [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wrwgljBUYVc>

**Modalidad de cursada (\*):**

Presencial

**Metodología de enseñanza:**

Al inicio del curso se presentará una introducción en formato clase expositiva con participación de los estudiantes. Luego, los estudiantes trabajarán en grupos sobre un proyecto de su interés, durante todo el semestre. Los proyectos podrán estar dirigidos a los diferentes niveles educativos (desde primaria hasta el nivel terciario) y también podrán orientarse a generar insumos para la divulgación en muestras y ferias como Latitud Ciencias o las Jornadas de puertas Abiertas de Facultad de Ciencias. Se propenderá a que los proyectos tengan un soporte físico, pero podrán centrarse en simulaciones por computadora, dependiendo del caso.

**Duración en semanas(\*):**

15

**Carga horaria total (\*):**

90

<b>Carga horaria detallada:</b>
<b>a) Horas aula de clases teóricas (*)</b>
10
<b>b) Horas aula de clases prácticas (*)</b>
<b>c) Horas aula de seminarios:</b>
<b>d) Horas aula de talleres:</b>
20
<b>e) Horas de salida de campo:</b>
<b>f) Horas de tareas domiciliarias:</b>
60
<b>TIPO DE CURSO (*): OPCIÓN DESPLEGABLE CON LAS 4 OPCIONES DE CURSO:</b>
<b>TIPO 2: Aprobación por examen obligatorio</b>

<b>a) Asistencia requerida para aprobar la unidad curricular (*):</b>
60%
<b>b) Características de las evaluaciones durante el curso (*):</b>
La evaluación es por proyectos, con un seguimiento continuo y un examen final de presentación del mismo. A mitad del semestre cada grupo de estudiantes deberá presentar un pre-proyecto que deberá ser aprobado (con Aceptable) o no (con Insuficiente) y un borrador de proyecto a final del semestre que será calificado desde Muy Insuficiente a Excelente. Se requerirá de la calificación conceptual de Aceptable para ganar el derecho a examen final.
<b>c) Características del examen (si corresponde):</b>
El examen consistirá en la defensa (teórica) del proyecto. Aspectos de la implementación del mismo podrán quedar pendientes.
<b>d) Modo de devolución o corrección de las pruebas (si corresponde):</b>
<b>Habilitada para rendirse en calidad de libre (*):</b>
No
<b>Comentarios:</b>
Este curso es en formato taller y podría insertarse en otras funciones universitarias que no son sólo la enseñanza. Sin embargo, en esta etapa preferí plantearlo como un curso de grado para evaluar si funciona como germen de una propuesta más ambiciosa.

