

## Listado de temas para Ayudantías de Investigación 2024.

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Claudia Reyes	La modelación matemática como estrategia didáctica en la enseñanza y aprendizaje en situaciones interdisciplinarias, Física y Matemáticas
Descripción	
<p>Una de las grandes dificultades dentro de la investigación en didáctica al tratar contenidos interdisciplinarios en Física y Matemáticas es el camino separado que han tomado, a nivel teórico, cada una de ellas. Por un lado, se tiene el gran avance en teorías y metodologías de investigación en la Didáctica de las Matemáticas: Teoría de Situaciones Didácticas (Brusseau, 2011), Teoría Antropológica de lo Didáctico (Chevallard, 1980), Ingeniería Didáctica (Artigue, 2002a), Espacios de Trabajo Matemático (Kuzniak, 2016b), entre muchas otras y, por otro lado, las pocas teorías en Didáctica de la Física: La teoría específica de los dos mundos, y las adaptaciones que se han hecho de las teorías en Didáctica de las Matemáticas. Si bien es cierto que una de las características principales de la Didáctica de las disciplinas es centrarse en la disciplina misma, por eso el camino separado que han tomado, también es cierto que, en la actualidad, la interdisciplinariedad juega un papel importante dentro de la educación a nivel mundial. En este sentido, es importante pensar cómo se deben abordar estas situaciones de la mejor forma. En esta charla no solo hablaré de esta problemática sino también, mostraré actividades interdisciplinarias dentro de la Física y las Matemáticas que nos pueden dar ideas acerca del trabajo interdisciplinario a través de procesos de modelización.</p>	

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Claudia Trejo	Diseño y fabricación con hojas artificiales para estudios de evapotranspiración en plantas
<b>Descripción</b>	
En las últimas décadas se han desarrollado diversos modelos de estructuras biomiméticas que permitan estudiar el ciclo natural de transpiración de las plantas, con el objetivo de disminuir el impacto de la crisis hídrica en la agricultura. En esta ayudantía se propone diseñar y fabricar estructuras biomiméticas basadas en algunos modelos desarrollados con anterioridad.	

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Claudia Trejo	Implementación de experimentos para estudios de evapotranspiración en plantas
<b>Descripción</b>	
En las últimas décadas se han diseñado diversos experimentos que permitan estudiar el ciclo natural de transpiración de las plantas, con el objetivo de disminuir el impacto de la crisis hídrica en la agricultura. En esta ayudantía se propone planificar e implementar experimentos que permitan medir la evapotranspiración de las hojas artificiales, basados en el trabajo desarrollado en los últimos años.	

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Cristóbal Sifón	Estudio de densidad de bariones en cúmulos de galaxias usando el efecto SZ

### **Descripción**

En esta ayudantía el estudiante deberá familiarizarse y trabajar con datos del fondo de radiación cósmica de microondas (CMB) para estudiar cúmulos de galaxias. Como parte de esta ayudantía el estudiante aprenderá sobre el efecto Sunyaev-Zeldovich. Esta ayudantía requiere conocimientos previos sobre programación.

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Cristóbal Sifón	Caracterización de galaxias en cúmulos de galaxias

### **Descripción**

En esta ayudantía el estudiante deberá familiarizarse y trabajar con datos ópticos de galaxias pertenecientes a cúmulos de galaxias. Como parte de esta ayudantía el estudiante aprenderá sobre poblaciones de galaxias en cúmulos y aprenderá a trabajar con catálogos de galaxias y bases de datos. Esta ayudantía requiere conocimientos previos sobre programación.

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Darío Pérez	Caracterización de turbulencia óptica empleando técnicas tomográficas
Descripción	
<p>Chile albergará el 70% de la capacidad óptica de los observatorios mundiales: el Extremely Large Telescope (ELT, ESO) y el Giant Magellan Telescope (GMT, USA). Estos Telescopios Extremadamente Grandes (TEG, con diámetro efectivo mayor a 20 metros), con una extraordinaria resolución espacial, revolucionarán nuestra comprensión del Universo. Sin embargo, los ambiciosos objetivos científicos de estos gigantes deben evitar el mayor obstáculo de la astronomía terrestre: la atmósfera.</p> <p>Uno de los aspectos críticos en el funcionamiento de los TEGs es su alta sensibilidad a las condiciones del recinto que los contiene: turbulencia del domo. Este último representa la interacción de la atmósfera con la estructura interna y externa del telescopio. Los modelos predictivos actuales tienen una resolución muy grosera para extender su capacidad a la vecindad del telescopio. Es así que, son necesarios modelos y experimentos capaces de cuantificar el impacto de la turbulencia anisotrópica en los nuevos observatorios.</p> <p>En esta propuesta se extenderán modelos estadísticos para la caracterización de la turbulencia observando un arreglo rectangular de puntos luminosos a una versión tomográfica observando de múltiples arreglos distribuidos en condiciones controladas. El objetivo es convertir parámetros astro-climáticos promediados en el volumen de un recinto o cerca del suelo (<math>C_n^2</math>, velocidad media del aire, etc.) en parámetros localizados en el espacio y el tiempo. De este modo detectar posibles anisotropías e inhomogeneidades que afectan de manera diferencial a cada sección del espejo primario [3].</p> <p>[1] Gladysz, S. et al. Dome Seeing Measurements at the Isaac Newton Telescope. in 3396073 (2020).          [2] Bose-Pillai, S. R. et al. Estimation of atmospheric turbulence using differential motion of extended features in time-lapse imagery. Opt Eng 57, 1 (2018).          [3] Sauvage, C. et al. Near ground horizontal high resolution <math>C_n^2</math> profiling from Shack-Hartmann slope and scintillation data. Arxiv (2021).</p>	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Germán Varas	Avalanchas de partículas no convexas.
Descripción	
<p>En este proyecto de investigación, nos enfocaremos en la estabilidad asociada a la generación de avalanchas controladas en un sistema de partículas no convexas. Una partícula se considera no convexa si, al unir dos puntos dentro de ella con un segmento de línea, este no queda completamente contenido en la partícula. Este ámbito de estudio ha captado la atención en varias disciplinas, especialmente en la ciencia de materiales para el desarrollo de estructuras nuevas, ligeras y reversibles, y para la mejora de propiedades mecánicas.</p>	

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Jorge Noreña	Transiciones de fase en el universo temprano.

### **Descripción**

El universo temprano pasó por varias transiciones de fase. Estudiaremos su descripción en términos de teorías de campos a temperatura finita. También discutiremos cuales son las condiciones para que la transición de fase sea de primer orden. En ese caso, esta podría ser observada en experimentos futuros.

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Jorge Noreña	Solitones gravitacionales en inflación.

### **Descripción**

Los solitones son efectos no lineales en la teoría de campos. Si el universo a escalas super-horizonte se puede describir mediante la inflación eterna, estos efectos pueden ser relevantes. Por ejemplo, pueden describir las transiciones entre diferentes vacíos de la teoría subyacente.

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Mónica García	Geometría citadina: una exploración
<b>Descripción</b>	
Se ha determinado que las ciudades tienen diferentes leyes de escalamiento para diferentes fenómenos: las tasas de criminalidad, la movilidad peatonal, la longitud total de las calles, etc. Sin embargo, no se sabe porque son tan diferentes. Una propuesta reciente apunta a la geometría de la ciudad como el factor determinante en las leyes de escala citadinas. En esta ayudantía realizaremos un estudio exploratorio alrededor de la geometría de una ciudad a través del cálculo de su dimensión fractal.	

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
Mónica García	Una jaula para un soliton
<b>Descripción</b>	
Simulaciones numéricas indican que, si un soliton hidrodinámico es sometido a un forzamiento gaussiano, éste tiene a moverse dentro de la zona de inyección, pero no puede escapar de ella. En esta ayudantía realizaremos medidas experimentales que nos permitan confirmar esta observación numérica.	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Nelson Videla	Formación de Estructuras en Cosmología
<b>Descripción</b>	
<p>En el contexto de la Cosmología, la formación de estructuras se refiere al proceso por el cual las estructuras cosmológicas tales como los cúmulos de galaxias y las propias galaxias se forman bajo el colapso gravitacional de un gas primordial. Poco antes de la época de la Radiación Cómica de Fondo, la materia se convirtió en el constituyente dominante del universo. A lo largo de la época dominada por la materia, es decir, desde unos cientos de miles de años después del Big Bang hasta el comienzo del período de dominio de la energía oscura, las estructuras de materia bariónica se formaron y crecieron debido a la presencia de la materia oscura. Las regiones particularmente densas colapsan en sistemas no lineales y autogravitantes llamados halos de materia oscura, que forman los nodos cósmicos que los cosmólogos observan hoy.</p> <p>El propósito de este proyecto es adquirir los conceptos básicos detrás de la teoría de formación de estructuras en el universo para así comprender la evolución de las fluctuaciones en la densidad de la materia. Se obtendrán y resolverán las ecuaciones básicas en la teoría Newtoniana para posteriormente introducir las ecuaciones en el caso relativista.</p>	



Investigador/a responsable	Tema propuesto
Nicolas Tejos Cristóbal Sifón	Estudio de densidad de bariones en cúmulos de galaxias usando el efecto SZ
Descripción	
En esta ayudantía el estudiante deberá familiarizarse y trabajar con datos del fondo de radiación cósmica de microondas (CMB) para estudiar cúmulos de galaxias. Como parte de esta ayudantía el estudiante aprenderá sobre el efecto Sunyaev-Zeldovich. Esta ayudantía requiere conocimientos previos sobre programación.	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Nicolas Tejos Cristóbal Sifón	Estudiando el medio circungaláctico frío en galaxias alrededor de cúmulos.
Descripción	
En esta ayudantía el estudiante deberá familiarizarse y trabajar con datos espectroscópicos de cuásares para estudiar el medio circungaláctico frío en galaxias pertenecientes a cúmulos de galaxias. Como parte de esta ayudantía el estudiante aprenderá sobre la técnica de líneas de absorción y aprenderá a trabajar con catálogos de galaxias y bases de datos. Esta ayudantía requiere conocimientos previos sobre programación.	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Nicolas Tejos Cristóbal Sifón	Caracterización de galaxias en cúmulos de galaxias.
Descripción	
En esta ayudantía el estudiante deberá familiarizarse y trabajar con datos ópticos de galaxias pertenecientes a cúmulos de galaxias. Como parte de esta ayudantía el estudiante aprenderá sobre poblaciones de galaxias en cúmulos y aprenderá a trabajar con catálogos de galaxias y bases de datos. Esta ayudantía requiere conocimientos previos sobre programación.	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Nicolas Tejos Cristóbal Sifón	Asociaciones probabilísticas entre galaxias y fast radio bursts
Descripción	
En esta ayudantía el estudiante deberá familiarizarse y trabajar con los llamados fast radio bursts (FRBs). Como parte de esta ayudantía el estudiante aprenderá sobre asociaciones probabilísticas de FRBs y galaxias, y tendrá que investigar sobre posible prevalencia de FRBs en direcciones a cúmulos de galaxias. Esta ayudantía requiere conocimientos previos sobre programación.	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Raphael Gobat	Extracción de espectros en observaciones MUSE de protocúmulos

### Descripción

Grupos de galaxias masivas a  $z > 2$  trazan halos de materia oscura de  $> \sim 10^{13} M_{\odot}$  y entonces constituyen progenitores posibles de los cúmulos de galaxias observados en el universo más tardío. En estos se ha notado emisión difusa en Ly-alpha cuya luminosidad total parece ser correlacionada con la tasa de acreción de materia (Daddi et al. 2022). Hemos observado cinco de estas estructuras con el espectrógrafo de campo integral MUSE, para determinar el mecanismo de excitación del gas y probar la presencia de gas frío mediante absorción en el espectro de galaxias de fondo. Aquí se usarán estos datos profundos para identificar galaxias en el campo y extraer sus espectros, como preludeo a los estudios de absorción.

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Raphael Gobat	Búsqueda de protocúmulos en el campo COSMOS

### Descripción

El término "protocúmulo" designa a los progenitores de cúmulos de galaxias, es decir, las estructuras o regiones que ya colapsaran en un cúmulo de galaxias a o antes de  $z = 0$ . Sin embargo, es un término bastante ambiguo desde el punto de vista observacional y existen varios criterios, a veces incompatibles, para seleccionar estas estructuras. Este proyecto consiste en implementar el criterio de Lee, Park et al. 2023 basado en simulaciones a datos observaciones del campo COSMOS, y a comparar los resultados con los protocúmulos ya seleccionados por otros medios publicados en la literatura.

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Raphael Gobat	Cálculo de funciones de distribución para exoplanetas

### Descripción

El número de planetas extrapolares confirmados crece cada día y el gran número de exoplanetas conocidos nos permite explorar relaciones entre masa, radio, periodo, etc. y las propiedades de sus estrellas anfitrionas. A su turno estas correlaciones se pueden usar para desarrollar modelos más generales de habitabilidad en poblaciones estelares (e.g., Gobat et al. 2016, 2021). Esta ayudantía consiste en recopilar y derivar funciones de distribución analíticas a partir de los últimos datos de la NASA Exoplanet Archive y la Gaia Data Release 3, cuidándose de los efectos de selección.

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Raphael Gobat Jorge Noreña	El destino final de los bariones: ¿Cuánto van a comer los agujeros negros?
Descripción	
<p>Respecto a la expansión del espacio aún nos encontramos en la infancia del Universo, pero ya la formación estelar disminuyó de un factor 10 desde su máxima hace 10 mil millones de años. En el futuro lejano, todas las galaxias se convertirán en sistemas pasivos y esferoidales por agotamiento de gas y relajación dinámica, con un horizonte cosmológico decreciente por la expansión acelerada. En este proyecto se estudiará la evolución dinámica de estos sistemas dentro de esta métrica cambiante, tratando de entender que fracción de su masa se "evaporará" por relajación a dos cuerpos y cuánto terminará en el agujero negro supermasivo central.</p>	

<b>Investigador/a responsable</b>	<b>Tema propuesto</b>
René Rojas	Dinámica de vegetación en ambientes semi-áridos
<b>Descripción</b>	
Investigar la formación y dinámica de estructuras localizadas de ancho variable en sistemas unidimensionales y bidimensionales usando modelos tipo Nagumo con acoplamientos no locales aplicado a ecosistemas semi-áridos.	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Viviana Clavería	Estudio del impacto de la motilidad en el nado de la E. Coli MG1655 en una suspensión celular: primeros pasos para el desarrollo de modelos de nado de bacterias en un fluido complejo
<b>Descripción</b>	
<p>La comprensión del movimiento bacteriano en la sangre es crucial para entender la propagación de infecciones, su diagnóstico y tratamiento. También se han propuesto el uso de bacterias para combatir enfermedades como el cáncer, utilizando bacterias como vehículos de entrega de fármacos, terapéuticos o genéticos por la versatilidad de la modificación genética para sus diferentes aplicaciones [1].</p> <p>A pesar de los notables avances en la comprensión del nado de bacterias en flujo [2-4], aún se desconoce su comportamiento en un torrente sanguíneo bajo condiciones similares. El efecto dinámico de las colisiones [5,6], dadas las propiedades físicas y mecánicas de las bacterias y las células sanguíneas, la motilidad bacteriana y la proporción volumétrica de cada población celular en la suspensión, están lejos de ser comprendidas y han sido en gran medida inexploradas.</p> <p>En esta ayudantía de investigación, se propone explorar experimentalmente el efecto de la motilidad en el nado de una suspensión bacteriana bajo condiciones de flujo en un medio sin y con glóbulos rojos, dependiendo de cuán rápido avance el/la postulante durante el mes de ayudantía. El montaje experimental incluye chips microfluídicos (Fig. 1), bombas de control de caudal, microscopio confocal o de fluorescencia y la bacteria no motil e intrínsecamente fluorescente E. Coli MG1655 (Fig. 2), mutante en motA, la que se ha modificado genéticamente para expresar motAB inducida por arabinosa para recuperar su motilidad, la que se debe cultivar antes de cada experimento (el proceso dura aproximadamente 15 horas). El procesamiento de datos incluye análisis de imágenes e idealmente, el/la postulante realizará simulaciones en 3D en COMSOL para caracterizar el flujo del medio sin células (Fig. 3).</p> <p>Referencias</p> <p>[1] Forbes, N. Engineering the perfect (bacterial) cancer therapy. <i>Nat Rev Cancer</i> 10, 785–794 (2010).</p> <p>[2] Tokárová V., Sudalaiyadum Perumal A., Nayak M., Shum H., Kašpar O., Rajendran K., Mohammadi M., Tremblay C., Gaffney E.A., Martel S., Nicolau D.V., Nicolau D.V. Patterns of bacterial motility in microfluidics-confining environments. <i>Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.</i>;118 (2021).</p> <p>[3] Lauga, E. Bacterial Hydrodynamics. <i>Annual Review of Fluid Mechanics</i>, 48(1), 105-130, (2016).</p> <p>[4] J Elgeti et al. Physics of microswimmers—single particle motion and collective behavior: a review <i>Rep. Prog. Phys.</i> 78 056601, (2015)</p> <p>[5] Y. Geng, P.Dalhaimer, S.Cai,R.Tsai, M.Tewari, T.Minko, and D.E.Discher. Shape effects of filaments versus spherical particles in flow and drug delivery. <i>Nat Nanotechnol</i>, 2(4):249–255, (2007).</p> <p>[6] K. Sinhaand, M.D.Graham. Shape-mediated margination and demargination in flowing multicomponent suspensions of deformable capsules. <i>Soft Matter</i>, 12:1683–1700, (2016).</p>	

Investigador/a responsable	Tema propuesto
Viviana Clavería	Desarrollo de un regulador térmico para un dispositivo de punto de atención de monitoreo de trombosis arterial en pacientes
Descripción	
<p>Las enfermedades cardiovasculares (ECV), incluidos el infarto agudo de miocardio (IAM), son la principal causa de muerte en el mundo con un 31.8% de los decesos por año. En el campo de pruebas de coagulación, se ha creado Thrombocheck (Fig. 1), el que está pensado para monitorear la formación de un trombo arterial en pacientes a través del parámetro cuantitativo llamado tiempo de oclusión (TO) [1-4]. Esto se hace in vitro utilizando 3 ml de sangre de un paciente.</p> <p>El prototipo actual Thrombocheck, no posee regulador de temperatura, lo que es esencial para este tipo de ensayos: la temperatura afecta la viscosidad de la muestra sanguínea, la que sometida a un mismo diferencial de presión pasando a través de un canal microfluídico de geometría y resistencias fijos, producirá un estrés en la pared dentro de la sección microfluídica por donde pasa la muestra, diferente. La sección microfluídica es la sección de testeo, y el estrés en la pared en su interior afecta la dinámica de formación del trombo oclusivo y por lo tanto se registrarán distintos TO para la misma muestra. Ya que el TO tendría distintas interpretaciones o diagnóstico dependiendo de su valor, disminuir la desviación estándar en las curvas de distribución de TO en una población de pacientes debido a variaciones de temperatura en las muestras al momento de medir, es fundamental para obtener una mayor especificidad del dispositivo y el ensayo propuesto.</p> <p>El objetivo de esta ayudantía de investigación será desarrollar un regulador térmico para ser incorporado en Thrombocheck, incluyendo el desarrollo de un modelo de transferencia de calor, con el cual se busca simular condiciones corporales de temperatura (37°C) de la muestra o lograr una temperatura target fija (por ejemplo, 25°C) descartando finalmente esta variable como un error en la medición del TO de una población de pacientes. Para eso, se utilizará una malla metálica para calentar el tubo de colección de sangre utilizado en Thrombocheck, midiendo en los líquidos de muestra (agua y sangre) la temperatura al interior del líquido y en la superficie entre el tubo para obtener un modelo de transferencia de calor para el sistema. Se obtendrán las curvas de temperatura versus tiempo para distintos VO y se registrarán los tiempos necesarios para alcanzar la temperatura target a distintas temperaturas iniciales.</p> <p>Referencias</p> <p>[1] M. T. Griffin, D. Kim, and D. N. Ku, “Shear-induced platelet aggregation: 3d grayscale microfluidics for repeatable and localized occlusive thrombosis,” <i>Biomicrofluidics</i>, Vol. 13, no. 5, p. 054 106, 2019.</p> <p>[2] A Para, D Bark, A Lin, and D. Ku, “Rapid platelet accumulation leading to thrombotic occlusion,” <i>Annals of biomedical engineering</i>, vol. 39, no. 7, pp. 1961–1971, 2011.</p> <p>[3] M. Mehrabadi, L. D. Casa, C. K. Aidun, and D. N. Ku, “A predictive model of high shear thrombus growth,” <i>Annals of biomedical engineering</i>, vol. 44, no. 8, pp. 2339–2350, 2016.</p> <p>[4] M. Li, D. N. Ku, and C. R. Forest, “Microfluidic system for simultaneous optical measurement of platelet aggregation at multiple shear rates in whole blood,” <i>Lab on a Chip</i>, vol. 12, no. 7, pp. 1355–1362, 2012.</p>	