

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DATOS INFORMATIVOS

TIPO DE CONVOCATORIA

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Fecha de presentación (29/07/2019):

Título del proyecto: *(Revisar la guía para la presentación de las propuestas de los proyectos de investigación)*

Simulación de datos del JWST para los exoplanetas

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUCIÓN:

1. Física

2.

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Astropartículas y gravitación

2.

RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES

Director

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
BARBIER Hugo Jean-Marc Paul	1753377447	12	Física	Master

Codirector *(Se aplica para todos los proyectos, el codirector será a su vez colaborador)*

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
López Izurieta Ericson Daniel	1708590813	6	Física	Phd

Colaborador(es)

Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Sorriso-Valvo Luca	1759251083	6	Física	Phd

Colaboradores Externos

Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS	Institución	Título de mayor nivel y mención.

* HSS = Horas Semana Semestre

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica

Investigación Aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTOS:

1. Departamento de Física
- 2.

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Astropartículas y gravitación
- 2.

DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)

Ciencias Naturales y Exactas	X
Ingeniería y Tecnologías	
Ciencias Médicas	
Ciencias Agrícolas	
Ciencias Sociales	
Humanidades	

OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)

Exploración y explotación del medio terrestre	
Ambiente	
Exploración y explotación del espacio	X
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras	
Energía	
Producción y tecnología industrial	
Salud	
Agricultura	
Educación	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos	
Defensa	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU)	
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes	



1	Proyecto de Investigación
	Título: Simulación de datos del JWST para los exoplanetas
	Resumen del proyecto (máximo 200 palabras) <p>En 2021, se lanzará al espacio, al punto de Lagrange 2 del sistema Tierra-Sol, el telescopio James Webb Space Telescop (JWST). Es el telescopio más complejo que nunca ha sido fabricado: Está compuesto de 4 instrumentos: NIRSpec, NIRISS, NIRCAM y MIRI. Cada uno de esos instrumentos tiene varios modos de observación: imágenes, espectroscopia de baja, mediana o alta resolución, con o sin utilización de coronógrafos, con o sin utilización de filtros.</p> <p>Este telescopio tiene varias misiones científicas, una de ellas es la detección, la observación y caracterización de exoplanetas.</p> <p>Con la meta de estar listo al momento de la recepción de los primeros datos en 2021, o de eventualmente proponer propuestas de observación, es necesario entender cómo funcionan los instrumentos, cuáles son los modos de observación los más interesantes para el estudio de los exoplanetas, e intentar de simular los datos que nos podrían mandar el JWST durante sus observaciones. En particular es importante conocer los límites de detección o de medición tanto para la detección como para la caracterización de exoplanetas. Nuestro trabajo se enfocará en el instrumento MIRI el cual trabaja entre 5 y 26 micrómetros. Existen herramientas que están en desarrollo y que permiten ayudar a simular datos: es necesario, por eso, crear escenas de observación, escoger el o los instrumentos necesarios para la observación, y buscar cuales son los mejores modos para tener datos de buena calidad, en particular para mejorar el ratio señal sobre ruido y/o tener la resolución suficiente.</p> <p>Nuestra meta es trabajar desde ahora para estar listo en 2021 al momento de lanzamiento del telescopio. Tenemos mucho atraso sobre otros grupos de investigación de Europa y América del Norte, quienes, para ciertos, están trabajando sobre este telescopio para su desarrollo desde hace 10-15 años. Tenemos entonces que capacitarnos sobre las posibilidades de este telescopio lo más rápidamente posible para poder crear colaboraciones en el futuro o para proponer nuestras propias propuestas de observación.</p> <p>Lo que aprenderemos en este proyecto podrá servir también a otros grupos de investigación del Observatorio Astronomico de Quito que trabajan en otros temas y que podrían querer utilizar los datos de este telescopio. Como fue el caso para el telescopio Kepler, con el cual hemos trabajado los últimos años, los datos de observación serán publicados para la comunidad y cualquiera les podrá analizar con la condición de entender en qué condición y en que modos esos datos han sido tomados.</p>
	Palabras clave (4-6): Exoplanetas, telescopio, JWST, MIRI, MiriSim



2	Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación
---	---

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Simulación de datos tal que les producirá el telescopio JWST.

2.1.2 Objetivos Específicos

- Entender los diferentes instrumentos del JWST
- Estudiar el funcionamiento de Miri-Sim, sus capacidades, sus límites y/o de otros simuladores.
- Crear escenas de posibles observaciones de exoplanetas.
- Estudiar los datos esperados por las observaciones de escenas similares por le JWST gracias a herramientas o programas de simulación como por ejemplo Miri-Sim y/o a cálculos desarrollados por nuestro equipo de investigación.
- Entender las principales características del pipeline.

2.2 Limitaciones (Aspectos que quedan fuera del alcance del Proyecto de Investigación)

- No se estudiará todos los modos posibles de observación.
- No se va a simular los datos en salida del pipeline.
- No se mandará una propuesta de observación.
- La meta no es participar al desarrollo de MiriSim o de otro simulador, aunque durante la preparación de esta propuesta hemos participado a la mejora de documentos con respecto a MiriSim los cuales contenían errores.

...

2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

- La detección y/o la caracterización de planetas tipo la Tierra alrededor de una estrella como el sol debe tener un ratio señal sobre ruido muy débil.

b.

...

2.3 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)

- Se espera entender los diferentes instrumentos del JWST y los modos más relevantes para el estudio de los exoplanetas.
- Se espera entender a qué punto está desarrollado la herramienta MiriSim, entender su funcionamiento, sus límites. Se estudiará si están en desarrollo otras herramientas para la simulación de datos.
- Realización de escenas de observación.
- Se espera realizar la simulación de datos producidos por el JWST, a partir de las escenas precedentes.
- Entendimiento de las características principales del pipeline del JWST.

...

3	Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación
---	--

El estudio de los exoplanetas hace parte de la física fundamental y es una línea de investigación que se puede desarrollar fácilmente ya que no se necesita material sino estudiar datos que provienen de telescopios tal que el JWST. Para eso es importante tener un buen entendimiento de los datos producidos por el telescopio.

Este trabajo sigue el trabajo que hemos hecho los últimos años trabajando con los datos del telescopio Kepler. Uno de los problemas que hemos encontrado era haber empezado a trabajar sobre este tema varios años después



del lanzamiento de ese telescopio. Ahora queremos prepararnos con anticipación para poder realizar trabajos de calidad desde el lanzamiento del telescopio además de orientar las observaciones posibles o interesantes que se podrán realizar con el JWST.

4	Productos esperados
---	---------------------

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X
b. Disertación a la comunidad politécnica;	X
c. Trabajo de titulación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Régimen Académico y la Normativa Interna de la EPN;	
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	

5	Descripción, metodología y diseño del proyecto
---	--

5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

En primer lugar, se necesita entender bien los diferentes instrumentos que componen el telescopio JWST [1]. Son 4 instrumentos principales: NIRSpec (Near InfraRed Spectroscopy) [2], [3], NIRCAM (Near InfraRed CAMera) [4], NIRISS (Near- InfraRed Imager and Slitless Spectrograph) [1] y MIRI (Mid IfraRed Imager) [5]. Ya hemos empezado a identificar las principales características de ellos preparando esta propuesta de investigación.

En un segundo tiempo, se deberá estudiar los parámetros de cada uno de esos instrumentos para entender los modos los más útiles para la caracterización de exoplanetas [4] [6] [7]. Eso es un trabajo más difícil ya que existen decenas o cientos de modos o filtros posibles, los cuales tienen cada uno características propias de campo de observación, resolución, trabajando en diferentes partes del espectro, con la posibilidad para ciertos modos de usar coronógrafos. Nuestro trabajo se enfocará en el instrumento MIRI el cual trabaja entre 5 y 26 micrómetros: para Miri, es posible, por ejemplo de escoger de hacer imágenes, espectroscopia con rendijas o no, o espectroscopia integral (IFU); se puede escoger entre 15 filtros posibles, usar o no coronografía (existen 4 coronógrafos solamente en este instrumento). Cada modo tiene sus ventajas y desventajas (diferentes resoluciones, posibilidad o no de usar otros modos al mismo tiempo, diferentes ratios señal sobre ruido...etc).

Ya hemos identificado una herramienta que nos puede ayudar para simular observaciones de exoplanetas: Mirisim [8] [9]. Esta herramienta está desarrollada en Python, está todavía en curso de desarrollo, pero a la disposición de los investigadores para realizar simulaciones. Pensamos que nos puede ayudar a simular datos correspondientes a escenas de observación para detectar que tal posible se puede detectar o caracterizar tal o tal tipo de planeta, según su distancia a la estrella, el tipo de estrella, sus características propias. Produciremos escenas de simulación para planetas a diferentes distancias de la estrella et para diferentes masas (tipo de exoplanetas)...Otros equipos ya han intentado simular datos de otras maneras [10], [11] y analizaremos sus trabajos. En el caso de que MiriSim nos permite realizar el trabajo que queremos, nos enfocaremos solamente en ello.



Cuando los datos del JWST serán disponibles, pasarán por un pipeline que les modifica. En general se estudian los datos después de este pipeline que mejora la señal tomando en cuenta problemas de mediciones bien identificados. Por lo tanto, es importante conocer los tratamientos que realiza o no el pipeline con el fin de bien entender lo datos que tendremos a nuestra disposición desde 2021.

Queremos entender lo mejor posible lo datos que nos mandará el JWST, queremos identificar límites de detecciones o de caracterización de exoplanetas según los diferentes modos de utilización del telescopio y del instrumento MIRI, estudiar casos precisos, como por ejemplo la posibilidad de estudiar planetas tipo la Tierra o Júpiter.

Referencias

- [1] Greenhouse, M. (2013). MacEwen, Howard A; Breckinridge, James B (eds.). "The JWST science instrument payload: mission context and status". Proceedings of SPIE. UV/Optical/IR Space Telescopes and Instruments: Innovative Technologies and Concepts VI. **8860**: 886004. [doi:10.1117/12.2023366](https://doi.org/10.1117/12.2023366)
- [2] Ferruit, P.; et al. (2012). "The JWST near-infrared spectrograph NIRSpec: status". Proceedings of SPIE. Space Telescopes and Instrumentation 2012: Optical, Infrared, and Millimeter Wave. **8442**: 84422O. [Bibcode:2012SPIE.8442E..2OF. doi:10.1117/12.925810](https://doi.org/10.1117/12.925810)
- [3] Posselt, W.; et al. (2004). "NIRSpec - Near Infrared Spectrograph for the JWST". Proceedings of SPIE. Optical, Infrared, and Millimeter Space Telescopes. **5487**: 688–697. [Bibcode:2004SPIE.5487..688P. doi:10.1117/12.555659](https://doi.org/10.1117/12.555659)
- [4] Greene, T., Beichman, C., Eisenstein, D., Horner, S., Kelly, D., Maorf, Y., ... Shi, F. (2007). Observing Exoplanets with the JWST NIRCams grisms. Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers (SPIE) Conference Series, 6693, 15. <https://doi.org/10.1117/12.732506>
- [5] Bouchet, P., Garcia-Marin, M., Lagage, P.-O., Amiaux, J., Augeres, J.-L., Bauwens, E., ... Wright, G. S. (2015). The Mid-Infrared Instrument for the James Webb Space Telescope, III: MIRIM, The MIRI Imager, 612–622. <https://doi.org/10.1086/682254>
- [6] Danielski, C., Baudino, J.-L., Lagage, P.-O., Boccaletti, A., Gastaud, R., Coulais, A., & Bézard, B. (2018). Atmospheric characterization of directly imaged exoplanets with JWST/MIRI. The Astronomical Journal, 156(6), 276. <https://doi.org/10.3847/1538-3881/aae651>
- [7] Schlawin, E., Greene, T. P., Line, M., Fortney, J. J., & Rieke, M. (2018). Clear and Cloudy Exoplanet Forecasts for JWST: Maps, Retrieved Composition and Constraints on Formation with MIRI and NIRCams. Retrieved from <http://arxiv.org/abs/1803.08173>
- [8] Consortium, M. E. (2018). MIRISim Documentation
- [9] Gastaud, R., Cossou, C., & Coulais, A. (2018). MIRI European Consortium James Webb Space Telescope (JWST) Mid-Infrared Instrument (MIRI) Flight Model MIRISIM Imsim Report
- [10] Jan, E. P. (2018). Simulated jwst/niriss transit spectroscopy of anticipated tess planets compared to select discoveries from space-based and ground-based surveys.
- [11] Rocchetto, M., Rocchetto, M., Waldman, I. P., Venot, O., Lagage, P.-O., & Tinetti, G. (2016). Exploring Biases of Atmospheric Retrievals in Simulated JWST Transmission Spectra of Hot Jupiters. The Astrophysical Journal, 833(1), 1–13. doi.org/10.3847/1538-4357/833/1/120, Waldmann, I. P., Venot, O., Lagage, P.-O., & Tinetti, G. (2016). Exploring Biases of Atmospheric Retrievals in Simulated JWST Transmission Spectra of Hot Jupiters. The Astrophysical Journal, 833(1), 1–13. <https://doi.org/10.3847/1538-4357/833/1/120>



6 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

6.1 Infraestructura y equipos

- Indicar la infraestructura y equipos disponibles para la ejecución del proyecto, con la ubicación actual de los mismos

Infraestructura	Equipos	
Oficina	Computadora de escritorio	1er piso de Ingeniería civil, Departamento de Física

6.2 Breve justificación del equipo requerido

- Justificar la infraestructura y equipos solicitados para la ejecución del proyecto e indicar el departamento en el cual se ubicará dicho equipamiento.

6.3 Fondos Adicionales

- Otros fondos de otros organismos (si los hubiere)

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

TÍTULO DEL PROYECTO

Simulación de datos del JWST para los exoplanetas

DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

- Que el presente proyecto es una obra original de este equipo de investigadores y por tanto, asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que, todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que, aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, estos serán compartidos entre los investigadores y las instituciones participantes en el proyecto.



Firma del Director del Proyecto

Nombre: Hugo Jean-Marc Paul BARBIER
C.I.: 1753377447

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de Física, en sesión del día 06-08-2019 mediante resolución No. 2.

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.



Firma del Jefe del Departamento

Nombre: Leonardo Barile
C.I.: 1708714332



