

Nivel de interoperabilidad en el sistema de información de la universidad pública en México

Mejía Bárcena, Guillermo Raúl; Cruz Mejía, Oliverio; Meléndez Ruiz, Enrique Ismael
Nivel de interoperabilidad en el sistema de información de la universidad pública en México
Revista de Ciencias Sociales (Ve), vol. XXVIII, núm. 2, 2022
Universidad del Zulia, República Bolivariana de Venezuela
Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28070565005>

Nivel de interoperabilidad en el sistema de información de la universidad pública en México

Level of interoperability in the public university information system in Mexico

Guillermo Raúl Mejía Bárcena

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México

memo@mejiabarcena.com

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>

id=28070565005

Oliverio Cruz Mejía

Universidad Nacional Autónoma de México, México

oliverio.cruz.mejia@gmail.com

Enrique Ismael Meléndez Ruiz

emelendez23@outlook.com, México

emelendez23@outlook.com

Recepción: 21 Noviembre 2021

Aprobación: 08 Febrero 2022

RESUMEN:

La interoperabilidad de los sistemas de información representa un factor clave para agilizar el intercambio de información en un entorno de colaboración, especialmente en las entidades de la administración pública. Aunque existen varios enfoques sobre este tema relacionados con entidades públicas y organizaciones privadas, se carece de investigaciones en las universidades públicas de México. Esta investigación es un estudio exploratorio de caso, que propone un modelo de madurez para determinar el nivel de interoperabilidad en la Universidad Autónoma de Tamaulipas, el modelo propuesto se basa en los modelos de madurez más utilizados que miden la interoperabilidad. Para la recolección de los datos se realizaron un total de diez entrevistas utilizando la técnica semiestructurada. Una vez medida la interoperabilidad, con el modelo propuesto, se concluye que la institución se encuentra a un bajo nivel organizativo debido a procedimientos y políticas organizacionales, con escaso dominio de la infraestructura tecnológica y de comunicaciones necesaria para estar en el nivel más alto de interoperabilidad.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de información, interoperabilidad, políticas organizacionales, universidades públicas, México.

ABSTRACT:

The interoperability of information systems represents a key factor in streamlining the exchange of information in a collaborative environment, especially in public administration entities. Although there are several approaches on this topic related to public entities and private organizations, there is a lack of research in public universities in Mexico. This research is an exploratory case study, which proposes a maturity model to determine the level of interoperability at the Autonomous University of Tamaulipas, the proposed model is based on the most widely used maturity models that measure interoperability. For data collection, a total of ten interviews were performed using the semi-structured technique. Once interoperability has been measured with the proposed model, it is concluded that the institution is at a low level, due to organizational procedures and policies, but it also faces different challenges due to the different levels at which it is located, since it has the technological and communications infrastructure necessary to be at the highest level of interoperability.

KEYWORDS: Information systems, interoperability, organizational policies, public universities, Mexico.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las instituciones gubernamentales de América Latina han avanzado sustancialmente en la ejecución de políticas públicas apoyadas por soluciones digitales, este crecimiento en ocasiones se ha venido desarrollando en forma desordenada, lo que ha dado lugar a la implementación de soluciones informáticas aisladas. Esto ha traído como consecuencia una fragmentación de los sistemas de información,

que dificulta su agilidad de procesamiento, así como la integridad y oportunidad de la información que generan.

La interoperabilidad se produce cuando diversas aplicaciones y plataformas digitales pueden intercambiar datos, interpretarlos y facilitar su disponibilidad a los usuarios y grupos de interés (Zapata y González, 2009; Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2019). En ese sentido, la interoperabilidad es definida como: “La habilidad de dos o más sistemas o componentes de intercambiar información y utilizar la información que ha sido intercambiada” (Institute of Electrical and Electronics Engineering [IEEE], 2000, p.582).

Por su importancia, Ralyté et al. (2008) sugieren que la Interoperabilidad de los Sistemas de Información (ISI), debe ser incorporada en el plan estratégico de la organización; mientras que Loukis y Charalabidis (2013), afirman que la ISI es considerada en la “Agenda Digital para Europa” de la Comisión Europea, como un factor clave para el desarrollo de una economía y sociedad digital progresiva en la Unión Europea, también concluyen que la misma, tiene gran posibilidad de mejorar la integración de las unidades y procesos de negocio; fomentar la creación de nuevo valor a través de la innovación; así como maximizar los beneficios de las tecnologías de la información.

La característica principal que dificulta la interoperabilidad es la heterogeneidad, los sistemas se componen de programas que están escritos por diferentes personas, en distintos momentos, en diversos lenguajes de programación; y como resultado por lo general proporcionan diferentes interfaces (Zapata y González, 2009).

Dado que las organizaciones requieren la interoperabilidad, estos son algunos de los beneficios que aporta: (1) Mejora la comunicación mediante el intercambio de información, de forma segura; (2) minimiza la replicación mediante la alineación de actividades para una mejor coordinación; (3) estimula la cooperación por los beneficios que ofrece el trabajo compartido, minimizando el esfuerzo humano; (4) crea un ambiente de colaboración y trabajo en equipo entre los participantes; (5) crea interfaces lo suficientemente flexibles para adaptarse a múltiples usos, manteniendo la modularidad (Loukis y Charalabidis, 2013; IEEE Advancing Technology for Humanity, 2017).

Soares y Amaral (2011), realizaron estudios sobre interoperabilidad de los Sistemas de Información (SI) en diversos organismos públicos europeos, y argumentan que son evidencia de falta de interoperabilidad: (1) El retraso en la entrega de trámites y servicios; (2) Llenar y volver a llenar formatos que contienen la misma información; (3) Falta de transparencia para conocer en que paso se encuentra un servicio cuando tiene que pasar por diferentes áreas; (4) Se solicitan los mismos documentos en trámites con periodicidad continua, entre otros.

A pesar de lo mostrado anteriormente sobre los beneficios que otorga la interoperabilidad de los SI, y las consecuencias que puede tener cuando no se le da la debida importancia en las instituciones públicas o privadas, sólo se han realizado un pequeño número de estudios empíricos sobre el valor que la ISI da a las organizaciones (Loukis y Charalabidis, 2013).

Un estudio realizado por Leal, Guédria y Panetto (2019), muestran los costos causados por la falta de interoperabilidad: La Administración de Tecnología del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, estimó en 2004 un costo de \$15.8 billones, relacionados a una deficiente interoperabilidad entre SI de la Industria de Sistemas de Capital; el Instituto de Salud del Oeste, evidenció en 2013 \$30 billones en pérdidas anuales por la falta de interoperabilidad entre diversos segmentos del sistema de sanidad de los Estados Unidos; y por último, el reporte del Sistema Global de la Asociación de Comunicaciones Móviles, mencionó que se pudieron haber ahorrado en costos de cuidados de la salud en la Unión Europea, un aproximado de 99 billones de euros, de haber implementado mejoras de interoperabilidad en sus sistemas.

En cuanto a los SI que se procesan en las universidades, desde las últimas décadas existe una marcada tendencia a establecer una llamada sociedad basada en el conocimiento, donde las universidades juegan un papel importante en formar a los emprendedores e innovadores del presente y el futuro (Shih y Huang, 2017; Cantillo, Pedraza y Suarez, 2021; Ureña et al., 2021).

Con relación a los SI para las universidades, estos deben ser tratados como una categoría especial, puesto que cuentan con procedimientos y procesos específicos que deben ser tomados en cuenta para el diseño e implementación de un SI que cumpla con los requerimientos de la institución (Str#mbei et al., 2016).

De acuerdo con García-Peñalvo (2011); y, Str#mbei et al. (2016), los beneficios que ofrecen los SI en las universidades son entre otros: (1) Formular y ejecutar políticas académicas y programas eficaces; (2) hacer más productivo y eficiente el gasto; (3) facilitar el acceso de los padres de familia, estudiantes y catedráticos a los trámites y servicios académicos; (4) mejorar la productividad y transparencia de la gestión; (5) facilitar la toma de decisiones al contar con información relevante, confiable y oportuna; (6) fortalecer la vinculación entre la academia con las instituciones públicas y privadas; (7) fortalecer la interacción entre los estudiantes, funcionarios y el personal académico; (8) aumentar la competitividad; y (9) tener un ambiente de confianza, transparencia y estabilidad.

Los avances de investigaciones sobre el tema de interoperabilidad de los SI, muestran que los esfuerzos a nivel mundial para resolver el problema de la interoperabilidad, se enfocan principalmente a las ciencias computacionales y a la ingeniería para crear un lenguaje de interoperabilidad universal; el otro enfoque es a nivel de grandes plataformas tecnológicas comerciales para que puedan intercambiar información (Loukis y Charalabidis, 2013).

Leal et al. (2019), realizaron un exhaustivo análisis bibliométrico de las publicaciones existentes en librerías científicas con formato digital sobre el tema de interoperabilidad, en ese estudio se encontraron un total de 447 publicaciones de 1996 a 2018, los temas predominantes hallados están relacionados con ciencias computacionales, servicios de salud, industria militar, y en un menor grado lo referente a ciencias sociales, lo cual indica una falta de investigación científica sobre el tema, sobre todo en esa área.

Con el fin de medir la ISI, se propone un modelo denominado: Niveles de Interoperabilidad de la Universidad Pública (NIUP); la recopilación de la información se realizó a través de la técnica de la entrevista semiestructurada a diez empleados de mandos medios y altos de la organización, en cuanto al análisis de los datos se hizo uso del *software* de Análisis Cualitativo de Datos Asistido por Ordenador (CAQDAS) MAXQDA *Analytics Pro-2020 (Release 20.4.0)*.

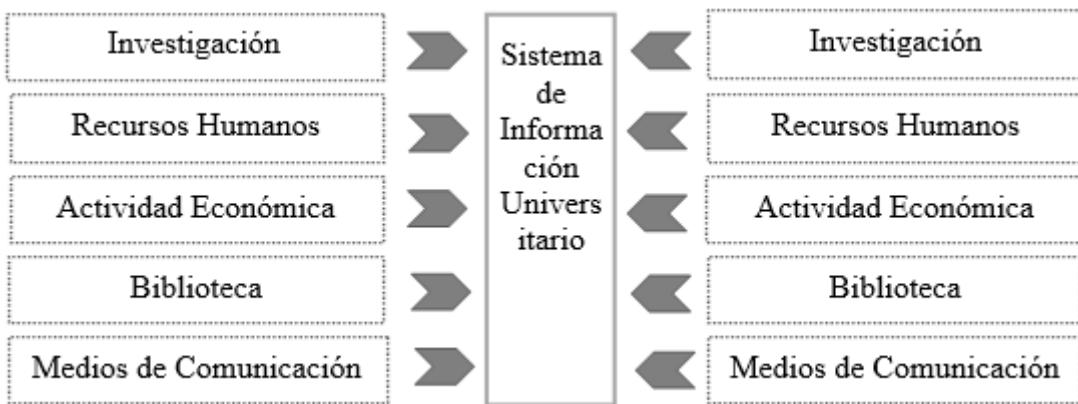
MAXQDA es uno de los CAQDAS más populares en el mercado actual. Este *software* permite ordenar las categorías de análisis y clasificar segmentos de documentos o entrevistas transcritas, mostrar gráficos y tablas respectivas de estas categorías (Saillard, 2011; Fontanella, 2020). Por lo tanto, MAXQDA es el *software* utilizado para procesar la información recopilada en esta investigación.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. La gestión de la tecnología en la universidad

Siendo los formadores de los profesionales de la era de la información y el conocimiento, es un gran reto para las universidades hoy en día, la gestión de la tecnología, actualmente, existe una clara relación entre la tecnología y la eficiencia con la que la universidad puede responder en sus procesos administrativos y académicos (García-Peñalvo, 2011; López, 2013; Escorcia y Barros, 2020; Ureña et al., 2021). Así, los procesos básicos necesarios para interoperar a través del sistema de información universitario de acuerdo con Komka y Daunoravicius (2001), se muestran en la Figura I.

FIGURA I:
Principales procesos del SI universitario



Elaboración propia, 2021 adaptado de Komka y Daunoravicius (2001).

En cuanto al proceso de investigación, consiste en llevar un control automatizado de las investigaciones, logros y publicaciones de los investigadores; las actividades académicas que tienen que ver con la automatización de los procesos de inscripción, cuotas, becas, incentivos, planes de estudio; llevar un control y seguimiento de los profesores y sus certificaciones, de los estudiantes y sus movilidades; *kardex* académico, así como capacitaciones; por otra parte, la automatización de los recursos humanos, permite contar con la información completa del personal universitario, la información precisa sobre las plazas ocupadas, horarios y salarios (Komka y Daunoravicius, 2001).

El control de los activos, de las Tecnologías de la Información (TI), compras, proveedores, servicios generales, y contratos, son subsistemas del sistema administrativo; en cuanto a la actividad económica, se refiere al control de los beneficios de ingresos por tasas de interés, donaciones y otras actividades; asimismo, las actividades financieras permiten el control automatizado de los ingresos y gastos, el presupuesto, como también el sistema contable. Los sistemas bibliotecarios, controlan los libros físicos, el repositorio institucional y las bases de datos científicas, así como su disponibilidad y acceso (Komka y Daunoravicius, 2001).

Las instalaciones físicas de la universidad son gestionadas por el sistema de infraestructura; las publicaciones, programas de radio y televisión, actualizaciones del sitio *web* y redes sociales, son llevadas por el sistema de medios de comunicación. Por último, el sistema de vinculación permite el seguimiento de exalumnos, convenios con empresas, instituciones públicas, así como prestadores de servicio social (Komka y Daunoravicius, 2001).

1.2. Antecedentes y dominios de interoperabilidad

El concepto de interoperabilidad en los SI no es realmente nuevo; el modelo ISO 9126 publicado en 1991, se utiliza para evaluar la calidad de los sistemas de información y hace referencia al concepto de interoperabilidad como una sub característica de funcionalidad, que corresponde a una de las seis principales características que miden la calidad de los SI (Al-Qutaish, 2010).

En la actualidad el concepto de interoperabilidad ha cobrado una importancia y atención mucho mayor debido a: (1) El progreso en la interconectividad que ofrecen las infraestructuras de *Internet*, la *Web* y los sistemas distribuidos, permitiendo un mayor acceso a un gran número de fuentes de información; (2) aumento en la especialización del trabajo, la necesidad de analizar datos, lo que lleva a la creación de

información y conocimiento y su posterior reutilización y uso compartido; y, (3) la necesidad de minimizar la replicación de datos y pasos para realizar procesos (Sheth, 2015).

Según Ullberg, Chen y Johnson (2009); y, Chen (2017), los dominios de interoperabilidad se refieren al nivel o área donde ocurre, sus características son: (1) **Proceso**: Comportamiento del proceso involucrado en los sistemas institucionales que requieren el intercambio de información; (2) **Datos**: Incluye todos los datos (internos o externos) que fluyen en la organización; (3) **Servicio**: Este dominio está relacionado con la infraestructura tecnológica y de comunicaciones que hace posible las interacciones entre los sistemas, también con los diferentes sistemas, plataformas y aplicaciones que permiten el procesamiento e intercambio de información, así como con el servicio prestado por el área de tecnologías de la información; y, (4) **Negocio**: Trabajo de forma armonizada a nivel de organización tomando en cuenta las diferentes formas de toma de decisiones, métodos de trabajo, legislaciones y cultura de la empresa, para facilitar el intercambio de información.

1.3. Medición del nivel de la ISI

Para la evaluación de la interoperabilidad, los modelos de madurez juegan un papel preponderante puesto que identifican las etapas a través de las cuales los sistemas y organizaciones deben evolucionar o madurar, con el fin de mejorar su capacidad de interoperar (C4ISR Architecture Working Group, 1998; Camara, Ducq y Dupas, 2014). El Cuadro 1, muestra los principales modelos de madurez de interoperabilidad según Leal et al. (2016).

CUADRO 1
Modelos más representativos para evaluar la interoperabilidad de los SI

Modelo	Características Principales
LISI: Niveles de Interoperabilidad de los sistemas de información (C4ISR Architecture Working Group, 1998)	Identifica y evalúa el grado de interoperabilidad entre organizaciones o sistemas. Tiene un enfoque más técnico.
LCIM: Modelo de Niveles de Interoperabilidad Conceptual (Tolk y Muguira, 2003)	Propone niveles conceptuales que evalúan la sintaxis y las diferencias semánticas entre los sistemas
MMEI: Modelo para la Interoperabilidad Empresarial (Guédria, Naudet y Chen, 2015)	Evaluá la interoperabilidad antes de implementarse en las organizaciones, con el fin de hacerlas interoperables en el futuro
EIMM: Interoperabilidad Empresarial Modelo de Madurez (ATHENA, 2005)	Mejora la capacidad de las empresas en relación con el intercambio de información, determinando las áreas en las que una empresa debería trabajar.
OIMM Modelo de Madurez de Interoperabilidad Organizacional (Clark y Jones, 1999)	Amplía el modelo LISI, se centra en los criterios para evaluar los aspectos organizacionales de la interoperabilidad
PAICM Modelo de Capacidad de Interoperabilidad de la Administración Pública (Almeida et al., 2019)	Se enfoca en medir el nivel de interoperabilidad para las instituciones de la administración pública

Elaboración propia, 2021 en base a Leal et al. (2016).

2. METODOLOGÍA

Para cumplir con el objetivo planteado, esta investigación es un estudio de caso, que utiliza el método cualitativo. Según Yin (2009), un estudio de caso es una investigación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo en el contexto de la vida real y donde se utilizan múltiples fuentes de evidencia; mientras

Eisenhardt (1989), argumenta que se refiere a una estrategia de investigación que se centra en la comprensión de la dinámica presente por medio del estudio de un entorno único. En este sentido, el estudio de caso se centra en la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) en México.

La UAT es una universidad pública del estado de Tamaulipas, México; cuenta con un aproximado de 40.000 estudiantes distribuidos en 8 campus universitarios en las principales ciudades del estado. Del total de estudiantes matriculados en instituciones de educación superior públicas y privadas en Tamaulipas, el 32% estudia en la UAT, convirtiéndola en la universidad más importante del estado (UAT, 2016).

2.1. Modelo de madurez propuesto para medir el nivel de interoperabilidad

Los modelos de madurez analizados anteriormente en el Cuadro 1, tienen características similares y difieren principalmente en su enfoque: El Modelo LISI, tiene un enfoque técnico (C4ISR Architecture Working Group, 1998); el Modelo LCIM, se orienta principalmente a las diferencias semánticas y conceptuales de los sistemas (Tolk y Muguira, 2003); mientras que los modelos MMEI (Guédria et al., 2015), EIMM (ATHENA, 2005), y OIMM (Clark y Jones, 1999), tienen un enfoque empresarial; y el Modelo PAICM, se centra en la administración pública (Almeida et al., 2019). El Cuadro 2, muestra un comparativo de las características de los modelos LISI, LCIM y MMEI, que se utilizan en la elaboración del modelo de medición propuesto.

CUADRO 2
Comparativo de los modelos LISI, LCIM y MMEI

Nivel	Modelo LISI (C4ISR Architecture Working Group, 1998)	Modelo LCIM (Tolk y Muguiria, 2003)	Modelo MMEI (Guédria et al., 2015)
Nivel 0	Sistemas aislados: No existe conectividad, integración de datos entre diferentes sistemas se lleva a cabo en forma manual.	Sistemas de datos específicos: No existe interoperabilidad entre sistemas, desarrollos en base a incrementos. Datos no compartidos y poco documentados, proliferación de uso de hojas de cálculo.	No preparado: Sistemas aislados. Intercambio de información entre sistemas se da en forma manual ya que no se cuenta con la preparación para compartir información.
Nivel 1	Sistemas conectados: Conexión 1 a 1, Conexión electrónica entre sistemas con algún tipo de intercambio de datos electrónico simple, como el correo electrónico, dispositivos auxiliares y la voz	Datos documentados: Los datos se estandarizan y documentan. Una vez que se documentan los datos, se puede establecer un mapeo de los sistemas construidos para interconectar los datos con otros sistemas.	Definido: El sistema puede realizar algunas operaciones de interoperabilidad básicas con otros sistemas de forma limitada.
Nivel 2	Sistemas distribuidos: Grupos de colaboración intercambiando información, sistemas funcionando en red local permitiendo la transferencia de datos de un sistema a otro.	Datos estáticos alineados: Los datos se encuentran documentados usando un modelo de referencia común, por lo que se pueden describir sin ambigüedades.	Alineado: Procesos, modelos, datos y servicios se basan en normas y prácticas estandarizadas. Recursos adecuados y responsabilidades asignadas para facilitar el intercambio de información. Capacitación sobre interoperabilidad al personal clave
Nivel 3	Sistemas integrados: Intercambio de información de bases de datos a todos los niveles, la conexión entre sistemas se realiza a través de redes de área amplia (WAN), se apoya la colaboración grupal.	Datos dinámicos alineados: Se hace uso de un "lenguaje base" para hacer visible el comportamiento del dato para el integrador y lograr cubrir el intercambio dinámico de información.	Organizado: Este nivel permite a una empresa trabajar simultáneamente con diferentes grupos de interés.
Nivel 4	Sistemas universales: Intercambio de información y aplicaciones a todos los niveles, los usuarios acceden a los datos en forma simultánea, aplicaciones y datos se comparten totalmente logrando la interoperabilidad total.	Datos armonizados: Existe una conexión semántica entre los datos que se encuentran relacionados al código de ejecución. Se desarrolla un modelo para simular la operación e interoperabilidad de los sistemas tomando en cuenta la armonización de los datos y sus relaciones para asegurar la interoperabilidad.	Adaptado: La empresa trabaja en un entorno empresarial y de comunicaciones totalmente dinámico. El tiempo y esfuerzo para preparar la interoperabilidad de los SI, con un nuevo asociado heterogéneo que se une a la red se reduce considerablemente. En este nivel superior de madurez, capacidad ágil de adaptación a cambios y oportunidades.

Elaboración propia, 2021 basado en C4ISR Architecture Working Group (1998); Tolk y Muguiria (2003); y, Guédria et al. (2015).

De igual manera, el Cuadro 3 muestra un comparativo de las características de los modelos EIMM, OIMM y PAICM, que se utilizan en la elaboración del modelo de medición propuesto.

CUADRO 3
Comparativo de los modelos EIMM, OIMM y PAICM

Nivel	Modelo EIMM (ATHENA, 2005)	Modelo OIMM (Clark y Jones, 1999)	Modelo PAICM (Almeida et al., 2019)
Nivel 0	Realizado: El modelado y colaboración empresarial se realiza, pero de forma básica y caótica. Las relaciones con entidades externas no se planifican. No se utiliza todo el potencial de la tecnología	Independiente: La interacción entre organizaciones o áreas se da por el contacto personal. La comunicación se da por teléfono, e-mail y contacto personal en las reuniones.	El modelo PAICM comienza en el nivel 1 -
Nivel 1	Modelado: El modelado y colaboración empresarial se hace de manera estandarizada. Se aplican metamodelos, se definen las responsabilidades, el personal entiende el modelo de empresa y saben cómo ejecutarlo, se utilizan tecnologías de red de comunicaciones para colaborar.	Ad hoc (adecuado): En este nivel sólo existen estructuras organizacionales limitadas que podrían apoyar acuerdos básicos de cómo implementar la interoperabilidad, donde puede haber algún objetivo general compartido.	Ad Hoc: Solo unos pocos procesos se encuentran documentados, existen tareas y acciones algo caóticas. La interoperabilidad está muy limitada y se produce de forma repentina y ocasional. El éxito depende de las habilidades del personal y no de procesos consolidados
Nivel 2	Integrado: Los modelos empresariales se han documentado, comunicado y usado oficialmente. El modelo tiene trazabilidad hasta los sistemas empresariales, la colaboración empresarial se facilita mediante tecnologías de interoperabilidad.	Colaborativo: Existen estructuras reconocidas para apoyar la interoperabilidad y se reconocen los objetivos compartidos, pudiendo producir una importante comunicación e intercambio de conocimientos.	Definido: Se documentan los procesos y actividades, hay pocos (o ninguno) controles, la interoperabilidad se encuentra limitada y ocurre debido a que existen documentos, procesos y procedimientos formales, se cumplen los objetivos de acuerdo como se vaya presentando la necesidad.
Nivel 3	Interoperable: Los modelos empresariales apoyan la interoperabilidad dinámica y la adaptación a los cambios. Las personas se adaptan al modelo empresarial. Los resultados y las métricas de los procesos se definen como una base para la mejora continua	Integrado: Existen sistemas de valores y objetivos compartidos, un entendimiento común y una preparación para interoperar, las estructuras se encuentran vigentes y se practican, sin embargo, todavía hay vínculos residuales con una organización de origen.	Gestionado: Existen controles, gestión y capacitación relacionados con la interoperabilidad. Mediciones se realizan a nivel de proyecto y/o áreas, pero no se formalizan para todos los procesos. La interoperabilidad se produce como una estrategia de gestión, todavía no se encuentra institucionalizada.
Nivel 4	Optimizado: Los modelos empresariales permiten a la organización adaptarse a los cambios del entorno de manera y flexible, las tecnologías innovadoras se aplican continuamente para mejorar la interoperabilidad.	Unificado: Los objetivos organizacionales, los sistemas de valores, la estructura/estilo de mando y las bases de conocimiento se comparten en todo el sistema. La organización es interoperable de manera continua	Institucionalizado: Procesos, atributos y prácticas de directrices relacionadas con la interoperabilidad, se institucionalizan en la organización. Por su importancia, la interoperabilidad cuenta con un enfoque estratégico y está integrada en el plan estratégico de la organización. La interoperabilidad y la organización, en general, pueden adaptarse a los cambios del entorno en forma ágil y flexible.

Elaboración propia, 2021 basado en Clark y Jones (1999); ATHENA (2005); y, Almeida et al. (2019).

Con base en los Cuadros 2 y 3 descritos anteriormente, se construye el modelo NIUP (Niveles de Interoperabilidad de la Universidad Pública) propuesto para medir el nivel de interoperabilidad de la institución analizada, cuyas características se describen a continuación:

Nivel (0) Sistemas Institucionales Aislados: No existe interoperabilidad entre sistemas; datos no compartidos y poco documentados; pocos procesos documentados; no existen planes del organismo rector para agilizar el intercambio de información; no se cuenta con una estructura formal en el área de TI; existen limitaciones en cuanto a conectividad y equipo de cómputo.

Nivel (1) Sistemas Institucionales Conexión Básica: Intercambio de datos electrónico simple como correo electrónico, *usb*, redes sociales; el desarrollo de sistemas institucionales es en base a incrementos de como se presentan las necesidades; los procesos se documentan, los datos se estandarizan y documentan; no hay planes de facilitar el intercambio de información con enfoque estratégico; la interoperabilidad se da de forma limitada y se produce principalmente debido a la existencia de documentos, procesos, así como procedimientos formales; existen áreas dentro de la institución que desarrollan sus propias aplicaciones informáticas sin tomar en cuenta los estándares del área de TI del organismo rector.

Nivel (2) Sistemas Institucionales Conexión a Nivel Local: Se refuerza el equipamiento tecnológico, los sistemas permiten el intercambio de información por medio de redes locales; se establecen normas para la alineación con otros procesos, se establecen normas y métodos de gestión de datos; se capacita al personal a fin de implementar procedimientos para el intercambio de información; la interoperabilidad se da a nivel proyecto o departamento; el personal de TI se capacita y fortalece en cantidad, así como en habilidades, pero no cuenta con una estructura bien definida.

Nivel (3) Sistemas Institucionales Integrados: Intercambio de información por medio de bases de datos entre el organismo rector y los campus universitarios a través de redes de área amplia *WAN*; los datos se intercambian de manera estática, más no de forma dinámica; existen plataformas y herramientas para la ejecución colaborativa de procesos; existen controles, gestión, así como capacitación relacionada con la interoperabilidad; se realizan mediciones a nivel área o proyecto, pero no institucionalizadas en toda la organización.

Nivel (4) Interoperabilidad Total en la Institución: Intercambio de información ágil y oportuna en todos los niveles entre organismo rector y campus universitarios, con lo que se logra la interoperabilidad total; todos los datos se encuentran estandarizados en la institución y se intercambian en forma dinámica; los procesos, dominios e indicadores relacionados con la interoperabilidad se institucionalizan en la organización; por su importancia la interoperabilidad se encuentra integrada al plan estratégico de la organización; los SI generan automáticamente los indicadores que facilitan la toma de decisiones a nivel gerencial; el área de TI se encuentra en la estructura organizacional a nivel ejecutivo alto y sus lineamientos se hallan estandarizados en toda la organización.

En este sentido, las variables e indicadores que se utilizarán para medir el nivel de interoperabilidad de la institución a través del Modelo NIUP, son resultado del análisis conceptual realizado. El Cuadro 4, muestra el dimensionamiento de los dominios de interoperabilidad.

CUADRO 4
Dimensionamiento de los dominios de interoperabilidad

Constructo	Variable	Dimensiones	Indicadores
Dominios de interoperabilidad Referencias (Tolk y Muguira, 2003; Ralyté et al., 2008; Yzquierdo y González, 2009; Ullberg et al., 2009; Soares y Amaral, 2011; Solli-Sather, 2011; Loukis y Charalabidis, 2013; Sheth, 2015; Almeida et al., 2019)		Contenido del proceso	Trazabilidad Precisión Eficiencia
		Semántica del proceso	No redundancia del proceso Documentado, estandarizado Integridad
		Interoperabilidad del proceso	Flexibilidad para responder a cambios inesperados Tiempo en la ejecución de una tarea
		Oportunidad del proceso	Actualidad Equipo de cómputo y telecomunicaciones moderno
		Infraestructura tecnológica	Equipo de cómputo y telecomunicaciones suficiente Protocolos de comunicación definidos
	Interoperabilidad del servicio	Recursos humanos área de informática	Estructura área de informática Habilidades del personal de informática Oportunidad del servicio Facilidad de uso
		Sistemas, aplicaciones y plataformas tecnológicas	Intercambio de información Flexibilidad a los cambios Seguridad Cantidad de tareas automatizadas Voluntad política de los directivos
	Interoperabilidad del negocio	Tipo de liderazgo	Colaboración y comunicación entre áreas
		Tipo de administración	No redundancia en trámites Flexibilidad a los cambios Aspectos legales
	Interoperabilidad de los datos	Contenido de los datos	Exactitud Suficiencia Disponibilidad
		Semántica de los datos	No redundancia Utilidad
		Oportunidad de los datos	Prontitud para responder a cambios inesperados Oportunidad Actualización dinámica de los datos

Elaboración propia, 2021.

Para recopilar la información necesaria, se realizaron entrevistas detalladas, utilizando el enfoque semiestructurado, que permitió que la investigación siguiera nuevas líneas de interés y que pudiera ser parcialmente guiada por los participantes. Una de las ventajas del enfoque cualitativo es examinar a los entrevistados mientras realizan la entrevista, lo que permite observar sus percepciones. Además, la investigación cualitativa tiene el potencial de mejorar la comprensión de las experiencias vividas y proporcionar datos útiles, que los enfoques cuantitativos basados en encuestas no pueden proporcionar (Dana y Dumez, 2015).

Las entrevistas se realizaron al personal directivo que labora en la institución, en total se entrevistaron diez trabajadores, cinco de ellos con nivel directivo que laboran en la rectoría, y los otros cinco con nivel de

coordinación que laboran en facultades o unidades académicas; todos ellos usuarios de los SI que se utilizan en la institución.

De los diez participantes, siete de ellos cuentan con nivel de doctorado y los otros tres tienen nivel de maestría, pero que actualmente se encuentran estudiando en un programa de doctorado; se seleccionaron con alto grado académico debido a que Saldarriaga et al. (2022), sostienen que los profesores de instituciones de educación pública con altos niveles de estudios muestran un mayor compromiso y grado de resiliencia hacia la institución donde laboran.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez recopilada la información se creó una estructura de códigos y subcódigos, la cual se registró en el *software* de análisis de datos cualitativos MAXQDA versión 12, así como la transcripción digitalizada de las entrevistas. Se crearon en MAXQDA cinco categorías basadas en el modelo NIUP. Asimismo, para cada categoría se crearon cuatro subcódigos correspondientes a los dominios de interoperabilidad, donde cada uno de estos dominios fue analizado con sus principales dimensiones e indicadores, descritos anteriormente en el Cuadro 4.

Como resultado de la transcripción de las entrevistas en MAXQDA, se realizó un análisis semántico de cada respuesta para cada entrevista, y tomando como base el Modelo NIUP, se registró en el código y subcódigo correspondiente. La frecuencia del procesamiento resultante se muestra en el Cuadro 5.

CUADRO 5
 Resultados del procesamiento del análisis de las entrevistas con el software MAXQDA

Nivel Descripción	Incidencia Σ
Nivel 0: Sistemas Aislados No existe interoperabilidad entre sistemas; Datos no compartidos y poco documentados; Pocos procesos documentados; No existen planes del organismo rector para agilizar el intercambio de información; No se cuenta con una estructura formal en el área de TI; Existen limitaciones en cuanto a conectividad y equipo de cómputo.	0
Nivel 1: Conexión Básica Intercambio de datos electrónico simple como correo electrónico, usb, redes sociales; El desarrollo de sistemas institucionales es en base a incrementos a como se presentan las necesidades; Los procesos se documentan, los datos se estandarizan y documentan; No hay planes de facilitar el intercambio de información (interoperabilidad) con enfoque estratégico; La interoperabilidad se da de forma limitada y se produce principalmente debido a la existencia de documentos, procesos y procedimientos formales; Existen áreas dentro de la institución que desarrollan sus propias aplicaciones informáticas sin tomar en cuenta los estándares del área de TI del organismo rector.	107
Nivel 2: Conexión Local Se refuerza el equipamiento tecnológico, los sistemas permiten el intercambio de información por medio de redes locales; Se establecen normas para la alineación con otros procesos, se establecen normas y métodos de gestión de datos; Se capacita al personal para implementar procedimientos para el intercambio de información; La interoperabilidad se da a nivel proyecto o departamento; El personal de TI se capacita y fortalece en cantidad y habilidades, pero no cuenta con una estructura bien definida.	46
Nivel 3: Sistemas Integrados Intercambio de información por medio de bases de datos entre el organismo rector y los campus universitarios por medio de redes de área amplia WAN; Los datos se intercambian de manera estática, más no de forma dinámica; Existen plataformas y herramientas para la ejecución colaborativa de procesos; Existen controles, gestión y capacitación relacionada con la interoperabilidad; Se realizan mediciones a nivel área o proyecto, pero no institucionalizadas en toda la organización.	35
Nivel 4: Interoperabilidad Total Intercambio de información ágil y oportuna en todos los niveles entre organismo rector y campus universitarios, con lo que se logra la interoperabilidad total; Todos los datos se encuentran estandarizados en la institución y se intercambian en forma dinámica; Los procesos, dominios e indicadores relacionados con la interoperabilidad se institucionalizan en la organización; Por su importancia la interoperabilidad se encuentra integrada al plan estratégico de la organización; Los SI generan automáticamente los indicadores que facilitan la toma de decisiones a nivel gerencial; El área de TI se encuentra en la estructura organizacional a nivel ejecutivo alto y sus lineamientos se encuentran estandarizados en toda la organización.	26

Elaboración propia, 2021.

Como puede observarse, la unidad de análisis se encuentra en diferentes niveles de interoperabilidad, con una mayor frecuencia de incidencias en el Nivel 1 que corresponde a los Sistemas Conexión Básica con 107, por lo que se puede concluir que la unidad de análisis se encuentra a ese nivel bajo de interoperabilidad donde el intercambio de información se da principalmente a través de medios auxiliares digitales.

El nivel que ocupa el segundo lugar con mayor número de incidencias corresponde al Nivel 2 Conexión Local, donde su principal característica es que la información es intercambiada a través de redes locales, este nivel cuenta con 46 incidencias; le sigue en el tercer lugar el Nivel 3 Sistemas Integrados con 35, donde se da la interoperabilidad de los SI en diversas áreas de la organización, pero no al nivel institucional, debido a la utilización de redes de área amplia y bases de datos estandarizadas; le sigue el Nivel 4 con 26 incidencias correspondiente a la Interoperabilidad Total, que representa al nivel de madurez que la unidad de análisis debe alcanzar, este escalonamiento debe realizarse en forma gradual. Cabe aclarar que no resultaron incidencias en el Nivel 0 Sistemas Aislados.

Una de las ventajas de los modelos de medición de madurez, es que permiten analizar en forma detallada las dimensiones e indicadores que resultaron con mayor frecuencia de incidencias en cada nivel, para así tener un diagnóstico más acertado de qué dominios de interoperabilidad hay que trabajar para subir de nivel hasta alcanzar la interoperabilidad total.

Con el fin de realizar un análisis detallado de los resultados de la aplicación del modelo NIUP, se analizan a detalle las incidencias obtenidas de la codificación con el *software* de análisis cualitativo MAXQDA, para el nivel 1 el cual resultó con mayor número de ocurrencias. La Tabla 1, proporciona el resultado del análisis para el Nivel 1 y muestra que la mayor cantidad de incidencias de los cuatro niveles se da en este nivel con 107, destacando la interoperabilidad del proceso con 31 frecuencias, de los datos con 30, y del negocio con 29.

TABLA 1

Resultados del análisis de las entrevistas con el software MAXQDA, para el nivel de madurez 1

N1: Sistemas Conexión Básica $\Sigma = 107$		Indicador	Σ
Dominio	Dimensión		
N1 Interoperabilidad del proceso $\Sigma = 31$	N1ProcesoContenido $\Sigma = 17$	N1PCTrazabilidad	2
		N1PCPrecisión	0
		N1PCEficiencia	15
	N1ProcesoOportunidad $\Sigma = 6$	N1POFlexibilidadCambios	0
		N1POActualidad	1
		N1POTiempoTarea	5
	N1ProcesoSemantica $\Sigma = 8$	N1PSIntegridad	0
		N1PSDocumentadoEstandarizado	0
		N1PSNoRedundancia	8
N1 Interoperabilidad de los datos $\Sigma = 30$	N1DatosOportunidad $\Sigma = 13$	N1DOActualizacionDinamica	7
		N1DOOportunidad	6
		N1DOProntitudCambios	0
	N1DatosSemantica $\Sigma = 9$	N1DSUtilidad	2
		N1DSNoRedundancia	7
	N1DatosContenido $\Sigma = 8$	N1DCDisponibilidad	7
		N1DCEexactitud	1
		N1DCSuficiencia	0
N1 Interoperabilidad del servicio $\Sigma = 17$	N1ServiciosAplicaciones $\Sigma = 10$	N1SATareasAutornatizadas	2
		N1SAFlexibilidadCambios	1
		N1SAIntercambioInformacion	7
		N1SAFacilidadUso	0
	N1RHServiciosAreaTI $\Sigma = 7$	N1RHOPportunidad	0
		N1RHHabilidades	0
		N1RHEstructura	7
N1 Interoperabilidad del negocio $\Sigma = 29$	N1ServiciosInfraestructura $\Sigma = 0$	N1SIProtocolosComunicacion	0
		N1SIEquipoSuficiente	0
		N1SIEquipoModerno	0
	N1NegocioTipoAdministracion $\Sigma = 4$	N1TAFlexibilidadCambios	1
	N1NegocioTipoLiderazgo $\Sigma = 25$	N1TANoRedundanciaTramites	3
		N1TLColaboracionComunicacion	9
		N1TLVoluntadPolitica	16

Elaboración propia, 2021.

El nivel 1 se refiere a una interoperabilidad básica, el análisis a nivel dominio/dimensión/indicador con incidencias mayores a 5 se detalla a continuación:

- Proceso/Contenido/Eficiencia:** Los procesos se realizan a través de medios electrónicos auxiliares.
- Proceso/Semántica/No redundancia:** Se refiere a procesos que se duplican en forma periódica.
- Datos/Oportunidad/Actualización Dinámica:** Los datos se actualizan en forma estática más no en forma dinámica.
- Datos/Oportunidad/Oportunidad:** Se refiere a que cierta información se retrasa.
- Datos/Semántica/No redundancia:** Existe duplicidad de información.
- Datos/Contenido/Disponibilidad:** Falta de disponibilidad de información.
- Servicio/Aplicaciones/IntercambioInformación:** Falta de intercambio de información entre los SI.
- Servicio/ÁreaTI/Estructura:** El área de TI de la Institución cuenta con estructuras aisladas en cuanto a la organización de sus recursos humanos.
- Negocio/TipoLiderazgo/Voluntad Política:** Se refiere a la falta de disposición de los directivos para facilitar la colaboración y el intercambio de información.

CONCLUSIONES

Este trabajo se centró en evaluar el nivel de interoperabilidad de los sistemas de información que actualmente operan en la universidad pública, tomando como unidad de análisis la Universidad Autónoma de Tamaulipas, utilizando el Modelo NIUP propuesto, el modelo presenta un análisis multidimensional donde se analiza la interoperabilidad del negocio, del servicio, del proceso y la interoperabilidad de los datos.

La aplicación del modelo en la unidad de análisis indica que: El modelo NIUP propuesto, aplicado junto con la herramienta de *software* de análisis de datos cualitativos adecuado, funciona para medir el nivel de interoperabilidad de las instituciones públicas de nivel superior; además, en base a los resultados, debido a la frecuencia de la codificación, se observa que la institución se encuentra en diferentes niveles de interoperabilidad, aunque con una mayor incidencia en el Nivel 1, que corresponde a los sistemas con conexión básica.

Asimismo, la institución cuenta con personal capacitado y la infraestructura tecnológica y de comunicaciones necesaria para estar en un mejor nivel de interoperabilidad. También se evidenció que la institución enfrenta diferentes retos en función de los diferentes niveles de madurez en que se encuentra; así como que los beneficios de la interoperabilidad de los SI varían según el nivel de madurez alcanzado.

El Modelo NIUP propuesto para medir el nivel de interoperabilidad en la universidad pública, puede ser utilizado por diferentes investigadores enfocados en estudios de las ciencias sociales y computacionales, con el fin de analizar cómo la ISI afecta el desempeño de las instituciones públicas de educación superior.

Como una aportación importante para la teoría, es el desarrollo de un nuevo modelo para medir el nivel de interoperabilidad de la universidad pública, lo cual es una novedad en la actualidad, puesto que no existe una metodología para medir la interoperabilidad en ese tipo de instituciones, los modelos de madurez actuales tienen otros enfoques; además que la interoperabilidad de los SI es un tema poco estudiado, pero está reconocido que es de vital importancia para agilizar el intercambio de información.

Una vez aplicado el NIUP, conociendo el nivel de madurez en la institución, por ser un modelo multidimensional, se puede desarrollar una estrategia de interoperabilidad con la finalidad que la organización alcance un nivel de madurez superior, al lograrlo, resulta más factible el desarrollo de investigaciones empíricas con enfoque cuantitativo, que mida la percepción sobre los beneficios de la ISI, en los grupos de interés involucrados en el manejo de los SI de la institución.

Para la institución analizada es de vital importancia elevar el tema de la interoperabilidad al plan estratégico de la organización, desarrollar un proyecto integral para su implementación y asignar el presupuesto necesario con la finalidad de alcanzar las metas propuestas.

Parte de la falta de eficiencia en los procesos y la redundancia de solicitar los mismos documentos en procedimientos periódicos, incluso cuando la información está automatizada y disponible en formato digital, es que al ser la universidad una entidad pública, es auditada por agencias federales que requieren documentos comprobatorios en papel.

Por lo que, se considera como una futura línea de investigación la interoperabilidad de los organismos federales que auditán a la universidad pública, con lo cual se puede cerrar el círculo de interoperabilidad, esto mismo sucede con los organismos descentralizados encargados de promover la investigación científica, solicitan la misma información en diferentes plataformas para llevar control de las investigaciones, además de otorgar becas y apoyos a los investigadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, J. M., De Freitas, E., Alves, E., y Panetto, H. (2019). A capability model for public administration interoperability. *Enterprise Information Systems*, 14(8), 1071-1101. <https://doi.org/10.1080/17517575.2018.1564154>

- Al-Quaish, R. (2010). Quality models in software engineering literature: An analytical and comparative study. *Journal of American Science*, 6(3), 166-175.
- ATHENA Integrated Project (2005). *Deliverable DA1.4: Framework for the establishment and management methodology*. ATHENA. http://mossec.org/html/ATHENA/Deliverables/Deliverables%20provided%20to%20EC%202nd%206%20months/050314_Athena_DA141_V10.pdf
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID (2019). *El ABC de la interoperabilidad de los servicios sociales: Marco conceptual y metodológico*. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0001834>
- Camara, M. S., Ducq, Y., y Dupas, R. (2014). A methodology for the evaluation of interoperability improvements in inter-enterprises collaboration based on causal performance measurement models. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 27(2), 103-119. <https://doi.org/10.1080/0951192X.2013.800235>
- Cantillo, N., Pedraza, C. J., y Suarez, H. (2021). Formación del emprendimiento social: Compromiso de la Universidad de la Guajira en Colombia. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(1), 216-229. <https://doi.org/10.31876/rvcs.v27i1.35308>
- Chen, D. (2017). Framework for enterprise interoperability. In B. Archimède y B. Vallespir (Eds.), *Enterprise interoperability: INTEROP#PGSO vision, Volume 1* (pp. 1-18). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119407928.ch1>
- Clark, T., y Jones, R. (29 June, 1 July 1999). Organisational interoperability maturity model for C2. *Proceedings of the Command & Control Research & Technology Symposium (CCRTS)*, 1999. http://www.dodccrp.org/events/1999_CCRTS/intro.htm
- C4ISR Architecture Working Group (1998). Levels of Information Systems Interoperability (LISI). <https://www.defense.gov/>
- Dana, L. P., y Dumez, H. (2015). Qualitative research revisited: epistemology of a comprehensive approach. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 26(2), 154-170.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532-550. <https://doi.org/10.2307/258557>
- Escorcia, J. y Barros, D. (2020). Gestión del conocimiento en Instituciones de Educación Superior: Caracterización desde una reflexión teórica. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVI(3), 83-97. <https://doi.org/10.31876/rvcs.v26i3.33235>
- Fontanella, C. (2020). The best 10 qualitative data analysis software in 2020. *HubSpot*. <https://blog.hubspot.com/service/qualitative-data-analysis-software>
- García-Peña, F. J. (2011). La universidad de la próxima década: La universidad digital. En C. Suárez F. J. García-Peña (Eds.), *Universidad y desarrollo social de la web* (pp. 181-197). Editandum.
- Guédria, W., Naudet, Y., y Chen, D. (2015). Maturity model for enterprise interoperability. *Enterprise Information Systems* 9(1), 1-28. <https://doi.org/10.1080/17517575.2013.805246>
- IEEE Advancing Technology for Humanity (2017). Interoperability. EITBOK. <http://eitbokwiki.org/Interoperability>
- Institute of Electrical and Electronics Engineering - IEEE (2000). *The Authoritative Dictionary of IEEE Standards Terms, Seventh Edition*. IEEE <https://doi.org/10.1109/IEEEESTD.2000.322230>
- Komka, A., y Daunoravicius, J. (2001). Information system of University: Goals and problems. *Vilnius Gediminas Technical University*, 46-51.
- Leal, G., Guédria, W., Panetto, H., y Lezoche, M. (2016). Towards a comparative analysis of interoperability assessment approaches for collaborative enterprise systems. In M. Borsato, N. Wognum, M. Peruzzini, J. Stjepandić y W. J. C. Verhagen (Eds.), *Transdisciplinary engineering: Crossing boundaries* (pp. 45-54). <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-703-0-45>
- Leal, G., Guédria, W., y Panetto, H. (2019). Interoperability assessment: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 106, 111-132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.002>

- López, M. C. (2013). Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el docente universitario. El caso de la Universidad de Guadalajara. *Perspectiva Educacional*, 52(2), 4-34. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.52-Iss.2-Art.180>
- Loukis, E. N., y Charalabidis, Y. K. (2013). An empirical investigation of information systems interoperability business value in European firms. *Computers in Industry*, 64(4), 412-420. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.01.005>
- Ralyté, J., Jeusfeld, M. A., Backlund, P., Kühn, H., y Arni-Bloch, N. (2008). A knowledge-based approach to manage information systems interoperability. *Information Systems*, 33(7-8), 754-784. <https://doi.org/10.1016/j.is.2008.01.008>
- Saillard, E. K. (2011). Systematic versus interpretive analysis with two CAQDAS packages: NVivo and MAXQDA. *Forum: Qualitative Social Research*, 12(1). <https://doi.org/10.17169/fqs-12.1.1518>
- Saldarriaga, O., Ledesma, M. J., Malpartida, J. N., y Diaz, J. R. (2022). Resiliencia docente en las escuelas públicas de Lima Metropolitana – Perú. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVIII(1), 261-274. <https://doi.org/10.31876/rcc.v28i1.37690>
- Sheth, A. P. (2015). Changing focus on interoperability in information systems: From system, syntax, structure to semantics. In M. F. Goodchild, M. J. Egenhofer, R. Fegeas y C. A. Kottman (Eds), *Interoperating Geographic Information Systems* (pp. 5-29). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5189-8_2
- Shih, T., y Huang, Y-Y. (2017). A case study on technology entrepreneurship education at a Taiwanese research university. *Asia Pacific Management Review*, 22(4), 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.apmrv.2017.07.009>
- Soares, D., y Amaral, L. (2011). Information systems interoperability in public administration: Identifying the major acting forces through a Delphi study. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 6(1), 61-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-18762011000100006>
- Solli-Sather, H. (2011). A framework for analysing interoperability in electronic government. *International Journal of Electronic Finances*, 5(1), 32-48. <https://doi.org/10.1504/IJEF.2011.038221>
- Strmbei, C., Dospinescu, O., Strainu, R. M., y Nistor, A. (2016). The BPMN approach of the university information systems. *Ecoforum Journal*, 5(2), 181-193. <http://www.ecoforumjournal.ro/index.php/eco/article/view/408>
- Tolk, A., y Muguira, J. A. (2003). The levels of conceptual interoperability model. *Conference: Fall Simulation Interoperability Workshop*.
- Ullberg, J., Chen, D., y Johnson, P. (2009). Barriers to enterprise interoperability. In R. Poler, M. Van Sinderen y R. Sanchis (Eds.), *IWEI 2009: Enterprise Interoperability. Lecture notes in Business Information Processing*, vol 38 (pp. 13-24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-04750-3_2
- Universidad Autónoma de Tamaulipas - UAT (2016). Indicadores Académicos 2016. Standard & Poor's Global Ratings. <https://www.uat.edu.mx/TRANS/Paginas/V-indicadores-interes-publico.aspx>
- Ureña, Y. C., Narváez, M. S., Carruyo, N. Y., y Ontiveros, R. C. (2021). Gestión del conocimiento: Prospectiva estratégica de la Universidad Modo 2.0. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII(E-4), 319-333. <https://doi.org/10.31876/rcc.v27i.37010>
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*. Sage Publications.
- Yzquierdo, R., y González, H. R. (2009). Interoperabilidad entre los sistemas informáticos. *VI Encuentro Internacional de Contabilidad, Auditoría y Finanzas*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1503.5607>
- Zapata, C. M., y González, G. (2009). Revisión de la literatura en interoperabilidad entre sistemas heterogéneos de software. *Inginería e Investigación*, 29(2), 42-47.