

LACCEI'S Scientific Observatory (2015-2025)

Walter Nizama¹; Fernando Zorto²; María Larrondo-Petrie³ ; José Texier⁴; Leober Carrión⁵

¹Universidad Privada del Norte, Perú, n00309169@upn.pe

²Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, fernando.zorto@unah.edu.hn

³Florida Atlantic University, USA, petrie@fau.edu

⁴ LACCEI, USA, texier@laccei.org

⁵Universidad Central del Este, Republica Dominicana, lebrcs@gmail.com

Abstract— *The Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI) is a non-profit organization dedicated to facilitating global collaboration on science, technology, and innovation (STI) issues. To support this mission and the strategic decision-making of its members, the LACCEI Scientific Observatory (OC-LACCEI) was implemented. Higher Education Observatories (HEOs) are recognized as expert entities dedicated to grouping specialized information on a specific area. A more pragmatic definition conceives them as strategic organizations for designing, integrating, and producing information, indicators, and studies on research, development, and innovation (R&D&I) activity under international standards and methodologies. The OC-LACCEI acts as a dynamizing entity that transforms large volumes of heterogeneous data into actionable intelligence. Its robust methodology integrates advanced tools such as: Collaboration Network Analysis (CNA) to map synergies and detect knowledge hubs. Technology Readiness Level (TRL) Assessment (covering TRL 1 up to TRL 9) to evaluate the real potential for innovation and knowledge transfer. Patent Mining to detect and analyze technological frontier trends and emerging intellectual property. The results are presented and exploited through key modules, such as Profile by Universities and Advanced Scientific Search. The OC-LACCEI is thus established as a crucial support for strengthening engineering research in the Americas.*

Keywords-- *Scientific Observatories, STI, Scient metrics, TRL, LACCEI.*

Observatorio científico LACCEI 2015-2025

Walter Nizama¹; Fernando Zorto²; María Larrondo-Petrie³; José Texier⁴; Leober Carrión⁵

¹Universidad Privada del Norte, Perú, n00309169@upn.pe

²Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, fernando.zorto@unah.edu.hn

³Florida Atlantic University, USA, petrie@fau.edu

⁴LACCEI, USA, texier@laccei.org

⁵Universidad Central del Este, República Dominicana, lebrcs@gmail.com

Resumen— *El Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Instituciones de Ingeniería (LACCEI) es una organización sin fines de lucro dedicada a facilitar la colaboración global en temas de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Para apoyar esta misión y la toma de decisiones estratégicas de sus miembros, se implementó el Observatorio Científico LACCEI (OC-LACCEI).*

Los observatorios de Educación Superior (OES) son reconocidos como entidades expertas que diseñan y producen información e indicadores sobre la actividad de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) bajo metodologías internacionales. El OC-LACCEI actúa como un ente dinamizador que transforma grandes volúmenes de datos heterogéneos en inteligencia accionable.

Su metodología robusta integra herramientas avanzadas como el Análisis de Redes de Colaboración (ARC) para mapear sinergias y detectar hubs de conocimiento, la Evaluación de Niveles de Madurez Tecnológica (TRL) (cubriendo desde TRL 1 hasta TRL 9) para valorar el potencial de innovación, y la Minería de Patentes para identificar tendencias de frontera tecnológica. Los resultados se visualizan a través de módulos clave, como el Perfil por Universidades y la Búsqueda Científica Avanzada. El OC-LACCEI se establece, así como un soporte crucial para fortalecer la investigación en ingeniería en las Américas.

Palabras clave— *Observatorios científicos, CTI, Cienciometría, TRL, LACCEI.*

I. INTRODUCCIÓN

Los observatorios de Educación superior (OES) son reconocidos como entidades expertas dedicadas a agrupar información especializada sobre un ámbito en especial[1]. Una definición algo más pragmática, los concibe como organizaciones estratégicas para diseñar, integrar y producir información, indicadores y estudios sobre la actividad de investigación, desarrollo e innovación(I+D+i) bajo los estándares y metodologías internacionales[2].

Además de la producción datos, una función de un observatorio es ser un punto de encuentro para que investigadores y académicos expertos. Esta interacción facilita la construcción de una comunidad de conocimiento alrededor de la información generada[3]. En otras instancias, los OES actúan como herramientas para la toma de decisiones en temas sensibles y

estratégicos de la sociedad, siendo la ciencia y la tecnología un caso importante [4].

Según [5] existe diferentes tipos de OES, entre las cuales se pueden clasificar basados en su origen: 1) Observatorios académicos, 2) Observatorio públicos, 3) Observatorios Internacionales, 4) Observatorios Ciudadanos.

No obstante, otros autores consideran otras tipologías asociadas al campo de conocimiento, como ser: 1) Observatorios Sociales, 2) Observatorios Científicos, 3) Observatorios Urbanos, 4) Observatorios Astronómicos.

Sin embargo, existen otros que los mencionan para la visualización de indicadores ligados a la CTI, así como lo es el Observatorio de Ciencias y Tecnológica de Colombia cuya función es determinar....

El *Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Instituciones de Ingeniería (LACCEI)*, siendo una organización sin fines de lucro cuya misión es facilitar y promover la colaboración global en temas de ciencias, tecnología e innovación vinculando América Latina y el caribe con el resto del mundo[6].

Para cumplir con esta misión, es imperativo que LACCEI cuente con un espacio donde se recolecte, analice, divulgue información estratégica para la toma de decisiones en temas específicos de CTI de sus miembros[7]. Esto se concibe como una estrategia para posicionar tecnologías, impulsar colaboraciones científicas, facilitar las transferencias de conocimiento con individuos, grupos, centros, institutos u universidades con capacidades superiores o complementarias para abordar una temática específica.

Para tal fin, LACCEI ha desarrollado el índice de Capacidades propio. Este índice permite analizar diversos indicadores para definir el potencial de madurez que tiene una o varias universidades al respecto. Este índice ha sido aplicado exitosamente en dos estudios clave:

1. El análisis de capacidades de universidades centroamericanas miembros para la implementación de una industria de semiconductores en la región[8].
2. Un análisis posterior para comprender como la vinculación de la investigación en las Universidades del

eje café de Colombia con las necesidades productivas de dicho eje[9].

En la Fig. 1, se muestra el Modelo de análisis de información de LACCEI se basa en los datos científicos de sus miembros, y utiliza el índice de capacidades y el modelo de madurez para generar interpretaciones de la realidad.

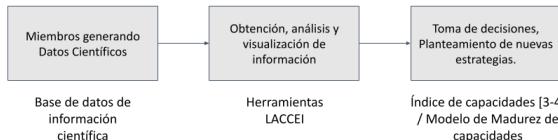


Fig. 1 Modelo de análisis de información de LACCEI

Por tal sentido, es necesario que exista una entidad dentro de LACCEI que permita encontrar individuos expertos para analizar fenómenos enfrentan los miembros de LACCEI, lo que se traduce en una mejor toma de decisiones. Por tal motivo, el artículo tiene como objetivo el implementar un observatorio científico que sirva como un ente que dinamice la recolección, análisis y manejo de información para lograr mejorar la toma de decisiones de LACCEI en temas de CTI.

II. METODOLOGÍA

Se obtuvieron los nombres de los miembros activos de LACCEI para generar búsqueda de información en las diferentes bases de datos a utilizar en el OC-LACCEI. El total de universidad utilizadas fueron XX. Las bases de datos a utilizar fueron OpenAlex, LACCEI Proceedings y la Oficina Europea de Patentes.

En el caso de OpenAlex, es utilizada para acceder a información de artículos científicos desarrollado por todas las instituciones que desarrollan investigación a nivel mundial, en tal caso todas estas entidades se encuentran dentro de la información generada por Open Alex. Así mismo, LACCEI es un productor de información por medio de su multiconferencia anual y la conferencia sobre Emprendimiento, Innovación y desarrollo Regional LEIRD[©] 2025.

En el OC-LACCEI, se planteó una arquitectura de desarrollo, en la cual, se plantearán cinco requerimientos básicos: 1) Análisis de producción científica, clustering y redes colaborativas avanzadas, 2) Perfiles científicos de los miembros de LACCEI por área temática, 3) Normalización de la información generadas por las multiconferencia de LACCEI, 4) Definir la madurez tecnológica de los proyectos de investigación e innovación de los miembros, y 5) desarrollo de minería de patentes para la validación y exploración de panoramas tecnológicos dentro y fuera de la región.

Se utilizó el lenguaje de programación Python para la implementación del backend en un entorno de Streamlit, HTML / CSS para la visualización del FrontEnd, y finalmente se desarrollo una base de datos para registro de usuarios por medio de MySQL.

III. RESULTADOS

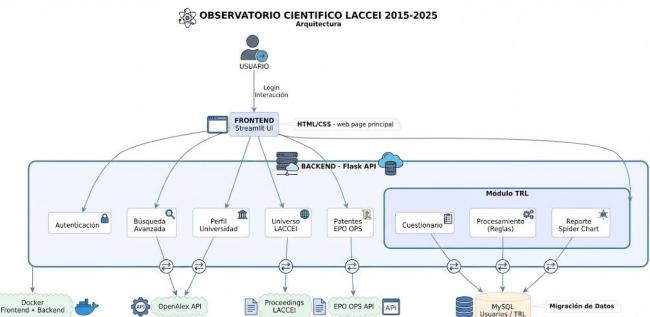


Fig. 2 Arquitectura del OC-LACCEI

La arquitectura del OC-LACCEI está definida por cinco módulos diferentes, los cuales, se acceden por medio del FrontEnd basado en HTML/CSS y Stremlit UI. Con base al FrontEnd, se utiliza un BackEnd implementando Flask API. Permitiendo desarollo los siguientes módulos: a) Perfil de universidad, b) Búsqueda avanzada, c) Universo LACCEI, d) Patentes EPO/OPS, y finalmente e) TRL. Esto se puede observar en la **Fig. 2**.

A. Perfil de Universidad y Búsqueda Avanzada.

Estos dos módulos se han utilizado la API de OpenAlex para la búsqueda de la información de los miembros consultados. En la fig. 3 se puede observar los gráficos brindados por el OC-LACCEI para el módulo de perfil de universidad.

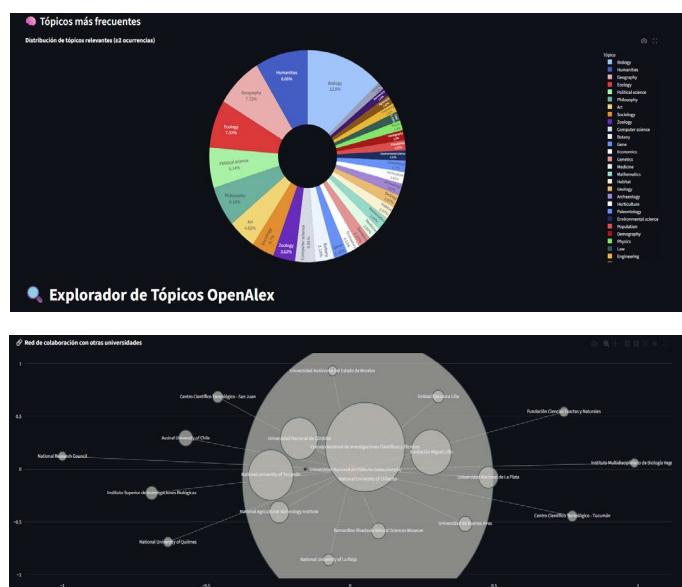


Fig.3. Perfil por universidades.

Dentro del módulo se presenta información detallada sobre cada universidad relacionada con la producción de conocimiento científico indexado. Se incluyen indicadores como la cantidad de artículos científicos y el número de citas generadas entre los años 2010 y 2024. Asimismo, se muestra la dis-

tribución por tipo de documentos registrados por cada institución, lo cual permite identificar los medios de publicación más utilizados por sus investigadores.

El módulo también incorpora una visualización de la red de colaboración, que facilita comprender las conexiones científicas tanto a nivel nacional como internacional.

Por otro lado, el módulo de búsqueda avanzada tiene como propósito apoyar procesos de vigilancia científica en temas de interés estratégico, brindando información clave para la toma de decisiones. Este módulo permite analizar redes y clústeres de conocimiento, identificar las instituciones más relevantes en un campo específico y visualizar la red global de colaboración existente sobre dicho tema. En la Figura 4 se muestran las imágenes generadas a partir de estas funcionalidades

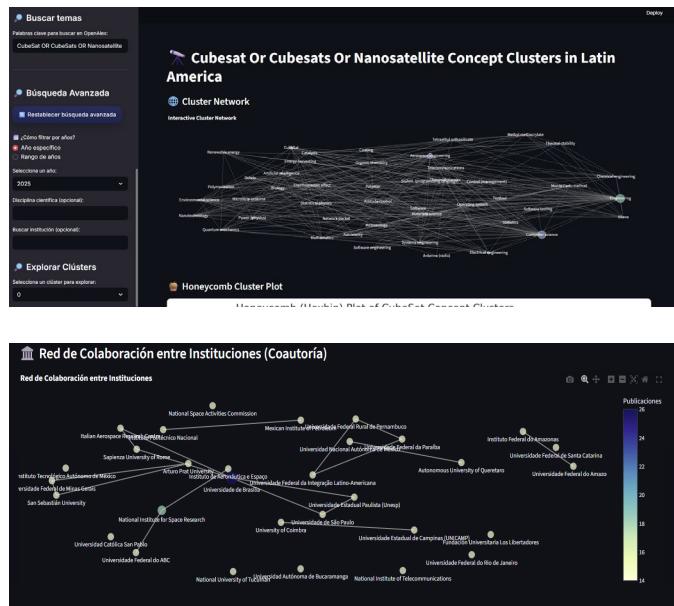


Fig. 4. Diagrama de Clustering y Redes de colaboración del módulo de búsqueda avanzada.

B. Universo LACCEI.

El módulo de universo LACCEI permite visualizar la información generada por toda la organización desde el año 2015 al 2025. Esto permite que los usuarios puedan analizar los diferentes artículos generados en los multiconferencias. Se pueden identificar las tendencias temáticas, autores e instituciones con mayor número de aportes.

Asimismo, la plataforma permite que los usuarios puedan verificar por año, por evento, por tipo de contribución, y la cantidad de ítems mostrados. La base de datos utilizada para este módulo son los sitios web de LACCEI.



Fig. 5. Universo LACCEI

B. Patentes EPO/OPS.



El módulo de visualización de patentes permite identificar y analizar la producción tecnológica registrada por cada universidad. Los usuarios pueden observar el número de patentes solicitadas y concedidas, las áreas tecnológicas más relevantes según los códigos CPC, y las tendencias de innovación institucional. Esta herramienta facilita comprender la capacidad de desarrollo tecnológico de cada universidad y compararla con otras instituciones dentro del ecosistema regional e internacional.

La función de búsqueda avanzada de patentes está orientada a la minería de información tecnológica, permitiendo explorar tendencias, identificar oportunidades de innovación y reconocer actores clave en un campo específico. A través de filtros por palabras clave, códigos CPC, inventores, instituciones o fechas, los usuarios pueden obtener un panorama detallado del estado del arte y los desarrollos emergentes. Esta herramienta es fundamental para apoyar procesos de vigilancia tecnológica, diseño de estrategias de I+D y toma de decisiones informadas en proyectos de innovación.

C. TRL.

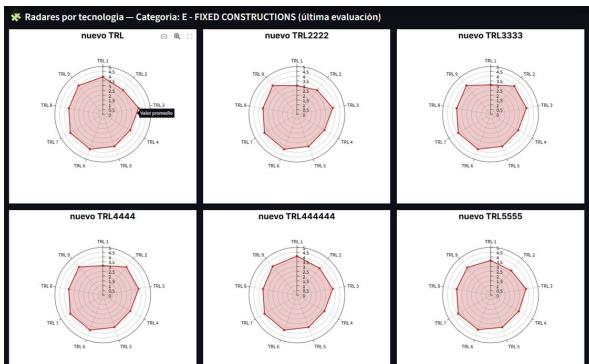


Fig. 6 Registro y evaluación de TRL de miembros

En la fig.6, Se observa que el módulo genera diversas gráficas de TRL a partir de la información proporcionada por los usuarios mediante una encuesta integrada en la plataforma. Esta funcionalidad permite evaluar de manera sistemática el nivel de madurez tecnológica de cada proyecto, siguiendo la metodología establecida por el modelo de *Technology Readiness Levels*.

Las gráficas resultantes ofrecen una visualización clara del estado actual de los desarrollos tecnológicos, permitiendo identificar brechas, fortalezas y áreas que requieren inversión o validación adicional. Además, el módulo facilita el análisis comparativo entre proyectos, unidades académicas o instituciones, brindando a los tomadores de decisiones una herramienta eficiente para planificar estrategias de investigación, priorizar iniciativas y monitorear el avance hacia niveles superiores de madurez tecnológica.

V. DISCUSIÓN

El Observatorio Científico LACCEI (OC-LACCEI) se establece como una herramienta altamente efectiva gracias a su arquitectura metodológica robusta y multifacética. Esta estructura ha sido diseñada específicamente para garantizar la transformación efectiva de grandes volúmenes de datos heterogéneos en inteligencia accionable, yendo mucho más allá del simple almacenamiento al implementar un despliegue de técnicas avanzadas de análisis de información científica y tecnológica.

Central a esta metodología es el Análisis de Redes de Colaboración (ARC), una técnica fundamental que permite mapear y visualizar las sinergias y estructuras relacionales entre investigadores, grupos de investigación e instituciones dentro del consorcio LACCEI. Mediante el ARC, es posible identificar rápidamente a los actores centrales (*hubs* de conocimiento), detectar brechas de conexión y localizar las áreas geográficas o temáticas con el mayor potencial para establecer colaboración futura y alianzas estratégicas.

Así mismo, la Evaluación de los Niveles de Madurez Tecnológica (TRL - *Technology Readiness Levels*) proporciona un marco estandarizado para valorar el potencial real de

innovación y la capacidad de transferencia de conocimiento de los proyectos de investigación. Al clasificar los resultados según su grado de madurez —desde la investigación básica (TRL 1) hasta el sistema probado en entorno operativo (TRL 9), el OC-LACCEI facilita la decisión de inversión y la articulación fluida entre el mundo académico y el sector productivo.

Complementando lo anterior, la Minería de Patentes permite al observatorio detectar y analizar tendencias de frontera tecnológica, así como la propiedad intelectual (PI) emergente en áreas clave de la ingeniería. Mediante el procesamiento de esta información, el sistema es capaz de identificar tecnologías disruptivas, analizar la actividad de competidores globales y guiar a los miembros hacia campos de investigación con alto potencial de mercado.

Esta sofisticada combinación de herramientas es lo que permite al OC-LACCEI convertir la información científica y académica heterogénea, proveniente de las más de 200 instituciones miembros de LACCEI, en una inteligencia accionable y diferenciada

Los resultados generados por esta arquitectura metodológica se presentan y explotan a través de módulos clave que validan la capacidad estratégica del sistema para identificar la capacidad de producción científica de los miembros: a) Perfil por Universidades, y b) Búsqueda avanzada.

En el caso del módulo Perfil por Universidades proporciona un panorama integral y detallado de las capacidades de investigación, las redes de colaboración activas y el *output* de innovación de cada institución miembro. Esto no se limita a la visualización de datos, sino que se convierte en una herramienta de *benchmarking* esencial para guiar las políticas internas de desarrollo académico.

Por su parte, la Búsqueda Científica Avanzada permite consultas complejas que cruzan autores, temas, tendencias TRL y geografía. Su función es crucial para identificar rápidamente expertos y *know-how* específico, facilitando directamente la toma de decisiones estratégicas sobre nuevas colaboraciones, programas académicos especializados o la adquisición de tecnologías.

VI. CONCLUSIONES

El diseño metodológico y la arquitectura del Observatorio Científico LACCEI (OC-LACCEI) han sido presentados exitosamente, demostrando su robustez. Este observatorio es una herramienta fundamental, ya que integra diversas fuentes de datos heterogéneos con el propósito de generar inteligencia científica relevante para la región.

En términos de impacto, su plataforma tecnológica se posiciona como un soporte crucial para la toma de decisiones estratégicas entre todos los miembros de LACCEI. Con ello, el OC-LACCEI fortalece activamente la investigación, la innovación y la educación en ingeniería dentro de las Américas. Finalmente, se ha validado la capacidad del sistema para realizar un seguimiento eficaz de los fenómenos clave en la educación superior en el continente, lo que subraya su valor estratégico.

Como trabajo futuro, se recomienda la expansión de las fuentes de datos del OC-LACCEI para incluir métricas de impacto social y económico de la investigación, enriqueciendo así la inteligencia generada. Asimismo, se sugiere la integración de modelos predictivos basados en *Machine Learning* para anticipar tendencias de investigación y brechas de capacidades tecnológicas en la región. Esto permitiría a LACCEI y sus miembros tomar decisiones proactivas y no solo reactivas ante los fenómenos de la CTI.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Se agradece LACCEI por el apoyo brindado en todas las etapas del proyecto.

REFERENCES

- [1] E. J. Zárate Mejía, “Los Observatorios y la Coordinación Universitaria de Observatorios,” *UVserva*, no. 3, 2018, doi: 10.25009/uvs.v0i3.2535.
- [2] I. De la Vega, “Tipología de Observatorios de Ciencia y Tecnología. Los casos de América Latina y Europa,” *Rev. Española Doc. Científica*, vol. 30, no. 4, pp. 545–552, 2007, doi: 10.3989/redc.2007.v30.i4.404.
- [3] N. Angulo, “¿Qué son los observatorios y cuáles son sus funciones?,” *Innovación Educ.*, vol. 9, no. 47, pp. 5–17, 2009.
- [4] M. Moreno-Espino, A. Rosete-Suárez, A. Carrasco-Bustamante, Y. Hadfeg Fernández, and M. D. Delgado-Dapena, “Un Observatorio Tecnológico proactivo a partir del Modelado Social,” *Ciencias la Inf.*, vol. 45, no. 1, pp. 31–42, 2014.
- [5] O. coordinadores Natal, Alejandro y Díaz, *Observatorios Ciudadanos: nuevas formas de participación de la sociedad*, vol. 53, no. 9. 2013.
- [6] LACCEI, “Laccei Mission,” 2025. www.laccei.org
- [7] J. Texier, A. Riba, and J. Zambrano, “Normalización de los LACCEI Proceedings a través de un proceso ETL,” *Proc. LACCEI Int. Multi-conference Eng. Educ. Technol.*, vol. 2017-July, no. July, pp. 1–5, 2017, doi: 10.18687/LACCEI2017.1.1.166.
- [8] F. Zorto, J. Texier, M. Larrondo-Petrie, and R. Hausmann, “Semiconductor and Chip Capability Index to Transform Engineering Education,” in *2025 ASEE Annual Conference & Exposition*, 2025, p. 70. doi: 10.18260/1-2--57642.
- [9] L. Morris *et al.*, “University Capabilities for Innovation and Technology Transfer in the Coffee Sector: An Evaluation Index for Colombia’s Coffee Axis,” in *23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 2025, pp. 1–26. doi: 10.18687/LACCEI2025.1.1.2440.