

CINCO PREGUNTAS CON EL DR. JUAN REYES HERRERA

Radiación de Sincrotrón: Una herramienta brillante para desarrollar ciencia

La *Radiación de Sincrotrón (RS)* fue observada por primera vez en el General Electric Research Laboratory en los Estados Unidos en 1947 [1]. En un principio, este tipo de radiación fue considerada “parasítica”, sin embargo, no paso mucho tiempo antes de que los científicos se dieran cuenta de sus aplicaciones. De tal manera que hoy existen muchos laboratorios dedicados en producir fuentes de **RS** de alta brillantez.

¿Te puedes presentar?

Mi nombre es *Juan Reyes Herrera*; soy de un pequeño pueblo llamado Huejúcar, en la zona norte del estado de Jalisco, México. Realicé mis estudios de licenciatura en física en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), después, me mudé a la Ciudad de México, donde obtuve mi grado de Maestría y Doctorado en la especialidad de física por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Durante ese tiempo realicé una estancia de trabajo por un año en la fuente de **RS** ALBA, en Barcelona, España.



Figura 1. Dr. Juan Reyes Herrera.

Actualmente trabajo en el Laboratorio Europeo de Radiación de Sincrotrón (ESRF por sus siglas en inglés) [2], en Grenoble, Francia. En el 2018 inicié una estancia postdoctoral de dos años, a través del apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), en una de las “líneas del haz” que se conoce como ID21 [3]. Ahora, estoy como empleado temporal en el grupo de análisis avanzado dentro de la unidad de precisión de la sección de instrumentación de servicios y desarrollo del ESRF.

¿Puedes contarnos sobre tu instituto y tu tema de investigación?

EL ESRF es un centro de investigación integrado por 22 naciones europeas, la cual produce una de las fuentes de **RS** con mayor intensidad en el mundo. Los rayos X producidos aquí son 100 mil millones de veces más brillantes que los que se utilizan en los hospitales. Estos rayos X, que poseen propiedades particulares, los cuales son producidos por electrones de alta energía (6 GeV) que circulan en un anillo de acumulación de 844 metros de circunferencia.



Figura 2. Una imagen panorámica del ESRF, el cual esta situado entre los ríos l'Isère y le Drac, en Grenoble, Francia.

Cada año la demanda de estos rayos X incrementa. Casi más de 9000 investigadores, que son llamados usuarios, provenientes de todas partes del mundo llegan al ESRF para realizar sus experimentos en las líneas del haz. Estas líneas están equipadas con lo último en instrumentación y operan las 24 horas del día los siete días de la semana

Mis temas de investigación son diversos, pero generalmente están relacionados con la interacción de radiación con la materia. Desde la maestría he usado aceleradores de partículas como fuentes para realizar análisis con rayos X, es por eso que tengo un gran interés en los aceleradores de partículas y sus aplicaciones. Recientemente, como miembro en ID21, utilicé la microscopía de rayos X, mediante el mapeo de compuestos químicos de muestras, para la investigación en ciencias ambientales, biológicas, entre otras.

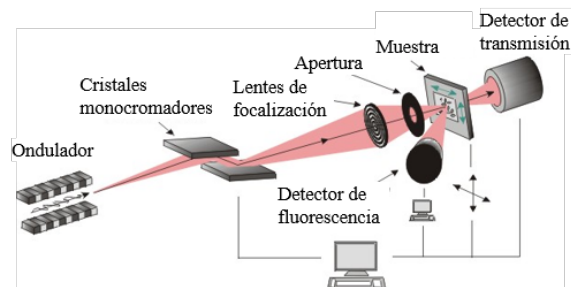


Figura 3. Arreglo de microscopia de rayos X (ID21, ESRF).

En paralelo, he estado trabajando en fuentes **RS** y en óptica de rayos X (XRO, por sus siglas en inglés), elementos fundamentales de las líneas de haz. En miras de la optimización del haz de fotones, para las líneas actuales y futuras del ESRF, desarrollo simulaciones de XRO, la cual es mi actividad principal en mi presente contrato con el ESRF.

¿Por qué elegiste este tema de investigación?

En cuanto a mi presente posición en el ESRF, honestamente, cómo la mayoría de las cosas en la vida, terminé trabajando en XRO por casualidad. De manera breve, mi primer acercamiento con XRO ocurrió cuando realicé una estancia en ALBA. De manera fortuita, tuve la oportunidad de trabajar allí y decidí aprender más acerca de fuentes de **RS** para contribuir con el proyecto de construir una la luz de **RS** en México, el cual estaba en desarrollo en aquel tiempo (2013) [4].

Tiempo después a mi llegada al ESRF, se tenía el plan de remodelar la ya mencionada línea ID21; por lo que además del proyecto de investigación principal del posdoctorado con CONACYT, volví a involucrarme en simulaciones del transporte del haz de fotones en una línea de sincrotrón. Fue así que seguí aprendiendo sobre el tema al trabajar codo a codo con muchos de los expertos de **RS** y XRO en el mundo. De tal manera que, sin planearlo, ahora estoy dedicado de tiempo completo en estas áreas.

Actualmente, ¿Cuál es el mayor reto que has encontrado en tu trabajo?

En diciembre del 2019 empezó la comisión de un nuevo anillo de acumulación llamado Extremely Brilliant Source (EBS). Este acelerador está basado en un arreglo particular de la óptica de haz desarrollada en ESRF, y que se conoce en inglés como: hybrid multi-bend achromat (HMBA) [5]. Debido a estas mejoras, el ESRF se ha convertido en la primera fuente **RS** de cuarta generación de alta energía. Esto permitirá incrementar el desempeño de los rayos X de ESRF hasta dos órdenes de magnitud.

En estos momentos, la implementación de nuevas líneas de haz al EBS y sus mejoras requieren un gran esfuerzo en las simulaciones para poder anticipar y remediar potenciales problemas en el transporte del haz. Es necesario revisar el desempeño de todos los elementos ópticos que manejan alta potencia, asegurarse de que trabajen en condiciones óptimas, así como comparar su desempeño con el de las previas fuentes. La optimización de la óptica requiere simulaciones detalladas de todos los efectos que puedan limitar su desempeño. Existe un esfuerzo continuo para incluir deformaciones de la óptica debido a la energía depositada en ellas por el haz, la cual muy probablemente será mucho mayor debido al incremento de los flujos de fotones en el EBS: por lo que las simulaciones deben incluir estos efectos estimados por los modelos de ingeniería. Es importante mencionar que existe una restricción en el tiempo para llevar a cabo estas tareas, debido a las fechas de apertura de operaciones para la comunidad de usuarios.

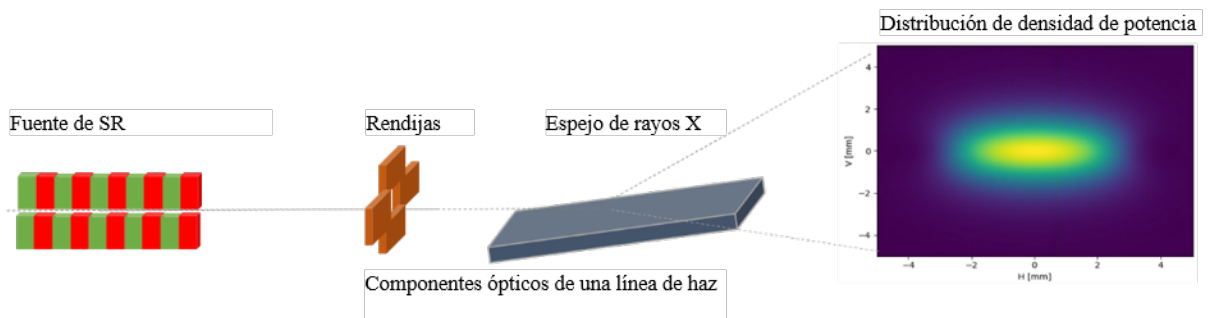


Figura 4. Ejemplo de una simulación de SR y XRO para investigar la energía depositada en uno de los componentes.

¿Cuál piensas que sea el futuro de tu área de investigación?

Hoy se cuenta con una gran variedad de códigos de simulación que permiten realizar cálculos de XRO con mayor precisión, esto ha probado ser una herramienta muy eficaz para el desarrollo de la óptica para los actuales y futuros anillos de acumulación [6]. Sin embargo, todavía muchas de estos nuevos modelos computacionales están en desarrollo, por ejemplo, para simular el efecto de la coherencia parcial en las fuentes de **RS**. Para esto, se requiere poder reducir la complejidad de la metodología, la cual normalmente requiere de mucho poder de cómputo y cuyos cálculos consumen grandes cantidades de tiempo.

Referencias

- [1] H. C. Pollock, *Am. J. Phys.*, 51(3), 278 (1983).
- [2] ESRF página principal: <https://www.esrf.eu/>.
- [3] ID21: <http://www.esrf.fr/UsersAndScience/Experiments/XNP/ID21>
- [4] Juan Reyes-Herrera, *Hard X-ray Sources for the Mexican Synchrotron Project*, J. Phys.: Conf. Ser. **761** 012006 (2016).
- [5] P. Raimondi, *Hybrid multi bend achromat: From SuperB to EBS*, Proc. of IPAC'17, paper THPPA3, 3670.
- [6] Manuel Sanchez del Río et al., *A hierarchical approach for modeling X-ray beamlines. Application to a coherent beamline*, J. Synchrotron Rad. **26** (2019) 1887-1901.