

Arquitectura federada para la integración de bases de datos heterogéneas en la automatización de la autoevaluación de carreras: estudio de caso ESPOCH

Federated Architecture for Integrating Heterogeneous Databases in the Automation of Career Self-Assessment: The ESPOCH Case Study

Oswaldo Villacrés Cáceres

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Magíster en Gestión de bases de datos.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0000-0002-5894-5248>
ovillacres@epoch.edu.ec

Byron Paúl Huera Paltán

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Magíster en Sistemas de Telecomunicaciones

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0000-0002-1721-2574>
bhuera@epoch.edu.ec

Bryan Fabricio Flores Martínez

Ingeniero en Estadística Informática. Máster universitario en inteligencia de negocios

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0009-0009-6644-3131>
bryan.flores@epoch.edu.ec

Paúl Hernán Machado Herrera

Ingeniero en Sistemas Informáticos. Magíster en Gerencia Informática

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

<https://orcid.org/0009-0004-5216-8654>
paul.machado@epoch.edu.ec



Imaginario Social
Entidad editora
REDICME (reg-red-18-0061)

e-ISSN: 2737-6362
especial marzo 2025 Vol. 8-2-2025
<http://revista-imaginariosocial.com/index.php/es/index>

Recepción: 10 de febrero de 2025
Aceptación: 08 de marzo de 2025

334-350

Atribución/Reconocimiento-NoComercial- CompartirIgual 4.0 Licencia
Pública Internacional — CC

BY-NC-SA 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.es>

Resumen

El estudio aborda la problemática de la fragmentación y heterogeneidad de las fuentes de información institucionales y su incidencia en los procesos de autoevaluación de carreras de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH). Su objetivo fue diseñar e implementar una arquitectura de bases de datos federadas que permitiera integrar información académica y administrativa, manteniendo la autonomía de los sistemas existentes, y analizar su incidencia en el tiempo requerido para el cálculo de indicadores. La investigación se desarrolló bajo el enfoque de Design Science Research (DSR), mediante cinco etapas: identificación del problema, caracterización de las fuentes, diseño e implementación de la arquitectura y evaluación. Se integraron 28 bases de datos académicas del sistema OASIS y una base de recursos humanos, utilizando PostgreSQL como plataforma federadora y mecanismos FDW/ODBC para acceder a fuentes SQL Server y MySQL. La evaluación consideró cinco indicadores de autoevaluación: titularidad, dedicación docente, estudiantes por profesor, eficiencia terminal y tasa de retención, empleando la prueba Chi-cuadrado. Los resultados evidenciaron la viabilidad técnica de integrar fuentes autónomas y heterogéneas sin modificar sus estructuras originales y reportaron una mejora del 99,82 % en el cálculo de los indicadores. Se concluye que la arquitectura federada constituye una alternativa viable para reducir la dependencia de procesos manuales y facilitar el acceso integrado.

Palabras clave: Arquitectura federada, Bases de datos federadas, Desarrollo, Modelo evaluación, Indicadores.

Abstract

This study addresses the issue of fragmentation and heterogeneity in institutional information sources and their impact on the program self-assessment processes at the Chimborazo Higher Polytechnic School (ESPOCH). Its objective was to design and implement a federated database architecture that would allow for the integration of academic and administrative information while maintaining the autonomy of existing systems, and to analyze its impact on the time required to calculate indicators. The

research was conducted using the Design Science Research (DSR) approach, through five stages: problem identification, characterization of sources, design and implementation of the architecture, and evaluation. A total of 28 academic databases from the OASis system and one human resources database were integrated, using PostgreSQL as the federation platform and FDW/ODBC mechanisms to access SQL Server and MySQL sources. The evaluation considered five self-assessment indicators: tenured faculty, teaching load, students per faculty member, graduation rate, and retention rate, using the chi-square test. The results demonstrated the technical feasibility of integrating autonomous and heterogeneous data sources without modifying their original structures and reported a 99.82% improvement in the calculation of the indicators. It is concluded that the federated architecture constitutes a viable alternative for reducing dependence on manual processes and facilitating integrated access.

Keywords: Federated architecture, Federated databases, Development, Evaluation model, Indicators.

Introducción

La automatización de procesos y flujos de trabajo de las Instituciones de Educación Superior (IES) ha llevado a un crecimiento progresivo de los sistemas informáticos utilizados para gestionar información académica, administrativa, investigativa y de vinculación. Como resultado, una misma institución puede contar con numerosas fuentes de datos que son administradas por diferentes unidades y que, además, funcionan sobre distintos Sistemas Gestores de Bases de Datos (SGBD). Si bien esta diversidad responde a las necesidades particulares de cada dependencia, también plantea un desafío importante: lograr que la información pueda ser consultada y aprovechada de manera conjunta cuando se requiere una visión institucional particularmente en proceso de autoevaluación institucional o de carreras.

Este desafío se hace más evidente en los procesos de autoevaluación de carreras, en los que la valoración de los indicadores requiere información proveniente de diferentes áreas de la institución. (Villacrés, 2016) Para realizar una autoevaluación es necesario disponer de datos relacionados con estudiantes, docentes, asignaturas, graduados, recursos y otros componentes académicos y administrativos. (Ortega,

2017) Cuando estos datos permanecen distribuidos en sistemas independientes, obtener la información necesaria puede convertirse en un proceso que demanda búsquedas, extracciones, revisiones y consolidaciones manuales, incrementando el tiempo y el esfuerzo requerido. (Pauta, 2016) (Mejía et al., 2023)

En el caso de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), el diagnóstico realizado permitió identificar 18 sistemas informáticos y 55 bases de datos, de las cuales 47, correspondientes al 85,45 %, funcionaban de manera autónoma. A esta situación se sumaba la diversidad de sistemas gestores empleados, entre ellos Oracle XE, diferentes versiones de SQL Server, PostgreSQL y MySQL. Esta heterogeneidad dificultaba el acceso integrado y oportuno a la información necesaria para apoyar los procesos de autoevaluación de las carreras. (Villacrés, 2016)

El análisis realizado por Villacrés-Cáceres y Centeno-Parra (2019) evidenció que la heterogeneidad representaba una dificultad para los procesos de autoevaluación de carreras, pues, la información requerida para el cálculo de determinados indicadores se encontraba distribuida entre diferentes fuentes. Entre los indicadores que demandaban mayor esfuerzo se encontraban Titularidad, Profesores TC-MT-TP, Estudiantes por Profesor, Eficiencia Terminal y Tasa de Retención. (Villacrés, 2016) En tanto, los indicadores que presentaban mayores dificultades para su cálculo se encontraban eficiencia terminal y tasa de retención. (Villacrés, 2016) (Frutos, 2017)

Estos resultados muestran que el problema no radica únicamente en la existencia o disponibilidad de los datos, sino en la dificultad para acceder a ellos de manera integrada cuando se encuentran distribuidos en sistemas autónomos. En este escenario, las bases de datos federadas constituyen una alternativa que permite integrar fuentes de información heterogéneas sin eliminar la autonomía de los sistemas que las originan, es decir, sin necesidad de la centralización física de la información. (Sheth & Larson, 1990)

Mediante una arquitectura federada es posible ofrecer una visión integrada de los datos a través de mecanismos de exportación y federación, sin que sea indispensable trasladar físicamente toda la información hacia un único repositorio. En este sentido,

el enfoque arquitectónico propuesto por Sheth y Larson (1990), que contempla los esquemas: local, componente, de exportación, federado y externo, los cuales permiten describir la estructura de cada fuente, los elementos compartidos, las vistas disponibles para la integración y las perspectivas específicas de los usuarios proporcionando una base conceptual para abordar la integración de fuentes autónomas y heterogéneas. Desde esta perspectiva, una arquitectura federada facilita la interoperabilidad entre sistemas gestores heterogéneos mediante esquemas globales y mecanismos de consulta distribuida, manteniendo la independencia operativa de las bases de datos participantes (Ozsu & Valduriez, 2020). Por tanto, este enfoque proporciona una base conceptual y tecnológica pertinente para integrar fuentes autónomas de información académica y administrativa en instituciones de educación superior.

A partir de esta problemática, el presente estudio tiene como objetivo diseñar e implementar una arquitectura informática basada en bases de datos federadas para integrar información académica y administrativa requerida en los procesos de autoevaluación de carreras de la ESPOCH, y analizar su incidencia en el tiempo requerido para la valoración de indicadores.

La principal contribución del estudio radica en demostrar la viabilidad de utilizar una arquitectura federada en un escenario institucional real, caracterizado por la autonomía y heterogeneidad de sus fuentes de información. A diferencia de un modelo basado en la centralización de los datos, la propuesta busca aprovechar la infraestructura existente y mantener los sistemas en funcionamiento, incorporando mecanismos que permitan acceder de manera integrada a la información necesaria para los procesos de autoevaluación. De esta manera, se plantea una alternativa que puede contribuir a reducir el esfuerzo asociado a la recopilación y consolidación de información, facilitando un acceso más oportuno a los datos requeridos para la toma de decisiones y el aseguramiento de la calidad institucional.

Metodología

Enfoque y diseño de investigación

Para la presente contribución científica se enfatiza la dimensión aplicada y tecnológica, particularmente el diseño, implementación y evaluación del artefacto informático.

La investigación se estructura bajo una perspectiva de Design Science Research (DSR), considerando como artefacto tecnológico la arquitectura federada. La DSR permite articular la problemática institucional del cálculo de indicadores de autoevaluación de carreras, los requerimientos tecnológicos, el diseño de la solución, su implementación, y evaluación.

El proceso se estructuró en cinco etapas:

1. Identificación y caracterización del problema, descrito en la introducción de la presente investigación.
2. Caracterización de las fuentes de datos.
3. Diseño de la arquitectura federada.
4. Implementación de la base de datos federada.
5. Evaluación

Se identificaron 18 sistemas y 55 bases de datos, de las cuales 47 correspondían a bases de datos autónomas disponibles para los sistemas informáticos existentes en la ESPOCH. La heterogeneidad tecnológica estuvo representada principalmente por Oracle XE, SQL Server, PostgreSQL y MySQL. (Villacrés, 2016)

Para el diseño e implementación del sistema federado se seleccionaron las fuentes que contenían información necesaria para el cálculo de indicadores del proceso de autoevaluación de carreras, específicamente: 28 bases de datos autónomas del Sistema Académico OASIS (una por cada carrera) y una base de datos correspondiente al Sistema para Administración de Recursos Humanos (SARH), las bases de datos seleccionadas se encontraban administradas mediante SQL Server y MySQL, respectivamente.

Los indicadores del modelo de autoevaluación de carreras considerados fueron:

- Titularidad
- Profesores a tiempo completo, medio tiempo y tiempo parcial
- Estudiantes por profesor
- Eficiencia terminal
- Tasa de retención

Estos indicadores fueron seleccionados debido a que requerían información almacenada en diferentes fuentes institucionales y habían sido identificados previamente como parte de los procesos de autoevaluación, y se pueden calcular a partir de los datos existentes en las diferentes fuentes.

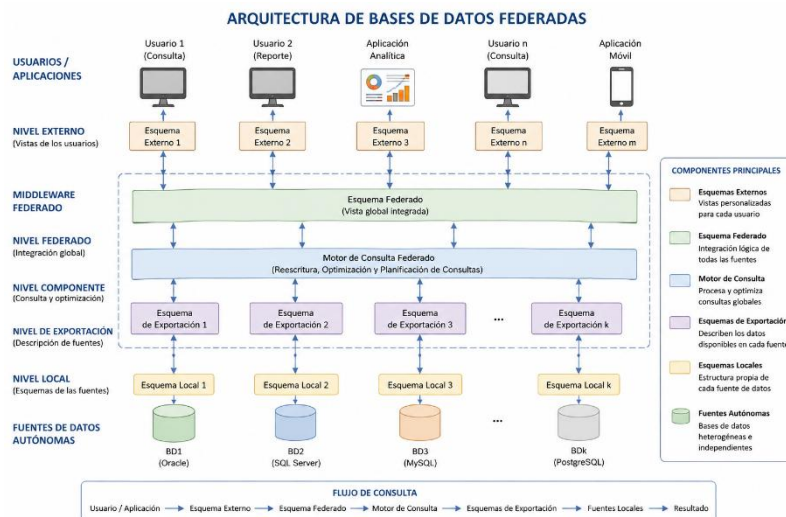
La evaluación se centró en determinar la incidencia de la arquitectura federada en el cálculo de indicadores de autoevaluación de carreras de la ESPOCH, para lo cual se

utilizó la prueba Chi-Cuadrado $\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(fO_i - fE_i)^2}{fE_i}$, con y sin bases de datos federadas.

Resultados

El diseño e implementación de la arquitectura federada a partir de las bases autónomas de los sistemas seleccionados, integra 28 bases de datos académicas y una base de recursos humanos, utilizando PostgreSQL como plataforma de integración y accediendo a fuentes administradas mediante SQL Server y MySQL, el diseño de la arquitectura federada se ilustra en la **Error! Reference source not found..**

Figura 1: Diseño arquitectura federada



La comunicación con las fuentes heterogéneas se implementó mediante mecanismos de Foreign Data Wrapper (FDW) y conectividad ODBC.

A continuación, parte de la codificación para la base de datos federada:

Configuración y creación FDW

1. Cargar biblioteca

```
CREATE EXTENSION odbc_fdw;
```

2. Creación servidor foráneo

```
CREATE SERVER conexionPG_MySQL
```

```
FOREIGN DATA WRAPPER odbc_fdw
```

```
OPTIONS (dsn 'PostgreSQL_MySQL');
```

3. Mapeo con usuario de BD a acceder

```
CREATE USER MAPPING
```

FOR proyecto

SERVER conexionPG_MySQL

OPTIONS (username 'root', password 'abc123');

4. Creación esquema para alojar tablas foráneas

CREATE SCHEMA TablasForaneas_MySQL;

5. Creación tablas foráneas para acceder al BD autónoma

CREATE FOREIGN TABLE TablasForaneas_MySQL.fdwEstudiante (

codigo char(5) NOT NULL,

nombre char(30) NOT NULL,

apellido char(30) NOT NULL)

SERVER conexionPG_MySQL

OPTIONS (database 'OASys', schema 'academico', sql_query 'SELECT codigo, nombre, apellido FROM estudiante', sql_count 'select count(codigo) from estudiante);

6. Acceso a través de FDW

SELECT *

FROM TablasForaneas_MySQL.fdwEstudiante

Finalmente, el indicador utilizado para evaluar el resultado de la implementación de la arquitectura federada, es decir su incidencia, fue el tiempo requerido para el cálculo de indicadores de autoevaluación de carreras. Según la prueba de Chi-cuadrado produjo un valor calculado de $\chi^2=99,82$ después de la incorporación de la arquitectura federada, los resultados se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Resultados con y sin base de datos federada

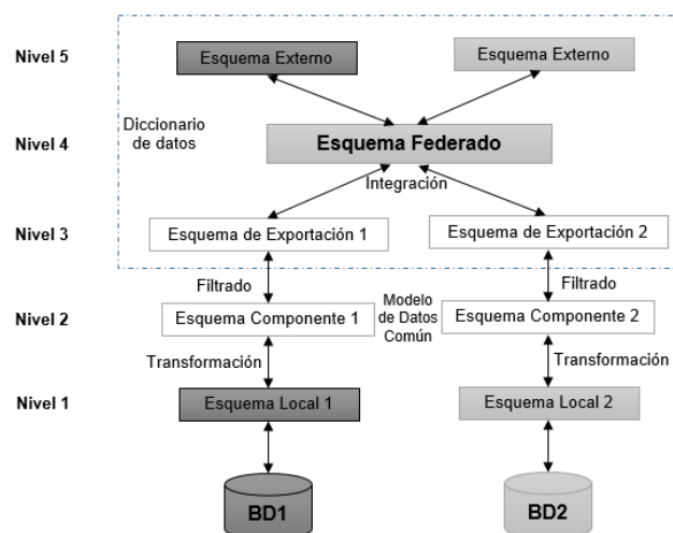
	TIEMPO	CÁLCULOS				
		fO	fE	$fO - fE$	$(fO - fE)^2$	$\frac{(fO - fE)^2}{fE}$
Eficiencia terminal SIN BDA	0 - 1	0	9,75	-9,75	95,06	9,75
	1-5	2	5,25	-3,25	10,56	2,01
	6-15	4	2,25	1,75	3,06	1,36
	16-30	6	3,00	3,00	9,00	3,00
	31-60	3	1,25	1,75	3,06	2,45
	Más 60	5	2,50	2,50	6,25	2,50
	Más 1 día (+8H)	8	4,00	4,00	16,00	4,00
Tasa de retención SIN BDA	0 - 1	0	9,75	-9,75	95,06	9,75
	1-5	2	5,25	-3,25	10,56	2,01
	6-15	5	2,25	2,75	7,56	3,36
	16-30	6	3,00	3,00	9,00	3,00
	31-60	2	1,25	0,75	0,56	0,45
	Más 60	5	2,50	2,50	6,25	2,50
	Más 1 día (+8H)	8	4,00	4,00	16,00	4,00
Eficiencia terminal CON BDA	0 - 1	19	9,75	9,25	85,56	8,78
	1-5	9	5,25	3,75	14,06	2,68
	6-15	0	2,25	-2,25	5,06	2,25
	16-30	0	3,00	-3,00	9,00	3,00
	31-60	0	1,25	-1,25	1,56	1,25
	Más 60	0	2,50	-2,50	6,25	2,50
	Más 1 día (+8H)	0	4,00	-4,00	16,00	4,00
Tasa de retención CON BDA	0 - 1	20	9,75	10,25	105,06	10,78
	1-5	8	5,25	2,75	7,56	1,44
	6-15	0	2,25	-2,25	5,06	2,25
	16-30	0	3,00	-3,00	9,00	3,00
	31-60	0	1,25	-1,25	1,56	1,25
	Más 60	0	2,50	-2,50	6,25	2,50
	Más 1 día (+8H)	0	4,00	-4,00	16,00	4,00
χ^2						99,82

Discusión

Conceptualmente, la arquitectura federada puede representarse en cinco niveles, lo cual se detalla en la **Error! Reference source not found..** Esta estructura toma

como referencia la arquitectura de sistemas de bases de datos federadas de Sheth y Larson, en la que los esquemas de exportación determinan el subconjunto de información que puede ser compartido y el esquema federado integra los diferentes esquemas de exportación. Lo cual evidencias que la arquitectura federada implementada se fundamentó en el principio de mantener la autonomía de las bases de datos componentes y establecer mecanismos de integración para acceder únicamente a la información requerida.

Figura 2: Representación de la arquitectura de Sistema de Bases de Datos Federadas de Sheth y Larson



Desde la perspectiva tecnológica, el escenario institucional de la ESPOCH presenta características que justifican el empleo de una arquitectura federada. La existencia de 55 bases de datos, con un 85,45 % de autonomía y diferentes sistemas gestores de bases de datos, representa un escenario de distribución y heterogeneidad que dificulta la construcción de mecanismos tradicionales de integración. De acuerdo con la arquitectura implementada, esta se fundamentó en lo establecido por Sheth & Larson (1990) para una federación fuertemente acoplada, en la cual se establece un esquema federado para proporcionar acceso integrado a diferentes fuentes. Este tipo de arquitectura permite realizar consultas sobre un esquema común mediante mapeos hacia los esquemas de las bases componentes.

La arquitectura federada implementada se destaca por la integración de los diferentes componentes, bases de datos autónomas y heterogéneas mediante Foreign Data Wrappers (FDW) lo que permite establecer conexiones con fuentes externas y crear tablas foráneas que pueden ser consultadas desde el esquema federado como si fueran tablas locales y representar tablas remotas como tablas foráneas y efectuar consultas desde PostgreSQL sin necesidad de trasladar físicamente los datos originales. (Plúa Moran et al., 2019) (PostgreSQL Global Development Group, 2022) De esta manera, la arquitectura evitó modificar la estructura de las bases de datos componentes y permitió conservar la autonomía de los sistemas existentes. Esta característica constituye uno de los principales beneficios de la arquitectura implementada, debido a que la integración se realizó sobre las fuentes existentes en lugar de sustituirlas por un repositorio centralizado.

Una alternativa convencional habría consistido en centralizar la información mediante procesos de extracción, transformación y carga. Sin embargo, este enfoque habría requerido establecer mecanismos permanentes de replicación y actualización, además de modificar o duplicar información que ya es administrada por los sistemas institucionales. La solución federada adoptada permite, en cambio, mantener la autonomía de las fuentes y establecer una capa de acceso integrado. (Gu, y otros, 2022)

Un segundo aspecto relevante corresponde a la heterogeneidad tecnológica. En el escenario estudiado coexistían SQL Server, MySQL, PostgreSQL y Oracle XE. La implementación demostró que es técnicamente posible establecer una capa de integración basada en PostgreSQL y mecanismos FDW/ODBC para acceder a fuentes heterogéneas. Este resultado es significativo porque evidencia que la modernización de los procesos de información no necesariamente exige reemplazar los sistemas heredados.

Desde la perspectiva organizacional, la solución también responde a una necesidad identificada en el diagnóstico, en donde según Villacrés-Cáceres & Centeno-Parra (2019) el 93 % de los participantes indicó que la recopilación de datos y organización

de evidencias se realizaba manualmente, mientras que solo una proporción reducida manifestó utilizar sistemas informáticos para el seguimiento de la autoevaluación.

El resultado reportado de 99,82 % de mejora en el cálculo de indicadores constituye la principal evidencia empírica del beneficio de la solución. Esta consideración es importante porque las investigaciones actuales de Design Science Research enfatizan que la evaluación debe corresponder directamente a las afirmaciones realizadas sobre el artefacto. Para afirmar que una arquitectura es eficiente, por ejemplo, es conveniente utilizar pruebas de rendimiento; para afirmar que es útil, pueden emplearse estudios de campo o evaluación con usuarios. (Peffers & Zhang, 2019)

El estudio también muestra que la arquitectura propuesta es extensible. El sistema fue diseñado para incorporar nuevas bases de datos y aplicaciones, aunque su crecimiento requiere coordinación con los administradores de cada fuente para obtener los privilegios de acceso correspondientes. El proyecto señala además que, al incorporar nuevas tablas o fuentes, deben crearse los esquemas y mecanismos de acceso necesarios dentro de la federación. Sin embargo, esta característica también constituye una limitación. La incorporación de nuevas fuentes no es completamente automática, debido a que depende de decisiones administrativas, permisos, conocimiento de los esquemas y resolución de posibles diferencias semánticas. Por ello, de acuerdo con Gu et al. (2022) una evolución del sistema debería incorporar mecanismos de metadatos, homologación semántica y gestión centralizada de los esquemas federados.

Desde una perspectiva científica, el principal aporte del estudio no reside únicamente en el desarrollo de la arquitectura federada, sino en demostrar que se la puede utilizar como mecanismo de integración en un contexto universitario caracterizado por múltiples sistemas autónomos y heterogéneos. El artefacto permite vincular un problema concreto de gestión de calidad con una solución tecnológica fundamentada en conceptos de bases de datos federadas. (Chen & Hao, 2022) Así también, el uso de una arquitectura federada permite encaminarse hacia lo propuesto por Ramadania et al. (2024), quien sostiene que las universidades que han alcanzado mayores niveles de madurez digital se caracterizan por integrar sus plataformas mediante arquitecturas interoperables que permiten compartir información entre procesos académicos,

administrativos y de aseguramiento de la calidad, reduciendo significativamente la duplicidad de registros y los tiempos de procesamiento. Además, por lo establecido en el informe de la OCDE (Staring, F. et al., 2022) en donde se detalla que la digitalización genera valor cuando los sistemas institucionales funcionan como un ecosistema integrado y no como aplicaciones independientes orientadas únicamente a automatizar tareas específicas.

La escasa interoperabilidad y la fragmentación de los datos institucionales sin una arquitectura que facilite el intercambio automático de información entre ellos debido a que los sistemas informáticos existentes fueron desarrollados para automatizar procesos específicos de la institución, como: académicos, gestión, desempeño docente, talento humano, entre otros; utilizar una arquitectura federada para automatizar el cálculo de indicadores mediante la integración de información proveniente de diferentes dependencias institucionales reduce el tiempo dedicado al cálculo de indicadores en autoevaluación de carrera e incrementa la confiabilidad de los resultados. (Alenezi et al., 2023) (Sandoval-Benavides & López-Ornelas, 2024)

La incorporación de una arquitectura federada para el cálculo de indicadores para procesos de autoevaluación de carreras permitirá avanzar hacia modelos institucionales donde la gestión de la calidad se apoye en procesos automatizados y en el análisis estratégico de la información, en lugar de depender principalmente del procesamiento manual. Pues, según la revisión sistemática de Asiyai (2022) establece que el aseguramiento de la calidad en la era digital ha evolucionado hacia el paradigma denominado *Quality 4.0*, el cual combina infraestructura tecnológica, analítica de datos, desarrollo de capacidades del talento humano y liderazgo institucional para fortalecer la mejora continua.

Conclusiones

La investigación demostró la viabilidad de implementar una arquitectura de bases de datos federadas para integrar información proveniente de sistemas institucionales autónomos y heterogéneos en apoyo a los procesos de autoevaluación de carreras universitarias. El escenario de la ESPOCH, caracterizado por 18 sistemas informáticos,

55 bases de datos y un 85,45 % de fuentes autónomas, evidenció la necesidad de mecanismos de integración que no requirieran modificar los sistemas existentes.

El diseño e implementación de la base de datos federada permitió integrar 28 bases de datos académicas de OASis y una base de datos del sistema de recursos humanos, utilizando PostgreSQL como componente federador y mecanismos FDW/ODBC para acceder a fuentes heterogéneas. Esta estrategia permitió conservar la autonomía de las bases de datos participantes y, simultáneamente, proporcionar una capa de acceso integrada para la obtención de información requerida en la autoevaluación.

La solución permitió automatizar actividades relacionadas con la gestión de evidencias y cálculo de indicadores, disminuyendo la dependencia de procedimientos manuales. El proyecto reportó una mejora del 99,82 % en el tiempo requerido para el cálculo de los indicadores considerados.

Ampliar la evaluación mediante experimentos controlados de escalabilidad y disponibilidad, así como incorporar mecanismos de homologación semántica y nuevas fuentes institucionales. Estos elementos permitirían fortalecer la generalización de los resultados y consolidar el sistema como una arquitectura reutilizable para procesos de evaluación y aseguramiento de la calidad universitaria.

Finalmente, la experiencia demuestra que las bases de datos federadas pueden constituir una alternativa viable para modernizar procesos de gestión de información en instituciones de educación superior que poseen sistemas heterogéneos y autónomos. Como trabajo futuro se plantea la implementación de un sistema integrado que utilice la arquitectura federada y se convierte en una plataforma de integración de información institucional.

Referencias Bibliográficas

Alenezi, M., Wardat, S., & Akour, M. (08 de 03 de 2023). The Need of Integrating Digital Education in Higher Education: Challenges and Opportunities. Sustainability, 15(6). doi:<https://doi.org/10.3390/su15064782>

- Asiyai, R. I. (12 de 01 de 2022). Best practices for quality assurance in higher education: implications for educational administration. *International Journal of Leadership in Education*, 25(5), 843-854. doi:<https://doi.org/10.1080/13603124.2019.1710569>
- Chen, P., & Hao, Y. (06 de 06 de 2022). Digital transformation and corporate environmental performance: The moderating role of board characteristics. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 29(5), 1757-1767. doi:<https://doi.org/10.1002/csr.2324>
- Frutos, C. A. (2017). repositorio.uta.edu.ec. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25797>
- Gu, Z., Corcoglioniti, F., Lanti, D., Mosca, A., Xiao, G., Xiong, J., & Calvanese, D. (12 de 2022). A systematic overview of data federation systems. *Sage Journals - Semantic Web: – Interoperability, Usability, Applicability*, 107-165. doi:<https://doi.org/10.3233/SW-223201>
- Mejía, L. M., Gallegos, K., Villacrés, O., & Mora, M. (2023). *Sistemas informáticos en la administración de empresas* (1era ed.). La Plata, Argentina: Puerto Madero. Obtenido de <https://puertomaderoeditorial.com.ar/index.php/pmea/es/catalog/view/26/101/164>
- Ortega, B. (2017). <http://repositorio.uta.edu.ec/>. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26225>
- Ozsu, T., & Valduriez, P. (2020). *Principles of Distributed Database Systems* (4 ed.). Springer. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=VoJ2zQEACAAJ>
- Pauta, S. L. (2016). repositorio.uta.edu.ec. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23124>
- Peffer, K., & Zhang, Y. (2019). Modular design theory frame and demonstration for market segmentation of the firm's IT help customers. 14th International Conference on Design Science Research in Information Systems and Technology (DESIST), (pág. 2). Worcester, MA. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/334066935>
- Plúa Moran, D. H., Ortega, B., Núñez, C., Villacrés, O., Chango, W., Sayago, J., . . . Jácome, L. (2019). *Organizaciones y Sistemas de Información*. Editorial Universitaria Abya Yala. Obtenido de <https://abyayala.org.ec/gpd->

organizaciones-y-sistemas-de-informacion-9789978103760-694c37f37062f.html

PostgreSQL Global Development Group. (2022). Documentación oficial de PostgreSQL. Obtenido de <https://www.postgresql.org/docs/16/ddl-foreign-data.html>

Ramadania, R., Hartijast, Y., Bagus Purmono, B., Nur Haris, D. M., & Afifi, M. Z. (04 de 2024). A Systematic Review on Digital Transformation and Organizational Performance in Higher Education. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 19(4), 1239-1252. doi:<https://doi.org/10.18280/ijstdp.190402>

Sandoval-Benavides, V. L., & López-Ornelas, M. (2024). Transformación digital en la educación superior desde la perspectiva internacional: mapeo sistemático de la literatura. *Scielo Brasil*. doi:<https://doi.org/10.1590/1983-3652.2025.51996>

Sheth, A., & Larson, J. (09 de 1990). Federated database systems for managing distributed, heterogeneous, and autonomous databases. *ACM Computing Surveys*, 22(3), 183-236. doi:10.1145/96602.96604

Staring, F., Brown, M., Bacsich, P., & Ifenthaler, D. (23 de 11 de 2022). Digital higher education: Emerging quality standards, practices and supports. *OECD Education Working Paper No. 281*. doi:<https://dx.doi.org/10.1787/f622f257-en>

Villacrés, O. (2016). <http://repositorio.uta.edu.ec/>. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23770>

Villacrés-Cáceres, O., & Centeno-Parra, X. (2019). Acercamiento a las dificultades en autoevaluación de carreras a través de GoogleForms. *Investigar*, 4(5).