

## **ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN EN CARRERAS DE INGENIERÍA A TRAVÉS DE REPOSITARIOS SEMÁNTICOS: UNA APLICACIÓN PRÁCTICA.**

Luis Muñoz Jaramillo, Universidad de Los Lagos, luis.munoz@ulagos.cl

Fernando Rodolfo Lemarie Oyarzún, Universidad de Los Lagos, rlemarie@ulagos.cl

Mirna Brauning Wistuba, Universidad de Los Lagos, mbrauning@ulagos.cl

### **RESUMEN**

Este trabajo presenta un prototipo que utiliza la Web Semántica para facilitar el acceso a la información científica, especialmente en ingenierías. Mediante repositorios ontológicos y prototipado incremental, se ha desarrollado una herramienta que permite a estudiantes y académicos encontrar recursos más rápido y de manera precisa, optimizando la búsqueda de información y fomentando la colaboración académica.

La investigación muestra que la web semántica mejora la gestión de la información académica e institucional. Utilizando repositorios ontológicos y retroalimentación continua, se creó el Mapa de Capacidades para visualizar grupos de investigación e identificar áreas de interés común. Los hallazgos demuestran mejoras en la sistematización y gestión de la información, fomentan la colaboración interdisciplinaria y proporcionan acceso a datos centralizados y actualizados. Estos beneficios son cruciales para la acreditación institucional por la CNA, aumentando la visibilidad de la producción científica y facilitando su aplicación en la docencia. Se proyecta expandir la interoperabilidad con otros sistemas, mejorando la organización de la información y fomentando nuevas colaboraciones entre instituciones. Estos posicionan a la Universidad de Los Lagos en investigación e innovación, promoviendo el desarrollo tecnológico y académico en la región.

**PALABRAS CLAVES:** Web semántica, Aseguramiento de la Calidad, Gestión de la investigación institucional

### **INTRODUCCIÓN**

En Chile, desde 2006, la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) es el ente responsable del aseguramiento de la calidad en la educación superior (MINEDUC, 2024). Aborda temas como la desregulación y la expansión incontrolada (Pitta, 2014) y proporciona un sistema de evaluación experto (Labraña & Mariñez, 2021), crucial para garantizar la calidad en la enseñanza superior (Letelier & Carrasco, 2004), para estudiantes de pre y postgrado (Cancino & Schmal, 2014). Contribuye a establecer procedimientos permanentes de garantía de calidad, mejorando procesos internos (Espinoza & González, 2013), fortaleciendo las administraciones universitarias y elevando los estándares de productividad del profesorado, promoviendo la internacionalización y el trabajo multidisciplinar (Celis & Véliz, 2020).

Desde octubre de 2023, la Ley 20.129 está en vigor, reflejando la evolución en el entorno educativo y las demandas de calidad, se diferencia de las anteriores en varios aspectos (CNA, 2023): a) la acreditación institucional ahora incluye nuevas dimensiones evaluativas y un enfoque más integral, considerando tanto procesos como resultados, así como la calidad del entorno educativo, infraestructura y bienestar estudiantil; b) es obligatoria, afectando el acceso a financiamiento y becas; c) enfatiza la investigación científica y la vinculación con el medio, incluyendo la transferencia de conocimiento e innovación; d) busca mayor comparabilidad y competitividad global, alineándose con directrices del Ministerio de Educación y estándares internacionales; e) fomenta sistemas internos de aseguramiento de calidad, promoviendo una cultura de mejora continua; f) busca la integración de herramientas tecnológicas en la gestión educativa, administrativa y financiera.

En este contexto, la Dirección de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Los Lagos aprobó el proyecto de ciencia aplicada, "*La Transformación Digital como Oportunidad de Mejora Continua del Aseguramiento de la Calidad en Instituciones de Educación Superior*". Este proyecto adaptó la plataforma web semántica VIVO para sistematizar el almacenamiento y gestión de la producción científica dentro de la Universidad, mediante un trabajo colaborativo entre Biblioteca, Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, Dirección de Aseguramiento de la Calidad y Dirección de Informática y Nuevas Tecnologías.

VIVO es una aplicación web semántica de código abierto y un editor de ontologías (OWL por sus siglas en inglés, Ontology Web Language), desarrollado originalmente en la Universidad de Cornell. Su enfoque se centra en los conceptos de Conectar, Descubrir y Compartir. Utiliza el Marco de Descripción de Recursos (RDF, Resource Description Framework) y soporta navegación personalizable. RDF, una familia de especificaciones del W3C, sirve como modelo de datos que incluye metadatos, permitiendo expresar el conocimiento en un entorno descentralizado mediante tripletas, formadas por sujeto-predicado-objeto. Este es el fundamento de la Web Semántica, donde las aplicaciones utilizan información estructurada distribuida por toda la web (Menor, 2024).

La Web Semántica es una evolución de la web tradicional, organizada por significado en lugar de contenido, para crear un entorno más inteligente y estructurado en Internet (Mora et al., 2015). Utiliza tecnologías como ontologías, metadatos y lógica descriptiva para mejorar la gestión, el intercambio y la recuperación de información (Sandoval, 2007). Este paradigma permite consultas automatizadas tanto por humanos como por sistemas informáticos, mejorando la interoperabilidad y permitiendo búsquedas de información más eficientes y precisas (Mora et al., 2015; Sandoval, 2007). Su buscador semántico, devuelve resultados basados en conexiones entre múltiples fuentes mediante el uso de tecnologías semánticas y estándares globales abiertos, facilitando la visualización, informes y análisis del trabajo académico (VIVO, 2024).

Caro Fierros, Menéndez Domínguez y Castellanos Bolaños (2016) exploran el uso de bases de datos semánticas, destacando cómo estas permiten una recuperación de información más eficiente y precisa mediante tecnologías de la web semántica y ontologías. Este enfoque es fundamental para gestionar grandes volúmenes de datos en diferentes disciplinas.

En bibliotecología y archivología, se ha analizado la aplicabilidad de la web semántica para mejorar la gestión de la información en repositorios institucionales (Programa de Maestría en Bibliotecología y Archivología, 2021). Este estudio se centra en la organización, búsqueda y recuperación eficiente de información mediante tecnologías semánticas.

Gálvez et al. (2016) presentan un estudio preliminar sobre el desarrollo de una herramienta de búsqueda en repositorios académicos, enfocado en mejorar la accesibilidad y recuperación de información académica mediante técnicas avanzadas de búsqueda y tecnologías semánticas. Abreo Rojas y Padilla Castro (2012) desarrollan un prototipo para la recuperación semántica de información de proyectos de grado en ingeniería de sistemas, utilizando un repositorio ontológico como base. Este prototipo pretende mejorar la precisión y eficiencia en la recuperación de información relevante para proyectos de grado, proporcionando un modelo aplicable en contextos académicos similares.

Sandobal Verón, Ale y Gutiérrez (2015) introducen DCOntoRep, una herramienta diseñada para facilitar la interoperabilidad semántica entre repositorios institucionales de acceso abierto. Este trabajo destaca la importancia de la integración y el intercambio de información entre distintos repositorios mediante tecnologías semánticas, mejorando así la accesibilidad y usabilidad de la información disponible.

Zachman et al. (2015) investigan la interoperabilidad semántica de la producción científica en repositorios académicos. Este estudio analiza cómo las tecnologías semánticas pueden mejorar la gestión, búsqueda y recuperación de información científica en múltiples repositorios académicos, promoviendo un intercambio más eficiente y efectivo de conocimiento científico.

Las tecnologías semánticas y ontológicas pueden mejorar la gestión, búsqueda y recuperación de información en repositorios académicos e institucionales. Los estudios abarcan desde el desarrollo de prototipos y herramientas de búsqueda hasta la interoperabilidad entre repositorios de acceso abierto, destacando la eficiencia y precisión que estas tecnologías aportan al manejo de grandes volúmenes de datos académicos. En conjunto, demuestran el potencial de la web semántica para transformar la gestión de información en entornos académicos y de investigación. Para nuestro desarrollo, la elección de VIVO se basó en su cumplimiento con normas abiertas y su compatibilidad con la estructura informática institucional.

## DESARROLLO

Dado que el objetivo de la web semántica es analizar y optimizar la gestión, búsqueda y recuperación de información académica utilizando las plataformas VIVO Biblioteca Kimelfe de la Universidad de Los Lagos y del Instituto Interuniversitario de Investigación Educativa (IESED), se estableció una metodología de desarrollo estructurada en cinco fases: revisión de la literatura, diseño del sistema, implementación, prototipado y evaluación.

En la revisión de la literatura, se realiza un análisis exhaustivo de estudios previos sobre la implementación de tecnologías semánticas y ontológicas en repositorios académicos. Se estudian trabajos que abordan la recuperación de información, interoperabilidad semántica y herramientas de búsqueda avanzada, estableciendo un marco teórico sólido.

El diseño del sistema se basa en las capacidades de las plataformas VIVO Biblioteca Kimelfe y IESED, así como en el Mapa de Capacidades de la Universidad de Los Lagos. Esto incluye el modelado ontológico, la integración de datos y el desarrollo de interfaces de usuario intuitivas.

La implementación técnica del sistema incluye la configuración de la plataforma VIVO, la carga de datos utilizando herramientas de ETL (Extract, Transform, Load) y el desarrollo de módulos de búsqueda semántica.

Se desarrolla un prototipo del sistema siguiendo un modelo incremental y iterativo. La versión alfa incluye funcionalidades básicas, la versión beta integra mejoras basadas en el feedback de la versión alfa y la versión final incorpora todas las funcionalidades definidas y ha sido depurada mediante pruebas exhaustivas.

La evaluación del sistema se realiza mediante pruebas de usabilidad, medición de desempeño y encuestas y entrevistas a los usuarios finales para identificar áreas de mejora y validar la satisfacción general con el sistema. Se realiza un análisis cuantitativo y cualitativo de los datos recopilados durante la evaluación para identificar fortalezas y debilidades del sistema implementado, así como oportunidades para futuras mejoras y desarrollos. En las conclusiones se destacan los logros alcanzados y su impacto en la gestión de la información académica. Además, se ofrecen recomendaciones para la optimización continua del sistema y propuestas para investigaciones futuras.

Este marco metodológico proporciona una guía estructurada para llevar a cabo un estudio exhaustivo y riguroso utilizando las plataformas VIVO Biblioteca Kimelfe y IESED, y el Mapa de Capacidades, asegurando un enfoque sistemático y bien fundamentado. El prototipado iterativo garantiza que el sistema evolucione de acuerdo con las necesidades de los usuarios y los objetivos del proyecto, resultando en una herramienta eficaz y eficiente para la gestión de información académica.

## RESULTADOS

El modelo de propiedades de los objetos de ontología para VIVO, aplicado en las plataformas Kimelfe y Vivo IESED, ofrece varios beneficios significativos y revela tendencias clave.

El Sistema Kimelfe, se creó para estandarizar y automatizar la gestión de perfiles de investigadores y sus actividades. Aquí, el Mapa de Capacidades de la Universidad de Los Lagos se utiliza como una herramienta clave para visualizar y conectar áreas de investigación y grupos



gestionado datos de 249 organizaciones, creando una visión unificada de la información académica. Esto sugiere una tendencia hacia la consolidación de datos académicos de múltiples fuentes en plataformas unificadas.



Figura N° 2. Página institucional de bienvenida a KIMELFE (VIVO Biblioteca).  
 Fuente: <https://investigadores.ulagos.cl> (2024)

KIMELFE	
<b>PERSONAS</b>	
MIEMBROS DE UNIDAD ACADÉMICA	239
ESTUDIANTE GRADUADO	1
MIEMBRO NO ACADÉMICO	3
<b>TOTAL CLASE PERSONAS</b>	<b>243</b>
<b>INVESTIGACIONES</b>	
ARTICULO ACADÉMICO	1813
LIBROS	25
CAPITULOS DE LIBROS	24
DOCUMENTOS DE CONFERENCIA	14
SUBVENCION	52
REVISTAS	853
TESIS	2
VIDEOS	1
SITIO WEB	2
CONCEPTOS (Áreas de Investigación)	118
<b>TOTAL CLASE INVESTIGACIONES</b>	<b>2904</b>
<b>ORGANIZACIONES</b>	
DEPARTAMENTO ACADÉMICO	12
CENTRO	2
AGENCIA GUBERNAMENTAL	1
INSTITUTO	2
BIBLIOTECA	1
ORGANIZACION	280
EDITOR	259
UNIVERSIDAD	3
<b>TOTAL CLASE ORGANIZACIONES</b>	<b>560</b>

Figura N° 3. Caracterización Web Semántica VIVO Biblioteca (Kimelfe),  
 Fuente: <https://investigadores.ulagos.cl> (2024)

PORTAL INVESTIGACIÓN IESED	
<b>PERSONAS</b>	
INVESTIGADOR ASOCIADO	56
INVESTIGADOR ASISTENTE	44
INVESTIGADOR EMÉRITO	1
INVESTIGADOR INVITADO INTERNACIONAL	12
INVESTIGADOR INVITADO NACIONAL	23
INVESTIGADOR VISITANTE	6
<b>TOTAL CLASE PERSONAS</b>	<b>142</b>
<b>INVESTIGACIONES</b>	
ARTICULO ACADÉMICO	417
LIBROS	2
CAPITULOS DE LIBROS	3
CAPITULOS DE LIBROS	14
SUBVENCION	52
REVISTAS	292
PROYECTOS	19
<b>TOTAL CLASE INVESTIGACIONES</b>	<b>799</b>
<b>ORGANIZACIONES</b>	
ÁREAS DE INVESTIGACION	5
CENTRO	4
COMITE	1
DEPARTAMENTO	93
FUNDACION	1
ORGANIZACION PATROCINADORA	1
AGENCIA GUBERNAMENTAL	1
INSTITUTO	4
UNIVERSIDAD	139
<b>TOTAL CLASE ORGANIZACIONES</b>	<b>249</b>
<b>EVENTO</b>	
SERIE DE SEMINARIOS	2
<b>TOTAL CLASE EVENTOS</b>	<b>2</b>

Figura N° 4. Caracterización Web Semántica VIVO IESED  
 Fuente: <https://investigacion.iesed.cl> (2024)

El análisis de los datos revela que la plataforma Kimelfe tiene un mayor volumen de registros de investigaciones y organizaciones en comparación con el portal de IESED, lo que sugiere una mayor actividad investigativa o capacidad de recolección de datos. Los actores relevantes en Kimelfe incluyen 239 miembros de unidades académicas y una amplia variedad de investigaciones, mientras que en IESED destacan 142 investigadores con diversas categorías y una presencia significativa de universidades y departamentos académicos. Esta diversidad en los

roles y la estructura de las organizaciones subraya la importancia de una plataforma robusta para la gestión y colaboración académica.

## CONCLUSIONES

La creación del Repositorio Semántico en las plataformas Kimelfe y Vivo IESED ha brindado múltiples beneficios, especialmente para las carreras de ingeniería y los nuevos criterios de acreditación institucional, conforme a los lineamientos de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA) en la dimensión de Investigación. En Kimelfe se integraron datos de 243 personas y 2904 investigaciones, mientras que en Vivo IESED se gestionaron datos de 142 investigadores y 799 investigaciones. Estos repositorios facilitan la sistematización de publicaciones, congresos, libros y proyectos, asegurando la interoperabilidad y el intercambio de información entre instituciones. El acceso centralizado a publicaciones promueve la colaboración y el desarrollo de nuevos proyectos, mejorando la visibilidad y facilitando el acceso a financiamiento externo. La base de datos actualizada fortalece el proceso educativo, permitiendo a los estudiantes acceder a recursos específicos según sus intereses y necesidades académicas. Además, proporciona evidencia clara y organizada de la actividad investigativa, fundamental para los procesos de autoevaluación y acreditación institucional, cumpliendo con los nuevos criterios de la CNA.

Para la Universidad de Los Lagos, este avance es crucial para el desarrollo de la ingeniería, ya que fomenta un entorno de investigación robusto y colaborativo. La plataforma facilita la identificación de áreas de investigación prioritarias y emergentes, optimizando la asignación de recursos y esfuerzos. Los futuros trabajos en esta web semántica incluirán la expansión de su interoperabilidad con otros sistemas, la mejora continua en la organización de la información y el fomento de nuevas colaboraciones entre instituciones. Se prevé que estas mejoras contribuyan a un entorno académico más dinámico y eficiente, con un enfoque en el desarrollo de capacidades y la identificación de tendencias emergentes en diversas áreas de investigación, alineándose con los objetivos de la CNA para fortalecer la dimensión de Investigación en las instituciones de educación superior. Esto posiciona a la Universidad de Los Lagos como un referente en investigación e innovación en ingeniería, promoviendo el desarrollo tecnológico y académico en la región de Los Lagos.

La creación del Repositorio Semántico, se realizó mediante un prototipado, que fue revisado y aprobado incrementalmente por todas las instancias usuarias del proyecto, considerándolo viable para su uso institucional, destacando como ventaja significativa, propia de la Web semántica, la incorporación del Mapa de Capacidades o de áreas de conocimiento, que facilita encontrar grupos de personas con intereses en áreas de investigación comunes, facilitando la visibilidad de los investigadores y su trabajo. Ello, proporciona insumos valiosos para la toma de decisiones estratégicas. La disponibilidad de datos precisos y actualizados permite a las autoridades universitarias identificar áreas de mayor potencialidad y enfocar los recursos y esfuerzos en el desarrollo de estos ámbitos.

Este trabajo demuestra cómo la implementación de un repositorio semántico puede transformar la educación en ingeniería. Al facilitar el acceso a información, fomentar la colaboración y promover la investigación, esta iniciativa contribuye a la formación de profesionales altamente capacitados y a la generación de conocimiento relevante para el desarrollo de la región. La Universidad de Los Lagos se posiciona así como un referente en la aplicación de tecnologías innovadoras para mejorar la calidad de la educación y la investigación en ingeniería.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las autoridades y personas, de la Universidad de Los Lagos, que aportaron con sus conocimientos, opiniones, y retroalimentación, de forma específica a:

- Vicerrectoría de Investigación y Postgrado
- Dirección de Biblioteca Pablo Neruda

- Dirección de Aseguramiento de la Calidad
- Dirección de Informática y Nuevas Tecnologías

La adaptación de la web semántica VIVO, se desarrolló bajo el Proyecto de Ciencia Aplicada *La Transformación digital como oportunidad de mejora continua del Aseguramiento de la Calidad en Instituciones de Educación Superior, financiada por* la Dirección de Transferencia Tecnológica de la Universidad de Los Lagos

## REFERENCIAS

- Abreo Rojas, E. E., & Padilla Castro, C. E. (2012). Prototipo para recuperación semántica de información de proyectos de grado en ingeniería de sistemas con base en un repositorio ontológico. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas*
- Cancino, C. y Schmal, S. (2014). University Accreditation System in Chile: What have we Come? *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 40(1), 41-60.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052014000100003>
- Caro Fierros, I., Menéndez Domínguez, V. H., & Castellanos Bolaños, M. E. (2016). Bases de datos semánticas. *Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán*.
- Celis, S., y Véliz, D. (2020). A Decade of Chilean Graduate Program Accreditation: A Push for Internationalization and Issues of Multidisciplinarity. *High Educ Policy*, 35, 133-154.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1057/s41307-020-00198-7>
- CNA. (2023). Introducción a Criterios y Estándares de Calidad para la Acreditación Institucional y de Programas. Repositorio de documentos relativos a los nuevos Criterios y Estándares de Calidad: [https://www.cnachile.cl/noticias/Paginas/nuevos\\_cye.aspx](https://www.cnachile.cl/noticias/Paginas/nuevos_cye.aspx)
- Gálvez, M. P., Martínez, S. L., Cáceres, N. R., Tolaba, A. C., Quispe, J. R., Mullicundo, F. F., & Villarrubia, L. R. (2016). Estudio preliminar para el desarrollo de una herramienta de búsqueda en repositorios académicos. *Facultad de Ingeniería, Univ. Nacional de Jujuy*.
- Espinoza, O. y González, L. E. (2013). Accreditation in higher education in Chile: results and consequences. *Quality Assurance in Education*, 21, 20-38.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/09684881311293043>
- Labraña, J. y Mariñez, C. (2021). ¿En qué confiamos al evaluar la calidad de las universidades? Un análisis sociológico de la evolución de los mecanismos de aseguramiento externos de la calidad en Chile desde la teoría de sistemas sociales. *Revista Iberoamericana De Educación Superior*, 12(33), 120–137.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2021.33.861>
- Letelier, M. F. y Carrasco, R. (2004). Higher education assessment and accreditation in Chile: State-of-the-art and trends . *European Journal of Engineering Education*, 29(1), 119-124.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0304379032000129241>
- Menor, R. (2024, June 11). ¿Qué es RDF? Introducción a RDF (Resource Description Framework). <https://www.seofreelance.es/que-es-rdf-introduccion-a-rdf/>
- MINEDUC. (2024). Ayuda MINEDUC. CNA: <https://goo.su/iFTNgS>
- Mora, H., Azorin-Lopez, J., Jimeno-Morenilla, A., Sanchez-Romero, J. L., Pujol, F. A., Garcia-Rodriguez, J., ... & Orts-Escolano, S. (2015). La Web Semántica como herramienta para el apoyo a la docencia.
- Pitta, E. (2014). Origen y características del sistema de aseguramiento de la calidad de la educación superior chileno. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. 17, 49-64. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/REIFOP.17.3.204051>
- Programa de Maestría en Bibliotecología y Archivología. (2021). Análisis de la aplicabilidad de la web semántica para la mejora de la gestión de la información en repositorios institucionales. *Universidad Nacional de Colombia*
- Sandoval, A.E. (2007). Uso de ontologías y web semántica para apoyar la gestión del conocimiento. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 17, 111-129.

- Sandobal Verón, V. C., Ale, M., & Gutiérrez, M. M. (2015). DCOntoRep: hacia la interoperabilidad semántica de repositorios institucionales de acceso abierto. GIESIN, UTN FRR.
- VIVO Home - VIVO - Connect, Share, Discover. (2024, June 19). VIVO - Connect, Share, Discover. <https://vivo.lyrasis.org/>
- Zachman, P., Gola, M., Durán, E., Alvarez, M., & Aguilera, J. (2015). Interoperabilidad semántica de la producción científica en repositorios académicos. *Universidad Nacional del Chaco Austral*.

