

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5

Laboratorio de Gestión de Proyectos



Título: Procedimiento para desarrollar la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial en Cuba

Trabajo final presentado en opción al título de
Máster en Gestión de Proyectos Informáticos

Autor: Ing. Pedro Manuel Nogales Cobas

Tutora: MsC. Yadenis Piñero Pérez

Co-Tutor: MsC. Romanuel Ramón Antunez

La Habana, noviembre de 2012

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Declaro por este medio que yo Pedro Manuel Nogales Cobas, con carné de identidad 84112419949, soy el autor principal del trabajo final de maestría Procedimiento para desarrollar la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial en Cuba, desarrollado como parte de la Maestría en Gestión de Proyectos Informáticos y autorizo a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso de la misma en su beneficio, así como los derechos patrimoniales con carácter exclusivo.

Y para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en La Habana a los _____ días del mes de _____ del año _____.

Ing. Pedro Manuel Nogales Cobas

RESUMEN

La interoperabilidad según (IEEE, 1990), “es la habilidad de dos o más sistemas, redes de comunicación, aplicaciones o componentes para intercambiar información entre ellos y para usar la información que ha sido intercambiada”. En estudios recientes, se ha podido comprobar lo importante que resulta la existencia de un mecanismo que permita el intercambio de la información de los procesos de negocio que se llevan a cabo en los Sistemas de Gestión Empresarial (SGE).

En el presente trabajo se realiza un estudio, donde se abordan las principales definiciones relacionadas con la interoperabilidad de software y sus referentes más distintivos. Se describe un procedimiento centrado en las dimensiones y artefactos que se deben tomar en cuenta para lograr la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de SGE en Cuba. Se realiza un análisis de los resultados obtenidos luego de aplicada la propuesta.

PALABRAS CLAVES

Interoperabilidad, Sistemas de Gestión Empresarial (SGE), intercambio de información

ABSTRACT

Interoperability, according to (IEEE, 1990), “is the ability of two or more systems, communication networks, application or components to interchange information between them, and to use the interchanged information”. In recent studies, it was possible to prove how important it is the existence of a mechanism which allows the interchange of information in the business processes involved in the Business Management Systems (BMS).

This research makes a study, where the main definitions related with the software interoperability and its most representative examples are defined. It is also described a procedure focused in the dimensions and artifacts which should be taken into account to accomplish interoperability in the BMS in Cuba. An analysis of the obtained results is made after the proposal is applied.

KAYWORDS

Interoperability, Business Management Systems (BMS), exchange of information

ÍNDICE

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA	I
RESUMEN	II
1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
1.1 Introducción.....	9
1.2 Definición de interoperabilidad	9
1.3 Arquitectura de software en proyectos informáticos.....	11
1.4 Dimensiones de interoperabilidad	11
1.5 Niveles de interoperabilidad LISI.....	15
1.6 Formas de interoperabilidad.....	19
1.7 Tecnología para la estandarización (XML).....	21
1.8 Interoperabilidad a nivel internacional	22
1.9 Interoperabilidad en Cuba	25
1.10 Buenas prácticas en el desarrollo de la interoperabilidad	26
1.11 Estándares de interoperabilidad	28
1.12 Taxonomías.....	30
1.13 Conclusiones	30
2 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	32
2.1 Introducción.....	32
2.2 Descripción del procedimiento de interoperabilidad.....	32
2.2.1 Etapa 1: Interoperabilidad organizacional	34
2.2.2 Etapa 2: Interoperabilidad semántica.....	37
2.2.3 Etapa 3: Interoperabilidad técnica.....	41
2.3 Conclusiones	47
3 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO	48
3.1 Introducción.....	48
3.2 Diagnóstico del grupo seleccionado para el estudio de caso.....	48
3.3 Análisis del procedimiento.....	50
3.4 Evidencias de la aplicación del procedimiento	53
3.5 Análisis del impacto social y económico	65
3.6 Conclusiones	69
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	81

INTRODUCCIÓN

En estudios recientes se ha podido comprobar que la mayoría de las organizaciones se han visto necesitadas de Sistemas Informáticos capaces de realizar una gestión eficiente de los procesos de negocio enfocados a lograr la eficiencia económica. Estos deben garantizarle a la organización, que la información que demandan esté disponible, integrada, sea confiable y fácilmente accesible, de modo que sirva como base para una certera toma de decisiones. Sin embargo, satisfacer estos elementos, ha impuesto retos importantes desde el punto de vista arquitectónico, sobre todo cuando los Sistemas Informáticos convergen en un entorno organizacional en el que coexisten varios de ellos.

En la práctica, el resultado ha sido la creación de sistemas particularizados a entornos específicos, provocando problemas de tipo organizacionales, semánticos y técnicos.

- Aspectos organizacionales:
 - Procesos administrativos descoordinados y poco eficientes.
- Aspectos semánticos:
 - Duplicidad e inconsistencia innecesaria de los datos.
 - Los sistemas almacenan información relacionada con un concepto en diferentes formatos y ubicaciones.
 - Falta de disponibilidad de la información referente a un proceso de negocio en el momento oportuno.
 - En la mayoría de los casos, un desaprovechamiento de los recursos y una gestión poco eficiente de la información empresarial que se maneja.
- Aspectos técnicos:
 - Sistemas desarrollados sobre plataformas y proveedores distintos, dificultando la comunicación entre ellos.
 - Problemas con los distintos formatos digitales usados. (Arias Orizondo, 2011)

En sentido general, lo que se aprecia es un problema de interoperabilidad, entiéndase esta como “la capacidad de los sistemas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y de los procesos de negocio que soportan, para intercambiar datos y permitir la compartición de información y conocimientos” (CEPAL, 2007)

Llevar a cabo el desarrollo de la interoperabilidad dentro de las organizaciones y entre ellas, es un aspecto que resulta importante en la gestión eficiente de los procesos de negocio y la

información. Por cuanto un desarrollo de la interoperabilidad entre las entidades de un país, sienta las bases para la creación de un Gobierno Electrónico.

Cuba, no queda exenta de los avances tecnológicos impulsados por el desarrollo de las TIC y en consecuencia, promueve estrategias con el fin de lograr que las empresas realicen la gestión de sus procesos más eficientes cada día. Por tanto La creación paulatina de las capacidades técnicas y organizacionales necesarias, deben sustentarse en sólidas bases teóricas que orienten adecuadamente este proceso que resulta evolutivo y complejo.

En este sentido, el Decreto Ley No. 281 de fecha 8 de febrero de 2011 del Sistema de Información del Gobierno, aboga por la “integración armónica de los sistemas que integran el Sistema de Información de Gobierno”. (Arias Orizondo, 2011)

Un ejemplo de la falta de interoperabilidad, se observa en los proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE). Este se define como “el conjunto de políticas, prácticas, procedimientos y procesos utilizados en la elaboración e implementación de estrategias, su ejecución y la gestión de toda la actividad asociada”. (Vijay Luthra, 2007)

Como antecedente en Cuba, el desarrollo de estos proyectos se ha caracterizado por su correspondencia a las necesidades particulares de cada empresa, tal es el caso del sistema contable VERSAT SARASOLA, desarrollado por el Ministerio del Azúcar (MINAZ) y surgido como una alternativa a la no adquisición de software extranjero. El RODAS XXI, creado por la Empresa de Tecnologías de la Información y Servicios Telemáticos Avanzados (CITMATEL) perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). SISCONT 5 del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) o el CONDOR desarrollado por el Ministerio del Transporte (MITRANS), entre otros.

Además de ello, hoy constituye un factor estratégico para el Ministerio de Finanzas y Precios de la República de Cuba, la puesta en marcha de un proyecto de desarrollo de un SGE a nivel de país, el cual parte de la idea de contar con una solución integral, que abarque todas las funcionalidades generales de los procesos y las particularidades de la economía cubana; y que esté basado en los principios de independencia tecnológica. Este proyecto es desarrollado por el Centro de Informatización de la Gestión de Entidades (CEIGE) perteneciente a la UCI y en él están inmersos varios ministerios por la importancia que representa, entre ellos el Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, el Ministerio de Auditoría y Control, el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, el Ministerio de Economía y Planificación, El Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias, y así sucesivamente en la medida que se vayan incorporando funcionalidades que necesita el sistema, se irán incorporando otros organismos. A este proyecto se le ha denominado ERP-Cuba.

En conversaciones con los directivos de este proyecto, se planteó que la inercia social respecto al cambio y al modo de trabajo de los sistemas existentes con respecto al nuevo sistema y la incapacidad de crear o implementar un marco colaborativo de intercambio de información, impiden una mejora en la toma de decisiones, la homogeneidad de la información referente a los procesos de la economía cubana y la posibilidad de comunicación entre sistemas sin distinción del uso de diferentes tipos de tecnologías.

A raíz de lo anterior, se decide la creación del Primer Taller Nacional de Interoperabilidad y Soluciones de Gestión, el cual tuvo como eje fundamental el análisis y evaluación de los mecanismos existentes para llevar a cabo el desarrollo de la interoperabilidad. Confirmando la búsqueda de una alternativa, en consecuencia con escenarios donde no es posible adoptar una arquitectura orientada a servicios Web, ni utilizar mecanismos de replicación de datos.

Esto supone considerar como **problema de la investigación:**

Las dificultades en la obtención de un marco colaborativo para el desarrollo de proyectos de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE), está afectando el intercambio de información entre los mismos y la interoperabilidad de las soluciones informáticas asociadas.

Objeto de la investigación:

Interoperabilidad de procesos de negocio.

Se plantea como **objetivo general** definir un procedimiento que permita el desarrollo de la interoperabilidad en los proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.

Objetivos específicos:

- Realizar el marco teórico sobre el desarrollo y definición de la interoperabilidad de software y sus referentes más distintivos.
- Proponer un procedimiento que caracterice los elementos fundamentales a tener en cuenta para el desarrollo de la interoperabilidad entre proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.
- Aplicar la propuesta en el conjunto de proyectos del programa ERP-Cuba.

Campo de acción:

Interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE).

Tipo de investigación:

Descriptiva. Se propone el nivel de interoperabilidad que es posible alcanzar de acuerdo a la situación existente. Se plantean las etapas de la interoperabilidad a tener en cuenta y se define un conjunto de artefactos a tener en cuenta para el desarrollo del procedimiento.

Hipótesis:

Si se define un procedimiento que permita el desarrollo de la interoperabilidad en los proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba, se podrá obtener un marco colaborativo para el intercambio de información entre los mismos y la interoperabilidad de las soluciones informáticas asociadas.

Definición y operacionalización de las variables:

Variable independiente: Procedimiento para el desarrollo de la interoperabilidad.

Variable dependiente: Obtención de un marco colaborativo para el intercambio de información y la interoperabilidad de las soluciones informáticas asociadas.

Tabla 1: Operacionalización de las variables

Variable independiente	Dimensión	Indicadores	UM
Procedimiento para el desarrollo de la interoperabilidad	Calidad del procedimiento	Aplicabilidad e Integración al proceso de desarrollo	Alta Media Baja
		Claridad de la documentación	Alta Media Baja
		Reusabilidad	Alta Media Baja
	Evaluación de las actividades y artefactos	Claridad y precisión	Alta Media Baja
		Complejidad	Alta Media Baja
		Adaptabilidad	Alta Media Baja
Variable dependiente	Dimensión	Indicadores	UM
Obtención de un marco colaborativo para el intercambio	Capacidad para poder desarrollar la	Adaptabilidad a los tipos de productos	Alta Media

de información y la interoperabilidad de las soluciones informáticas asociadas	interoperabilidad y el intercambio de información		Baja
		Adaptabilidad a diferentes escenarios	Alta Media Baja

Fuente: Elaboración propia

Muestreo

Población:

La población se define como el “conjunto de elementos que tengan una o más propiedades en común definidas por el investigador y que puede ser desde toda la realidad, hasta un grupo muy reducido de fenómenos” (León, y otros, 2002).

Proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.

Unidad de estudio:

Son los “elementos, fenómenos, sujetos o procesos que integran la población y pueden ser individuos, grupos de personas, hechos, procesos, talleres, turnos de trabajo, empresas, documentos” (León, y otros, 2002).

Desarrollo de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.

Selección de la muestra y criterio de selección

Muestra:

Conjunto de proyectos del programa ERP-Cuba.

Criterio de selección:

Para la selección de la muestra se usó la técnica Probabilística de Muestreo Aleatorio Simple con el objetivo de garantizar la “equiprobabilidad, donde todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos para integrar la muestra”. “La muestra es considerada auto ponderada y los resultados son considerados representativos, por lo que existe una mayor seguridad de que la muestra reproduzca las particularidades de la población” (León, y otros, 2002).

Diseño de experimento

Tipo de experimento:

Para la validación de la propuesta se realizará un diseño preexperimental.

Análisis estadístico:

La validéz y aplicabilidad de la propuesta se podrá comprobar a través de su aplicación en un estudio de caso.

Instrumentos:

Para medir las variables operacionales se utilizarán las encuestas.

Métodos y técnicas utilizadas:

Métodos Teóricos:

Analítico–Sintético: A partir del análisis de los referentes teóricos y la bibliografía en cuestión se hará una síntesis de los elementos significativos de la investigación.

Inductivo–Deductivo: En este método a partir de la hipótesis y siguiendo reglas lógicas de deducción se llega a nuevos conocimientos y predicciones, las que posteriormente son sometidas a verificaciones empíricas (González, 2002).

Histórico–Lógico: Para resolver el problema de la investigación fue necesario el estudio y evolución de los conceptos presentes en la investigación hasta el momento actual, además del objetivo y campo de acción propuestos.

Métodos Empíricos:

Medición: Este método se utilizó para obtener información numérica acerca de una propiedad o cualidad del objeto, donde se comparan magnitudes medibles y conocidas (González 2002).

Métodos Particulares:

Entrevista: Se utilizó con la finalidad de buscar información sobre la situación existente. Permitió reunir un conjunto de características necesarias para poder dimensionar el problema de la investigación.

Aporte teórico y práctico:

La propuesta realizada tiene un alto valor práctico y su aplicación puede contribuir al desarrollo de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba. Se pueden obtener los siguientes resultados:

- Constituye una base importante para el desarrollo de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.
- Herramienta de apoyo al proceso de interoperabilidad en Cuba.

Novedad científica:

La novedad científica se enmarca en la aplicación de un procedimiento para el desarrollo de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.

Resultados esperados:

- Una visión ampliada en el desarrollo de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE).
- Un procedimiento que establezca como llevar a cabo el proceso de interoperabilidad entre proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.
- Una documentación sobre la necesidad e importancia de un procedimiento que permita normar el intercambio de información entre proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE) en Cuba.

Listado de publicaciones, eventos y avales de la investigación:

1. Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel; Ing. Galván Rey, Magdanis. (2011) Estrategia de interoperabilidad para la transferencia de datos entre sistemas ERP en Cuba. Ciencia y Técnica Administrativa. Buenos Aires. Argentina. Volumen 10 No 02. ISSN: 1666-1680. <http://www.cyta.com.ar/ta1002/v10n2a3.htm>
2. Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel. (2009) Visión actual del estado de difusión del XBRL. Primer Taller Nacional de Interoperabilidad y Soluciones de Gestión. La Habana. Cuba.
3. Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel; Ing. Galván Rey, Magdanis. (2010) Estrategia de interoperabilidad para la transferencia de datos entre sistemas ERP en Cuba. XIII Taller Tecnológico de la Industria, Gestec. XII Convención Internacional de las Industrias Metalúrgica, Metalmeccánica y del Reciclaje, METÁNICA 2010. La Habana. Cuba. ISSN: 1607-6281.
4. Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel; Ing. Galván Rey, Magdanis. (2010) Procedimiento para lograr la interoperabilidad entre proyectos de desarrollo de sistemas ERP en Cuba. Décima Semana Tecnológica FORDES. La Habana. Cuba.
5. Ing. Galván Rey, Magdanis; Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel. (2011) Componente de interoperabilidad. Oncena Semana Tecnológica FORDES. La Habana. Cuba. ISSN: 2076-9792.
6. Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel. (2009) Herramienta para la Gestión del Rendimiento Laboral (SISGER). Novena Semana Tecnológica FORDES. La Habana. Cuba.

7. Ing. Galván Rey, Magdanis; Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel. (2012) Componente de interoperabilidad para el Sistema Integral de Gestión Cedrux. VII Peña Tecnológica. La Habana. Cuba. http://ptec.uci.cu/?page_id=162
8. Ing. Pérez-terán Pérez, Yinet; Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel. (2009) Un acercamiento a la formación desde la producción en la UCI. Experiencias en el proyecto ERP. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana. Cuba. <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/view/193>
9. Ing. Pérez-terán Pérez, Yinet; Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel. (2010) Un acercamiento a la formación desde la producción en la UCI. Experiencias en el proyecto ERP. VII Taller Internacional de Pedagogía de la Educación Superior. Evento Provincial Universidad 2010. La Habana. Cuba. ISBN: 978-959-261-292-1.
10. Ing. Nogales Cobas, Pedro Manuel. (2010) Propuesta de evaluación del desempeño orientado a resultados en la producción. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana. Cuba. <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/view/155>

Estructura del documento:

Está estructurado en tres capítulos. En el capítulo uno, se realiza una revisión bibliográfica sobre diferentes definiciones, niveles, modelos y dimensiones que tiene la interoperabilidad de software para su evaluación crítica. En el segundo capítulo se describe la solución que se propone para llevar a cabo el desarrollo de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de Sistemas de Gestión Empresarial (SGE). En el capítulo tres se muestra el análisis de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la propuesta en el programa ERP-Cuba.

1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

El siguiente capítulo se analiza el desarrollo y definición de la interoperabilidad de software y sus referentes más distintivos. Se plantean las dimensiones de interoperabilidad a tener en cuenta, así como los modelos, niveles y formas de interoperabilidad que han sido localizados en la bibliografía.

Análisis bibliométrico

Tabla 2: Análisis bibliométrico

	Últimos 5 años	Años anteriores
Libros y monografías	1	16
Tesis de doctorados	4	1
Tesis de maestrías	2	1
Memorias de eventos	4	1
Artículos publicados en la web	18	22
Reportes técnicos y conferencias	1	7
Entrevistas personales	1	0

Fuente: Elaboración propia

1.2 Definición de interoperabilidad

Si bien la interoperabilidad puede tener significados diferentes dependiendo del contexto, en el área de las TIC se puede definir como “La capacidad de los sistemas para interactuar e intercambiar información a través de un estándar de comunicación definido”.

Varias fuentes en todo el mundo corroboran esta afirmación, ejemplo de ello la que propuso la IEEE en 1990: “la habilidad de dos o más sistemas, redes de comunicación, aplicaciones o componentes para intercambiar información entre ellos y para usar la información que ha sido intercambiada” (IEEE, 1990).

En la misma línea, en el [European Interoperability Framework for Pan-European eGovernment Services](#) (Marco Europeo de interoperabilidad para Servicios de Administración Electrónica), documento de referencia para el desarrollo de estándares e infraestructuras comunes necesarias para la implementación de la interoperabilidad en el área de la administración electrónica europea, publicado por el programa europeo IDABC (Prestación interoperable de servicios europeos de administración electrónica a las administraciones públicas, empresas y ciudadanos –por sus siglas en inglés-), considera que “la interoperabilidad es la capacidad de los sistemas de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y de los procesos de

negocio que estas soportan, para intercambiar datos y para ser capaces de compartir información y conocimiento” (IDABC, 2004).

En el Marco de Interoperabilidad Técnica (ITF, -por sus siglas en ingles-), el gobierno australiano define la interoperabilidad enmarcándola en el ámbito de las tecnologías de la información como, “la capacidad de transferir y utilizar información de una manera uniforme y eficiente a través de múltiples organizaciones y sistemas de tecnologías de la información. Permite asegurar el nivel de beneficios que recaudan las empresas, gobierno y la economía en general a través del comercio electrónico”. (Australian Government Information Management Office, 2003).

Lichun Wang, Instituto Europeo de Informática define: “La Interoperabilidad existe si dos componentes de un sistema, desarrollados con herramientas diferentes, de proveedores diferentes, pueden actuar en conjunto” (Gobierno Brasileño Comité Ejecutivo de Gobierno Electrónico, 2006).

Según Gradmann, La interoperabilidad es una característica esencial para arquitecturas de información enlazadas para trabajar en entornos parámetros heterogéneos y a lo largo del tiempo. Sin embargo, emplear y entender del concepto es todavía muy heterogéneo: la interoperabilidad está concebida en una relación con objetos o en una perspectiva funcional, desde la perspectiva de un usuario o de una institución, en términos de multilingüismo o de significados técnicos y protocolos. Además, la interoperabilidad está concebida en diferentes niveles de abstracción: desde la capa de flujo de bits hasta la interoperabilidad semántica (Gradman, 2009).

El Marco aprobado en la XII Cumbre Iberoamericana de Administración Pública (Buenos Aires, 1 y 2 de julio de 2010), define la interoperabilidad como “la habilidad de organizaciones y sistemas dispares y diversos para interactuar con objetivos consensuados y comunes y con la finalidad de obtener beneficios mutuos. En este sentido, la interacción implica que las organizaciones involucradas compartan información y conocimientos a través de sus procesos de negocio, mediante el intercambio de datos entre sus respectivos sistemas de tecnologías de la información y las comunicaciones” (Criado, y otros, 2010). (Interoperabilidad de sistemas de organización del conocimiento: el estado del arte, 2011) (Estándares para la interoperabilidad: nuevos retos, 2010) (Arquitectura orientada a servicios de nivel fundamental para los sistemas de gestión de información del departamento de informática de la Universidad de las Tunas, 2011) (Análisis y comparación de metadatos para la descripción de recursos electrónicos en línea, 2011)

1.3 Arquitectura de software en proyectos informáticos

La arquitectura de software, según la International Electrical and Electronics Engineers (IEEE – por sus siglas en inglés-) es la organización fundamental de un sistema encarnada en sus componentes, las relaciones entre ellos y el ambiente y los principios que orientan su diseño y evolución (Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2000).

En los diferentes marcos estudiados y asociado a la definición anterior, se pueden localizar como factor común en el diseño y desarrollo de la arquitectura de software, las vistas arquitectónicas, las cuales según (Bass, y otros, 2003) consisten en la representación de un conjunto de elementos arquitectónicos y las relaciones entre ellos. Puede ser definida también como una estructura, donde la estructura o vista de módulo es el conjunto de módulos del sistema y su organización.

En el CEIGE se decidió representar la arquitectura de los proyectos que desarrolla a través de tres vistas arquitectónicas (Leyet, 2010):

- Arquitectura de Tecnología
 - Arquitectura de componentes tecnológicos
 - Arquitectura de presentación
 - Arquitectura de Seguridad
- Arquitectura de Sistema
 - Arquitectura de componentes de negocio
 - Arquitectura de integración
 - Arquitectura de datos
- Arquitectura de Infraestructura

Teniendo en cuenta el impacto que representa la propuesta de la investigación en el CEIGE y la relación que guarda el término “interoperabilidad” dentro de la arquitectura de software, el autor recomienda tomarlo en cuenta como parte de la definición de la Arquitectura de integración, perteneciente a la Vista: Arquitectura de Sistema.

1.4 Dimensiones de interoperabilidad

En la literatura consultada, se ha podido comprobar que las dimensiones de interoperabilidad se pueden definir de varias formas, dependiendo fundamentalmente del contexto en que se analice. En la tabla 3 se pueden observar las diferentes dimensiones de interoperabilidad que han sido localizados en la literatura junto a la fecha y el autor.

Tabla 3: Dimensiones de interoperabilidad según autor y año

Autor	Año	Técnica	Estructural	Semántica	Organizacional	Física	Empírica	Sintáctica	Pragmática	Social	Política-humana	Legal	Internacional	Dinámica	Conceptual
Goh	1997		x												
Goodchild	1997	x	x		x			x	x			x		x	x
Bishr	1998		x	x				x							
Shanzhen	1999			x	x			x	x					x	
Ouksel & Sheth	1999	x	x	x				x	x	x				x	
Miller	2000	x		x							x	x	x		
Tolk	2003				x										
Tolk & Muguira	2003	x		x				x	x						x
Bermudez	2004			x											
Shekhar	2004		x	x				x							
Schekkerman	2004	x	x	x											
Stroetmann	2005			x				x							
Ding	2005			x				x							
Nowak	2005		x	x				x							
Mohammadi	2006	x			x					x	x	x			
Kalantari	2006	x		x								x			
Assche	2006					x	x	x	x	x					
Tumitsa & Tolk	2006	x		x				x	x					x	x
Dekkers	2007	x		x	x										
Manso	2009	x		x				x	x					x	x
Criado	2010	x			x			x							
Lannini	2011	x		x	x			x	x					x	x

Fuente: Elaboración propia a partir de (Manso, 2009)

(Manso, 2009) describe que las interoperabilidades física y empírica, citando a (Assche, 2006) atienden a aspectos de interoperabilidad en el contexto de la enseñanza electrónica (e-

Learnig)¹, e inciden en la interacción hombre-máquina y en la cantidad de información expuesta al individuo.

Los aspectos estructurales citados por Goh, Shekhar y Nowak pueden estar incluidos en otros tipos de interoperabilidad. (Goh, 1997) y (Shekhar, 2004) lo tratan como aspectos sintácticos o conceptuales, considerando los metadatos y modelos de datos como mecanismos que comparten esquemas de datos.

(Nowak, 2005) identifica como falta de interoperabilidad estructural a las diferencias en los modelos de datos. Esto se debe a que en muchos casos la definición de estos modelos de datos no se describe usando lenguajes de modelado que independicen el modelo de su implementación.

(Manso, 2009) define la interoperabilidad sintáctica como aquella que posibilita el intercambio de información en un formato común, incluyendo en este tipo de interoperabilidad aspectos como los formatos estandarizados de datos que intercambian los sistemas. Se entiende por “aspectos de la interoperabilidad sintáctica” los formatos estandarizados de intercambio de información, como puede ser el formato XML (Lenguaje de Marcas Extensible –por sus siglas en inglés-) y los XSD (esquemas XML) para todo tipo de información alfanumérica. (Criado, 2010) define la interoperabilidad sintáctica como la integración de aplicaciones heterogéneas basadas en un formato común de comunicación.

Manso se refiere también a la interoperabilidad semántica como aquella que posibilita el intercambio de información, utilizando un vocabulario común y compartido que posibilite la interpretación del significado de los términos. Se entiende por “aspectos de interoperabilidad semántica” a los estándares y/o especificaciones que definen los esquemas de intercambio de información y el significado de cada uno de los ítems (elementos) sin ambigüedades. Por ejemplo WSDL (Lenguaje de Descripción de Servicios Web –por sus siglas en inglés-) y SOAP (del inglés Protocolo de Simple Acceso a Objetos) a nivel de interconexión de los servicios.

Para Tolk la interoperabilidad pragmática se alcanza cuando los sistemas de interoperabilidad son conscientes de los métodos y los procedimientos que ellos están empleando, por tanto se coincide con el autor Manso cuando se refiere a la interoperabilidad pragmática como aquella que posibilita que los sistemas conozcan y exploten los métodos y procedimientos de los demás sistemas. Se entiende por aspectos de interoperabilidad pragmática a los estándares y especificaciones que definen las taxonomías de servicios y sus interfaces de explotación. De igual forma se defiende la interoperabilidad dinámica a aquella que permite a los sistemas

¹ La entrega de un programa de aprendizaje, la formación o la educación por medios electrónicos. E-learning implica el uso de una computadora u otro dispositivo electrónico para de alguna manera a brindar capacitación, material educativo o de aprendizaje. (Stockley, 2003)

autocorregir su funcionamiento ante los cambios en la transferencia de información, y sacar partido de ello. Se entiende por “aspectos de interoperabilidad dinámica” aquellos que tienen la capacidad de suplantar dinámicamente un servicio por otro, si la calidad del servicio no cubre las necesidades, o si el servicio es inaccesible. En este sentido, los sistemas deben de disponer de mecanismos que les permitan descubrir dinámicamente la existencia de servicios que cumplan los requisitos solicitados. Esta dimensión requiere un fuerte componente semántico, que posibilite el descubrimiento de los servicios en base a información (metadatos) que los describe (Manso, y otros, 2009).

La interoperabilidad conceptual, es considerada por Tolk y Turnista como la dimensión más alta de interoperabilidad; requiriendo que los modelos conceptuales de interoperabilidad se basen en métodos documentados que permite la interpretación por otros ingenieros. En otras palabras, brinda la posibilidad de conocer y reproducir el funcionamiento de un sistema basado en la documentación especificada. Esta documentación será estandarizada e intercambiable.

Las dimensiones de interoperabilidad social, político-humana, legal, internacional, se pueden abarcar como aspectos que de forma general afectan a los usuarios, a las organizaciones o las empresas. Elementos como el legal, por solo citar un ejemplo, en la mayoría de las ocasiones escapan de su control o definición por las organizaciones, principalmente porque son impuestos como normativas que emanan de esferas superiores como puede ser el establecimiento de una política contable, o la definición de nuevas leyes en función de un proceso de negocio específico. Teniendo presente las reflexiones anteriores y tomando en cuenta algunos de los autores citados, se considera englobar todos estos aspectos de la interoperabilidad en una única dimensión, al que le han denominado organizacional.

Al igual que (Turnitsa y Tolk, 2006) y (Iannini, 2011), se define la interoperabilidad técnica como aquella que permite el intercambio de información en su nivel más básico. Los aspectos que hacen posible la interoperabilidad técnica son la posibilidad de interconexión a nivel de hardware y software, la infraestructura de comunicación, los protocolos de comunicación que permita a ambos sistemas establecer la comunicación y el intercambio de la información. Cubre los aspectos de conexión de los sistemas y servicios informáticos. Incluye aspectos como interfaces abiertas, servicios de interconexión, integración de datos y middleware², presentación de datos y el intercambio, la accesibilidad y los servicios de seguridad.

Luego de revisar y analizar la literatura a tono con el concepto de interoperabilidad y a pesar de que los autores consideran en mayor medida con las dimensiones de interoperabilidad técnica, sintáctica, semántica; estas tienen que ver mucho con el contexto en el que se quieran

² Middleware es una clase de tecnología de software diseñada para ayudar a gestionar la complejidad y la heterogeneidad inherente en los sistemas distribuidos. (Kluwer Academic Press, 2003)

desarrollar. Por tal motivo el autor de esta investigación considera que para lograr el objetivo propuesto en esta investigación, es necesario tomar en cuenta las dimensiones técnicas, semánticas y organizacionales.

Modelos de interoperabilidad

El concepto de interoperabilidad se puede aplicar en entornos diferentes donde existan varios proyectos de desarrollo de SGE y sea necesario intercambiar información. Con el objetivo de categorizar y medir el alcance de los distintos entornos en los que se puede establecer la interoperabilidad, existen varios intentos de clasificar y definir modelos de interoperabilidad.

(Munk, 2005), define tres modelos de interoperabilidad de acuerdo al alcance y características de los sistemas que van a intercambiar información:

- Modelo elemental: Es aquel formado por dos o más sistemas pertenecientes a una misma área funcional o especialización, estableciendo una fuerte cooperación de forma permanente. Debido a la similitud existente entre las funciones de estos sistemas y al grado de cooperación entre ellos, la información manejada suele ser del mismo tipo, siendo esta definida fácilmente.
- Modelo complejo: Requiere de una colaboración relativamente permanente, con la diferencia de que implica el cubrimiento de varias o todas las áreas funcionales, estando generalmente soportados por esquemas o representaciones intermedias.
- Modelo global: No está restringido por ningún tipo de cooperación entre sistemas, describiendo la interoperabilidad entre estructuras y las soluciones de intercambio de información en un entorno correspondiente y una cooperación cambiante.

1.5 Niveles de interoperabilidad LISI

Los cinco niveles de interoperabilidad de los sistemas de información LISI -por sus siglas en inglés- según (LISI Model, 1997):

Nivel 0. Aislada: sin conexión.

Los sistemas de Nivel 0 no tienen conexión electrónica directa. El intercambio de datos entre estos sistemas se produce mediante una entrada manual con el teclado o con un sistema de almacenamiento común.

- Procedimientos: Los sistemas establecen procedimientos locales para gestionar el control de acceso. El usuario debe acceder al sistema directamente para compartir información con otros sistemas.

- Aplicaciones: Funcionalidades independientes en sistemas aislados. Los datos resultantes son importantes pero no se tiene en cuenta la capacidad de gestionar esos datos de forma consistente.
- Infraestructura: Principalmente independiente entre sistemas. La mayor parte del intercambio de información se lleva a cabo mediante acceso físico directo. El intercambio de datos entre los sistemas aislados se lleva a cabo mediante el uso de medios de almacenamiento.
- Datos: Modelos de datos propietarios.

Nivel 1. Conectada: conexión electrónica, datos y aplicaciones separados.

Los sistemas de Nivel 1 están conectados de forma electrónica. Estos sistemas permiten el intercambio peer-to-peer (punto a punto) de tipos homogéneos, tales como texto, ficheros gráficos. Generalmente los sistemas de Nivel 1 permiten el intercambio de ficheros de forma simple.

- Procedimientos: Más allá del simple control de acceso, la mayoría siguen refiriéndose principalmente a políticas a nivel local.
- Aplicaciones: Independientes entre sistemas pero con mecanismos e interfaces comunes.
- Infraestructura: Soportan conexiones simples tipo peer-to-peer (punto a punto), para permitir la transferencia de datos locales en consonancia con los procedimientos establecidos localmente.
- Datos: Pueden existir modelos de datos locales, pero por lo general son específicos de un programa en particular. Los informes simples y los gráficos son un ejemplo.

Nivel 2. Funcional: funciones comunes mínimas, datos y aplicaciones separados.

Los sistemas de Nivel 2 son sistemas distribuidos que residen en redes locales que permiten transferir conjuntos de datos complejos y heterogéneos (imágenes, mapas, etc.) de un sistema a otro. Un aspecto clave de los sistemas o aplicaciones de este nivel es su capacidad para proporcionar acceso vía Web a los datos. En estos sistemas están presentes formatos de modelos de datos (lógicos y físicos), pero generalmente existe un modelo de datos aceptado entre los distintos programas, y después cada programa define su modelo de datos propio. Generalmente, los usuarios son capaces de compartir información integrada entre sistemas o funciones.

- Procedimientos: Centrándose en el nivel de programas individuales, los centros de excelencia estarían encargados de especificar muchas de las implementaciones que los programas deben soportar.
- Aplicaciones: Las funciones incluyen automatización de escritorio y la capacidad de intercambiar algunos datos estructurados. Los programas de ofimática son un ejemplo. Las interfaces Web son importantes en este nivel.
- Infraestructura: Los sistemas interactúan con otros sistemas en un área local mediante LAN (Red de Área Local –por sus siglas en inglés-). Estas LAN pueden usar protocolos como (TCP/IP) para soportar redes de área amplia.
- Datos: Pueden existir estructuras avanzadas de datos, aunque se centran principalmente en aplicaciones individuales (modelos de datos de programas). El uso de formatos de datos comunes entre distintos programas cada vez es mayor.

Nivel 3. Dominio: datos compartidos, aplicaciones separadas.

El nivel 3 se caracteriza por las múltiples interacciones entre aplicaciones. Los sistemas y aplicaciones de nivel 3 son sistemas integrados, capaces de interconectarse mediante WAN (Redes de Área Amplia –por sus siglas en inglés) que permiten a múltiples usuarios acceder a los datos. En este nivel las implementaciones generalmente tienen una visión localizada de un espacio de información distribuido y a través de un dominio operativo o funcional, de manera que la información es compartida por aplicaciones independientes.

Está presente un modelo de datos (lógico y físico) basado en el dominio, que es entendido, aceptado e implementado a un área funcional o grupo de organizaciones que componen un dominio. Los sistemas son capaces de implementar reglas de negocio y procesos para facilitar las interacciones directas entre bases de datos, como aquellas requeridas para soportar la réplica de bases de datos en distintos servidores.

En este nivel, las aplicaciones individuales pueden compartir repositorios de datos centrales o distribuidos. Los sistemas soportan el trabajo en grupo y colaboración basada en productos de información agrupados (fusionados). Generalmente, se facilita la toma de decisiones sobre problemas localizados en un dominio específico.

- Procedimientos: Se centran en la interacción de dominio, donde un dominio puede abarcar varias áreas geográficas, pero se centra en un área funcional.
- Aplicaciones: Avanzadas más allá de los programas individuales, se soportan capacidades básicas de trabajo en grupo, como el seguimiento de las revisiones de documentos, o de gestión del flujo de trabajo.

- Infraestructura: Las redes son globales. En este nivel la interacción tiene lugar en el espacio global de información, aunque no todo.
- Datos: Existen modelos de datos definidos que son entendidos entre las aplicaciones, aunque sólo representan un dominio particular.

Nivel 4. Empresarial: manipulación interactiva, datos y aplicaciones compartidas.

El nivel 4 es el objetivo último de los sistemas de información que persiguen la interoperabilidad, en el que los sistemas son capaces de operar empleando un espacio de información global distribuido a través de distintos dominios. Múltiples usuarios son capaces de interactuar con datos complejos de forma simultánea. Los datos y las aplicaciones son completamente independientes y pueden ser distribuidas en este espacio para soportar la integración o agrupación de información.

Este nivel permite formas avanzadas de colaboración (concepto de oficina virtual). Los datos tienen una interpretación común sin tener en cuenta su forma, y se aplican de igual forma en toda la empresa. La necesidad de aplicaciones redundantes, con funcionalidades equivalentes se ve disminuida, desde que las aplicaciones pueden ser compartidas al igual que los datos. La toma de decisiones tiene lugar en contexto, y es facilitada por la información global de la empresa que se encuentra en este espacio de información común.

- Procedimientos: Procedimientos a nivel de empresa, basados en entendimientos de tareas.
- Aplicaciones: Integradas en el espacio de información común distribuido. Múltiples usuarios pueden acceder a las mismas instancias de datos de toda la empresa u organización.
- Infraestructura: Redes globales que soportan topologías multi-dimensionales. Estas redes pueden tener diferentes áreas basadas en seguridad o control de acceso, pero que están apropiadamente integradas para soportar las necesidades de los usuarios.
- Datos: Modelos de datos de empresa que soportan la integración entre aplicaciones. Existe un entendimiento común de los datos a través de la empresa.

El modelo LISI está dirigido a evaluar el grado de interoperabilidad que puede alcanzar una organización en torno a sus condiciones y capacidades tecnológicas. Por tanto constituye un instrumento importante para identificar el nivel que se puede lograr y en función de ello, proponer las actividades y acciones en fin de conseguir niveles superiores.

1.6 Formas de interoperabilidad

Para desarrollar la interoperabilidad desde el punto de vista funcional y no solo como concepto, hay que contar con mecanismos que posibiliten obtener una solución, mecanismos que a su vez constituyen estrategias a la hora de interoperar. Cada una de estas estrategias, tienen características propias que deciden su uso y adecuación para un determinado conjunto de restricciones y necesidades impuestas por la arquitectura de la solución a desarrollar.

Arquitectura Orientada a Servicios (SOA por sus siglas en inglés)

SOA es un concepto de arquitectura de software que define la utilización de servicios para dar soporte a los requisitos del negocio. Constituye un paradigma para organizar y utilizar capacidades distribuidas, funciones que pueden estar bajo el control de diferentes dominios, proporcionando un medio uniforme para ofrecer, descubrir y utilizar dichas capacidades para producir los efectos deseados para cubrir una necesidad. (OASIS Open, 2006)

SOA proporciona una metodología y un marco de trabajo para documentar las capacidades de negocio y puede dar soporte a las actividades de integración y consolidación. El desarrollo de sistemas usando SOA requiere un compromiso con este modelo en términos de planificación, herramientas e infraestructura.

Para desplegar una arquitectura SOA es necesario:

1. La existencia de un ambiente tecnológico que posibilite su implementación.
2. Soportar todo tipo de integración requerida. (integración de usuarios, conectividad de aplicaciones, integración de procesos).
3. Permitir el crecimiento de las nuevas implementaciones y la migración de los recursos.
4. Construir un marco estándar de componentes.

Existen diversos estándares relacionados con los servicios Web:

- **SOAP** (del inglés Protocolo de Simple Acceso a Objetos)

Es un protocolo para el intercambio de información en entornos descentralizados y distribuidos (clientes y servicios). Debido a que posee un modelo de empaquetamiento modular y mecanismos para la codificación, se utiliza para la interoperabilidad entre componentes heterogéneos.

No está asociado a ningún lenguaje, pudiéndose utilizar con cualquier protocolo capaz de transmitir texto.

- **WSDL** (del inglés Lenguaje de Descripción de Servicios Web)

Lenguaje creado para describir y publicar de forma estándar los servicios Web. Permite definir un esquema para cualquier tipo de interfaz. Las operaciones y mensajes que soporta se describen de forma abstracta y se ligán después al protocolo de red y al formato del mensaje que se desea intercambiar.

- **UDDI** (del inglés Descripción Universal, Descubrimiento e Integración)

Es uno de los estándares básicos en el desarrollo de servicios Web, su objetivo es ser accedido por mensajes SOAP y dar paso a documentos WSDL, en los que se describen los requisitos del protocolo y los formatos del mensaje solicitado para interactuar con los servicios Web del catálogo de registros.

De acuerdo a la problemática planteada, existen inconvenientes que limitan la adopción de una arquitectura SOA:

1. Las arquitecturas de los sistemas existentes no están diseñadas para adoptar una SOA, lo cual aumentaría la complejidad del ambiente tecnológico.
2. Las condiciones en la infraestructura existente no permiten una conexión electrónica directa entre los sistemas, lo cual implicaría invertir en hardware adicional.
3. Las organizaciones son reacias a la adopción de un paradigma totalmente nuevo.

Replicación de datos

La replicación de datos es el proceso de compartir objetos y datos de una base de datos a múltiples bases de datos, en diferentes localizaciones. (Buretta, 1997)

La **replicación** se puede definir como el “Proceso de creación y mantenimiento, en sesiones de replicación, de copias de objetos de una base de datos en un ambiente de replicación”. (Piñero Pérez, 2009)

Sesión de replicación: intervalo de tiempo real en el cual se copian los datos entre las instancias de bases de datos. (Fajardo Vega, 2007)

Ambiente de replicación: configuración de dos o más sitios (nodos) mediante un escenario peer-to-peer, cada uno con un motor de replicación y una base de datos simple o compartida. (Fajardo Vega, 2007)

La réplica de datos puede aplicarse de dos maneras

- **Maestro-esclavo**: También conocido como “solo lectura”. Permite que un servidor maestro pueda recibir consultas de lectura y escritura, mientras que el servidor esclavo recibe las consultas de lectura solamente.

- **Maestro-maestro:** Permite la consulta de lectura y escritura entre servidores. Posibilita la sincronización de los cambios entre todos los involucrados en el proceso de replicación.

Extracción, transformación y carga (ETL por sus siglas en inglés)

Esta técnica permite la extracción de la información de un sistema fuente, en el que transforma los datos requeridos y carga el resultado en el sistema destino. La fuente y el destino son bases de datos (BD) generalmente.

La transformación implica la reestructuración del registro de los datos, limpieza y agregación del contenido de los datos; permitiendo obtener un formato unificado común y entendible por todos los involucrados. Esta técnica se usa para la integración de los datos y los obtiene directamente de las BD. (Kimball, y otros, 2004)

En el contexto en que se enmarca esta investigación, no es factible el desarrollo de la interoperabilidad usando como técnica la replicación de datos. La diversidad de las BD y gestores es elevada en los SGE a los que va orientada la propuesta. Las organizaciones no están dispuestas a brindar un acceso total de la información por concepto de seguridad y compartimentación de la información.

1.7 Tecnología para la estandarización (XML)

Lenguaje Extensible de Marcas (XML, por sus siglas en inglés), provee un formato para la descripción de datos estructurados. Derivado de SGML (del inglés, Estándar de Lenguaje de Mercado Generalizado), normalizado por la ISO 8879:1986 y originalmente diseñado para afrontar retos de la edición electrónica, desempeña un papel importante en el intercambio de una amplia variedad de datos en la Web. (W3C, 2003)

XML es un lenguaje de etiquetado, fundamental en el intercambio de una gran variedad de datos. Solo puede asegurar una comunicación básica entre aplicaciones y se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Es muy importante en la actualidad pues permite la compatibilidad entre sistemas para compartir la información de una manera segura, fiable y fácil. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo, entre otros.

DTD

Definición de tipo de documento (DTD, por sus siglas en inglés), define la estructura y sintaxis de un documento XML o SGML. Tiene como función principal la descripción de la estructura de los datos, para usar una estructura común y mantener la consistencia entre todos los documentos que utilicen la misma DTD, de forma que los documentos puedan ser validados.

Pueden compartir la misma descripción y forma de validación dentro de un grupo de trabajo que usa la misma información. Las DTD se emplean generalmente para determinar la estructura de un documento mediante etiquetas. (Altova, 2005)

La DTD es el formato de esquema nativo para validar documentos XML. Utiliza una sintaxis no-XML para definir la estructura o modelo de contenido de un documento XML válido:

- Define todos los elementos.
- Define las relaciones entre los distintos elementos.
- Proporciona información adicional que puede ser incluida en el documento (atributos, entidades, notaciones).
- Aporta comentarios e instrucciones para su procesamiento y representación de los formatos de datos.

XML Schema (XSD)

XML Schema (del inglés, esquema asociado para la descripción de la estructura) o XSD (herramienta de definición de esquemas para los modelos de datos. Es un lenguaje de esquemas utilizado para describir las estructuras y restricciones de los contenidos de los documentos XML de una forma precisa. Se basa en la gramática con el fin de proporcionar una mayor potencia expresiva. (W3C, 2003)

Después de validar el documento con XML Schema, es posible expresar su estructura y contenido en términos del modelo de datos usado por el esquema de validación. El modelo de datos de XML Schema incluye:

- el vocabulario (nombres de elemento y atributo)
- el contenido modelo (relaciones y estructura)
- y tipos de datos.

1.8 Interoperabilidad a nivel internacional

Desarrollar la interoperabilidad para lograr la comunicación entre proyectos de desarrollo de sistemas homólogos con tecnologías heterogéneas ha sido un tema complicado a lo largo de la historia. La informática desde su surgimiento fue ampliamente utilizada por los departamentos de contabilidad de las grandes empresas, que podían pagar los altos costos de la tecnología de aquella época y luego se fue extendiendo a otras áreas de procesos (Virgen, 2000).

Con el transcurso de los años fueron surgiendo en diversas partes del mundo y desarrollados por diversas compañías: estándares, protocolos y otros aspectos que dieron los primeros pasos de

avance en el desarrollo del intercambio digital. Sin lugar a dudas comenzaban tiempos que imponían la construcción de soluciones informáticas para automatizar la comunicación entre empresas y compañías (Virgen, 2000).

En 1977, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO –por sus siglas en inglés-) integrada por industrias representativas del medio, creó un subcomité para desarrollar estándares de comunicación de datos que promovieran la accesibilidad universal y una interoperabilidad entre productos de diferentes fabricantes. El resultado de estos esfuerzos es el modelo de referencia OSI. El modelo Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI –por sus siglas en inglés-) es un lineamiento funcional para tareas de comunicaciones y, por consiguiente, no especifica un estándar de comunicación para dichas tareas. Sin embargo, muchos estándares y protocolos cumplen con los lineamientos del modelo OSI (Virgen, 2000).

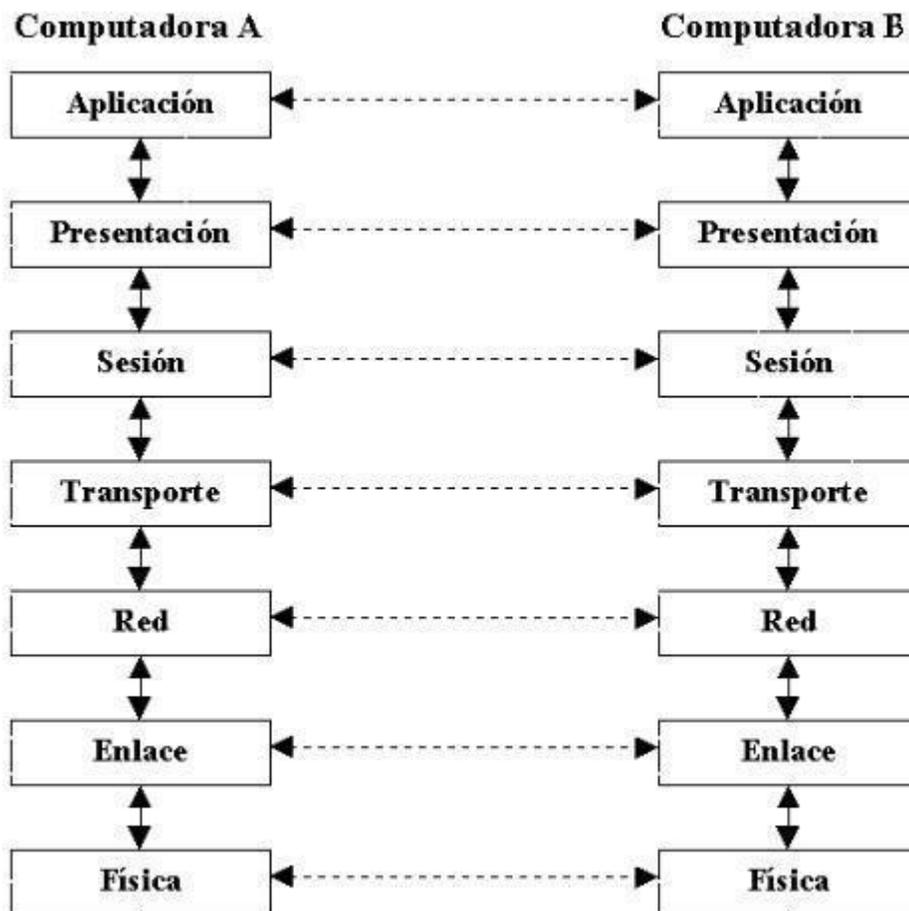


Figura 1: Modelo OSI (Interconexión de sistemas abiertos)

Fuente. Elaboración propia a partir de (Gaspara, y otros, 2011)

En la Primera Generación (hasta 1985) el alcance de la interoperabilidad era primordialmente departamental y casi siempre en el seno de una compañía, y comúnmente los sistemas de múltiples bases de datos implicados eran simplemente algunas bases de datos y ordenadores, en un área local o conectados directamente (Goodchild, 1999).

En la Segunda Generación (1985-1995), con el impacto significativo de Internet y el advenimiento de la era Web, este alcance se amplía a toda la empresa u organización e incluso a nivel inter-empresarial conectando decenas de ordenadores y repositorios de datos (Goodchild, 1999).

En la Tercera Generación (1996 en lo adelante), con las mejoras significativas en las tecnologías de la comunicación, infraestructuras globales de información, y en infraestructuras de distribución computacionales, la dimensión de la distribución de datos ha logrado un alcance muy amplio, desde un sistema único a la globalidad. En esta fase, y puesto que la naturaleza distribuida de los datos se mantiene oculta ante el usuario final, los desarrolladores de sistemas se enfrentan a nuevos retos (Goodchild, 1999).

La llegada de TCP/IP (Protocolo Abierto de Interconexión entre Sistemas), permitió un gran avance a la interoperabilidad. Los protocolos TCP e IP, surgidos en la década de los años setenta, con posteriores versiones en el paso de los años, son los verdaderos impulsores del nacimiento de Internet y con ello lo que posteriormente sería el comienzo de la comunicación digital. Un simple protocolo abierto, público y conocido; construido por la comunidad y que todos los proveedores tecnológicos se vieron obligados a implementar, permitió el “sueño dorado”: e-mail (Correo Electrónico), FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos), Telnet (Redes de Telecomunicaciones), archie (sistema para la localización de información sobre archivos y directorios), aplicaciones disponibles en las más diversas plataformas y que permitían la comunicación entre sistemas muy disímiles (Goodchild, 1999).

HTML/http (Protocolo de Transferencia de Hipertexto) llegó a principios de los noventa, con las aplicaciones llamadas navegadores, para transferir texto e imágenes y componer páginas armónicas y gráficamente atractivas, en una pantalla remota. Esto sin lugar a dudas fue un gran paso de avance a las soluciones de interoperabilidad entre aplicaciones, que vendrían posteriormente con mayores retos y dificultades (Goodchild, 1999).

Hace pocos años Bill Gates expresó:

A diario las empresas se enfrentan al reto de tener que hacer funcionar conjuntamente una gran variedad de productos de software de diferentes fabricantes. Es esencial conseguir optimizar los procesos de negocio, manteniendo los vínculos con clientes o conseguir terminar con éxito operaciones de fusión o adquisición entre empresas. Tanto si está conectado con sistemas de sus

socios comerciales, accediendo a datos en un mainframe (Computadora Central), interconectando aplicaciones escritas en distintos lenguajes de programación o si desea validarse en varios sistemas diferentes, el poder integrar tecnologías heterogéneas para que operen conjuntamente y a la vez tratar de reducir los costes es actualmente un desafío que afecta a los sistemas y las empresas (Gate, 2006).

La interoperabilidad es una vía más pragmática que otras, como el intento de hacer compatibles todos los sistemas a nivel de código fuente, centrándose exclusivamente en añadir nuevas capas de software intermediario que intentan darle a todos los sistemas un aspecto y unas funciones similares, o buscar la forma de hacer que todos los sistemas sean intercambiables. Mediante una comprensión común de los protocolos básicos, distintos productos de software pueden interactuar de forma correcta con un conocimiento mínimo o nulo unos de otro (Gates, 2006).

En los entornos informáticos actuales, la interoperabilidad se ha convertido en una necesidad crítica, provocando que este tipo de soluciones progrese en cuanto a la demanda y los productos como solución. Es por ello que en todo el mundo se desarrollan soluciones informáticas que ya poseen esta funcionalidad; surgiendo a raíz de ello la interoperabilidad a través de servicios Web, además de estándares especializados para intercambiar procesos o módulos específicos basados en XML.

La interoperabilidad entre sistemas informáticos ha ido creciendo considerablemente. Sin embargo, esta incide en niveles de comunicación e intercambios gubernamentales; y sobre estos aspectos hoy en día los gobiernos enfrentan algunas dificultades al compartir e intercambiar información para sus procesos de negocios. Surgiendo de esta forma los denominados gobiernos electrónicos y con ellos los esquemas nacionales de interoperabilidad en la mayoría de los países.

En los momentos actuales, existen diversas formas que ayudan a desarrollar la interoperabilidad; lógicamente, cada una de ellas se implementa en función de la arquitectura o condiciones del entorno imperante.

1.9 Interoperabilidad en Cuba

Según la bibliografía existente se puede considerar un discreto avance en el conocimiento e importancia de la interoperabilidad en sentido general. En este sentido, el Decreto Ley No. 281 de febrero de 2011 del Sistema de Información del Gobierno, aboga por la “integración armónica de los sistemas que integran el Sistema de Información de Gobierno”.

Para el caso de los proyectos de desarrollo de SGE en Cuba existe una problemática clara, y es que hoy consta una necesidad de poder colaborar en función del intercambio de información y usar esa información intercambiada.

A raíz de esto, desde el año 2009 se empezaron a dar pasos concretos a nivel de país, ejemplo de ello el Primer Taller Nacional de Interoperabilidad, organizado por el equipo de desarrollo del proyecto ERP-Cuba. En este taller se acordó el estándar de comunicación a usar por todos los participantes, así como la prioridad y orden de los procesos de negocio que se necesitan interoperar.

Existe una conciencia en cuanto a la importancia de la interoperabilidad, está fijado el punto de partida, consta una disposición en llevar a cabo las tareas que permitan lograr tal objetivo; sin embargo en la actualidad afecta el tiempo, principalmente por el desconocimiento de los elementos o mecanismos que se deben tener en cuenta para llevar a feliz término la interoperabilidad entre proyectos de desarrollo de SGE en Cuba.

1.10 Buenas prácticas en el desarrollo de la interoperabilidad

El 84% de los proyectos de interoperabilidad están estancados o en fase de indefinición, principalmente porque no ven la interoperabilidad como un todo; sino como un problema de estandarización. Si se desea lograr la interoperabilidad dentro de una organización, se debe atender a sus dimensiones organizacionales, semánticas y tecnológicas. Aún así, sería bueno compartir algunas estrategias generales que pueden ser de utilidad, por ejemplo:

- Hacer uso de herramientas criptográficas, como la definición de lenguajes y estándares para crear mecanismos de cifrado, infraestructuras de firmas y certificados digitales basados en XML, han permitido incorporar estrategias eficientes en el intercambio de información en los servicios Web y la Web Semántica; ejemplos de estos son el XMLDSIG³ (Esquema de una firma digital sobre un documento XML), XMLEncryption⁴ (Cifrado de documentos XML), XMLSAML⁵ (Lenguaje de marcas de afirmación de seguridad). La integración de tecnologías como WS-Security⁶ (seguridad en servicios Web), XADES⁷ y P3P⁸ con los estándares de cifrado XML pueden ofrecer buenas prácticas para garantizar los requerimientos tanto de cifrado, autenticación, como de no repudio y suplantación (Acero, 2009).
- Buscar la accesibilidad de los contenidos y el conocimiento, con independencia de la tecnología que se use para acceder a ellos (Acero, 2009).

³ Firma digital XML

⁴ Cifrado XML

⁵ intercambio de autenticación y autorización de datos entre dominios de seguridad

⁶ Seguridad en servicios Web

⁷ Firma electrónica avanzada XML

⁸ Protocolo de plataforma de preferencias de privacidad

- Uso exclusivo de estándares abiertos, convirtiendo a estos estándares toda la información que se encuentre en formatos privativos, o que se encuentre almacenada usando estándares abiertos en situación de abandono (Acero, 2009).
- Siempre que sea posible, se debería optar por el uso de software libre. El software libre suele usar preferentemente estándares abiertos. Así mismo, es frecuente que el software libre ayude a definir nuevos estándares abiertos y sus especificaciones están disponibles públicamente.
- La disponibilidad del código fuente también tiene como consecuencia el debate abierto y democrático sobre sus especificaciones y estándares, lo que suele hacer que el software libre sea más robusto e interoperable que las aplicaciones privativas equivalentes. No será muy complicado encontrar aplicaciones libres que cumplan con los criterios del marco de interoperabilidad, por lo que se debería considerar en igualdad de condiciones con sus contrapartidas propietarias en todo plan de adquisición (Acero, 2009).
- Siempre que sea posible, se deberían usar aplicaciones, o herramientas de desarrollo, que puedan funcionar en más de una plataforma tecnológica. En este sentido, las aplicaciones JAVA (Lenguaje de programación orientado a objetos), o tecnologías como el XML, serán de gran ayuda para lograr los objetivos de interoperabilidad sin caer en las trampas de la dependencia tecnológica. Al optar por aplicaciones y herramientas multiplataforma, no se debe tener problemas al elegir una u otra plataforma tecnológica en base a necesidades futuras (Acero, 2009).
- El uso de la virtualización⁹ puede ayudar a lograr la interoperabilidad a un costo razonable y sin tener que renunciar a la plataforma tecnológica que se considere más adecuada en cada momento (Acero, 2009).
- Las arquitecturas orientadas a servicios y las aplicaciones Web, si se diseñan interoperables y basadas en estándares abiertos, permitirán independizar la plataforma tecnológica del cliente, de la del servidor; lo que aumentará la neutralidad tecnológica de la organización y mejorará su capacidad para cambiar de plataforma tecnológica de los clientes, o del servidor, si se considerase necesario (Acero, 2009).

El análisis y puesta en marcha del procedimiento que se propone, pudiera constituir un elemento relevante hacia el desarrollo de la interoperabilidad de software en Cuba; pudiéndose tomar en cuenta las buenas prácticas descritas anteriormente.

⁹ Es la creación -a través de software- de una versión virtual de algún recurso tecnológico

1.11 Estándares de interoperabilidad

¿Qué es un estándar?

Dentro del ámbito de las tecnologías de información, los estándares están orientados a facilitar el arte del desarrollo de esquemas de integración a todo nivel, siendo esta tendencia un reflejo de la situación política, económica y social que se está estableciendo en el mundo.

La interoperabilidad se basa en estándares, que consisten en definiciones, formatos o procesos que han sido aprobados por determinadas organizaciones de estandarización o aceptados “de facto” como tales por la industria (Borges, 2009).

En conclusión, un estándar es un modelo a seguir. Un estándar de interoperabilidad se especifica como tal en aspectos relacionados con la comunicación de procesos, y en la manera que se va a regir la organización y estructura de todo este trayecto a la comunicación y el intercambio entre sistemas.

Estándares de interoperabilidad a nivel mundial

Un estándar para el manejo de datos establece un sistema común de terminología y de definiciones para documentar datos. Lógicamente, las estructuras y definiciones de metadatos deben tener su referencia en un estándar. Hay muchos y variados estándares de metadatos disponibles. La razón de que existan tantos estándares es que los metadatos se emplean para diversos aspectos (Tecnológico de Culiacan, 2005).

Dentro de los principales beneficios que brindan los estándares de forma general, se puede hacer énfasis en que: (Tecnológico de Culiacan, 2005)

- Los estándares permiten la localización rápida de cierto elemento. Si se utiliza un estándar, encontrar la información específica en un catálogo de metadatos será mucho más fácil que si no se utiliza ningún estándar.
- Los estándares permiten búsquedas automatizadas. Cuando se utilizan los estándares, las computadoras se pueden programar permitiendo buscar y encontrar conjuntos de datos útiles.
- Un beneficio de los estándares es que se han generado a través de un proceso de consulta con otros expertos y ofrecen una base a partir de la cual pueden desarrollarse perfiles nacionales u orientados de acuerdo con materias.
- Ayudan a minimizar la duplicación de esfuerzos en la elaboración, recolección, procesamiento o distribución de la información.

- Existen numerosos estándares en el mundo que se utilizan para el manejo de datos e información. El uso de cada uno de ellos depende de lo que se desea hacer, y del tipo de información que se necesita intercambiar o comunicar. Algunos de los estándares:
 - El MARC se utiliza para la catalogación bibliográfica y define catálogos de fichas. Entre sus principales ventajas se encuentra su gran nivel de usabilidad por personas y sistemas. Usando el MARC muchas bibliotecas pueden tener acceso a los programas comerciales disponibles para manejar las operaciones de una biblioteca. La norma MARC permite reemplazar un sistema por otro haciendo que los datos sean compatibles.
 - ODBC es usado para la conectividad abierta de bases de datos. Es un estándar de acceso a bases de datos desarrollado por la corporación Microsoft. Su principal objetivo es hacer posible acceder a los datos desde cualquier aplicación, sin importar qué sistema gestor de bases de datos se utilice. La mayor ventaja es que el acceso a datos a través del ODBC permite gestionar un amplio rango de datos con una sola interface (interfaz).
 - EML es un estándar basado en XML para describir datos ecológicos. Consiste en un lenguaje común implementado en XML que permite describir, archivar y transportar datos. Presenta una estructura modular, donde cada uno de los módulos está diseñado para describir una parte lógica del total de los metadatos que deben ser incluidos en un conjunto de datos ecológicos. Entre sus características destacan, su carácter flexible y extensible, además de que incluye diferentes elementos de otros estándares, lo cual permite cierta interoperabilidad con ellos.
 - XBRL es usado para generar y transmitir operaciones electrónicas y crear reportes en formato digital, personalizando las etiquetas y metadatos correspondientes a información de negocio de carácter financiero u operacional. Además automatiza y facilita la interoperabilidad de información entre aplicaciones computacionales distintas.

Desarrollar un estándar de intercambio de información electrónica de procesos de gestión es una tarea complicada y cuyo esfuerzo se multiplica exponencialmente según el alcance de este. Para su diseño deben trabajar los mejores expertos de los procesos cuyos datos se desean normar, tienen que realizar una labor de conceptualización, abstrayéndose de los detalles y categorizando los elementos que son objeto de transmisión y consolidación. Como resultado se obtiene una taxonomía de elementos bases, que no es más que la categorización de estos en

función de la relación que tienen entre sí, evidenciando las relaciones jerárquicas de los mismos.

1.12 Taxonomías

A principios de los años 90 del siglo XX, el concepto de taxonomía se incorpora a diversos ámbitos del conocimiento, como la psicología, las ciencias sociales y la informática. En este último, se introduce para designar casi todos los sistemas de acceso a la información que intentan establecer coincidencias entre la terminología del usuario y del sistema. Los primeros especialistas que desarrollaron sistemas de organización de contenidos para la Web, formaban parte del área de consultoría en gestión del conocimiento. Estos procedían de ambientes próximos a la informática y la ingeniería-gestión de contenidos y arquitectura de la información; ellos no conocían la tradición de los lenguajes documentales de la bibliotecología y la documentación, asignando el término taxonomía para los sistemas que desarrollaban. Este término se mantiene en uso actualmente para designar los sistemas de organización de contenidos en el contexto de Internet, aunque la teoría y la práctica de los lenguajes documentales se han aplicado de forma intensiva en este contexto. (Hernández, 2007)

En el campo de la informática si se fuera a dar la definición más sencilla posible de una taxonomía, se señalaría que son sistemas de organización de contenidos. Las taxonomías actúan categorizando los elementos (los datos) en función de la relación que tienen entre sí, evidenciando las relaciones jerárquicas de los mismos.

Resumiendo, una taxonomía es un tipo de vocabulario controlado en que todos los términos están conectados mediante algún modelo estructural jerárquico¹⁰ y especialmente orientado a los sistemas de navegación, organización y búsqueda de contenidos de los sitios Web (Centelles, 2005).

1.13 Conclusiones

Luego de analizar el marco teórico referente al desarrollo y definición de la interoperabilidad de software, se puede concluir lo siguiente:

- La gestión e implementación de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de SGE constituye un factor de alta importancia; la indefinición significa un problema que está repercutiendo significativamente en poder llevar a cabo con éxito el intercambio de información.
- La interoperabilidad puede tener diferentes significados dependiendo del contexto en que se desarrolla, sin embargo en el área de las TIC se puede definir como “La

¹⁰ Orden entre los elementos de un conjunto

capacidad de los sistemas para interactuar e intercambiar información a través de un estándar de comunicación definido”.

- En los últimos quince años, varios autores citados defienden un conjunto importante de las dimensiones (catorce dimensiones) a tener en cuenta para desarrollar la interoperabilidad, aunque la identificación de estas tienen que ver mucho con el contexto en que se quiera desarrollar; se decidió tomar en cuenta las dimensiones técnicas, semánticas y organizacionales.
- Luego de analizar los niveles de interoperabilidad según (LISI Model, 1997), se propone para una primera etapa alcanzar el primer nivel (Interoperabilidad Aislada), debido a que no hay conexión directa entre los sistemas que van a intercambiar información, además de que trabajan de forma aislada con datos y aplicaciones separadas.
- De acuerdo a la problemática planteada, las condiciones tecnológicas y de infraestructura existente limitan la adopción de una arquitectura SOA o un mecanismo de replicación de datos. Por tanto a favor del objetivo de la investigación propuesto, se decide llevar a cabo el desarrollo de la interoperabilidad a través del intercambio de archivos.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

2.1 Introducción

El desarrollo actual de la interoperabilidad resulta importante y crítico a la hora de asegurar que la amplia gama de sistemas empleados, sean capaces de intercambiar la información apropiada entre ellos independientemente de las tecnologías o plataformas sobre las cuales están construidas. El presente capítulo pretende pormenorizar los elementos a tener en cuenta en aras de poder llevar a cabo un exitoso desarrollo de la interoperabilidad en los diferentes proyectos de desarrollo de SGE en Cuba.

2.2 Descripción del procedimiento de interoperabilidad.

Etapas en el desarrollo

De acuerdo al estudio realizado, el autor considera que para cumplir con el objetivo propuesto es importante guiar todo el procedimiento en función de las dimensiones de interoperabilidad organizacional, semántica y técnica. Para ello define 3 etapas:

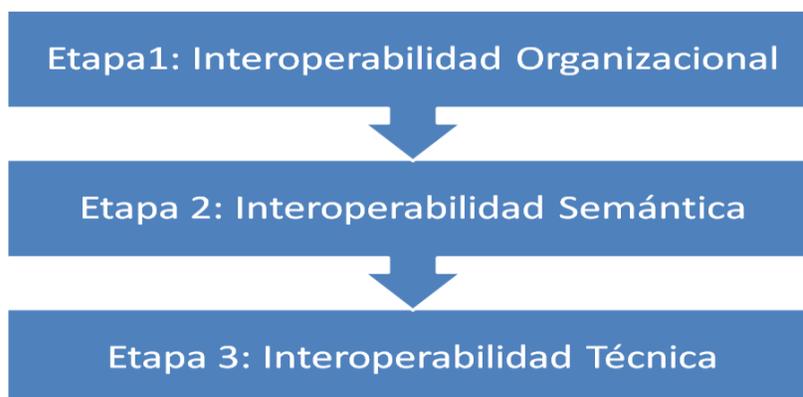


Figura 2: Etapas en el desarrollo de la interoperabilidad

Fuente. Elaboración propia

Roles de interoperabilidad

Según plantea (Weske, 2007), en su libro Business Process Management. Concepts, Languages, Architectures (Administración de Procesos de Negocio. Conceptos, Lenguajes, Arquitecturas); en los diferentes escenarios de gestión de procesos empresariales, existen numerosos artefactos en diferentes niveles de abstracción que necesitan ser organizados y bien administrados. Por tanto es necesario tomar en cuenta el almacenamiento estructurado y la recuperación eficiente de los artefactos con respecto a los modelos de procesos de negocio e información sobre los casos de procesos de negocio, así como el entorno de ejecución organizativa.

De lo anterior el autor considera que una debida administración de los elementos mencionados con anterioridad, asegurarían el desarrollo de la interoperabilidad desde un punto de vista en el que se debe tener claridad de los elementos a intercambiar de manera ordenada y de acuerdo a su prioridad.

(Weske, 2007), se refiere también a la participación de varios tipos de roles con diferentes conocimientos y responsabilidades en el dominio de procesos, entre ellos: el Funcionario jefe de procesos, el Ingeniero de negocio, el Diseñador de procesos, el Participante del proceso, el Trabajador del conocimiento, el Responsable del proceso, el Arquitecto del sistema, y los Desarrolladores.

Por tanto, si se valoran los roles aplicados por Weske y tomando en cuenta que un SGE es un sistema de gestión de información que incorpora y gestiona los procesos de negocio que se llevan a cabo en una empresa; entonces se podrían adaptar un conjunto de roles propuestos por el autor de esta tesis y que se ajusten al contexto abordado para el desarrollo de la interoperabilidad.

Tabla 4: Roles y responsabilidades de interoperabilidad

Roles	Responsabilidades y competencias
Alta Gerencia	<ul style="list-style-type: none"> • Propone los expertos a participar en cada una de las sesiones de trabajo. • Participa en la confección del Plan de acuerdos. • Es responsable de la evolución de los procesos de negocio. • Se encarga de gestionar la legalización de las directivas acordadas desde el punto de vista gubernamental. • Se encarga de propiciar la logística necesaria para la puesta en marcha del proceso de interoperabilidad. • Valora y ayuda a gestionar el conjunto de riesgos que pudieran surgir en el desarrollo de la interoperabilidad. • Aprueba el cronograma de desarrollo y los acuerdos de interoperabilidad.
Especialista funcional	<ul style="list-style-type: none"> • Se encarga de llevar a cabo las labores operativas reales de los procesos de negocio. • Define el orden de prioridad de los procesos de negocio que se necesitan interoperar. • Identifica las reglas de negocio por cada proceso. • Identifica junto con el Analista posibles áreas de mejora.
Arquitecto de sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Es el responsable del ajustar o definir los principios tecnológicos para la puesta en marcha de un proceso de interoperabilidad. • Identifica lo posibles escenarios de aplicación de la solución definida. • Elabora el documento de las directrices tecnológicas. • Es el responsable de verificar y diseñar el conjunto de especificidades técnicas a tener en cuenta para desarrollar la interoperabilidad. • Debe referir las desventajas o elementos que pueden no

	<p>proceder en la ejecución de la interoperabilidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Define las directivas técnicas a tener en cuenta en el desarrollo de la interoperabilidad.
Analista	<ul style="list-style-type: none"> • Realiza el diagnóstico y evaluación de la organización o área que se va a desarrollar la interoperabilidad. • Identifica junto con el Especialista funcional posibles áreas de mejora. • Define la organización del formato de intercambio. • Diseña el formato de comunicación.
Desarrollador	<ul style="list-style-type: none"> • Se encarga de convertir las especificidades técnicas en código fuente. • Desarrolla el diseño teniendo en cuenta la arquitectura. • Desarrolla el Plan de Desarrollo de Software a partir de las definiciones acordadas. • Confecciona el cronograma de desarrollo de la interoperabilidad. • Aprueba las tecnologías a usar en el desarrollo del proyecto. • Administra los recursos inmersos en el desarrollo de la interoperabilidad.
Jefe de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Participa en la legalización de las directivas de interoperabilidad acordadas. • Define la organización del proyecto. • Participa en las revisiones con la Alta Gerencia. • Administra la capacitación de los involucrados en el desarrollo de la interoperabilidad. • Guía el proceso de identificación y mitigación de los riesgos. • Gestiona las interacciones con clientes y usuarios.

Fuente. Elaboración propia

2.2.1 Etapa 1: Interoperabilidad organizacional

La interoperabilidad organizacional se debe desarrollar en función de crear un modelo de organización específica donde se acometan acciones para impulsar y potenciar directrices de colaboración entre las diferentes empresas inmersas. Esta comienza con la disposición de las organizaciones de superar los obstáculos y establecer los vínculos necesarios para definir las pautas a tener en cuenta en el desarrollo de la interoperabilidad.

Tabla 5: Roles involucrados y artefactos de salida. Etapa 1

Roles Involucrados	Salidas
Jefe de proyecto	Minuta del taller
Especialista funcional	Lista de procesos ordenada por prioridad
Analista	Lista de reglas del negocio
Arquitecto de sistema	Formato de comunicación
Alta gerencia	Directrices arquitectónicas
	Instrumento jurídico

Fuente. Elaboración propia

2.2.1.1 Establecimiento del convenio de trabajo

En esta actividad es importante plantearse las siguientes interrogantes: ¿Cuál es el objetivo?, ¿Cuál es el alcance?, ¿Quiénes son los actores inmersos en tal proceso de interoperabilidad (procesos, sistemas, empresas participantes)?, ¿Cuáles son las prioridades?, ¿Qué reglas de negocio para cada proceso se deben tener en cuenta? ¿Con que frecuencia pueden cambiar los procesos de negocio?, ¿Es necesario el uso de herramientas tecnológicas semejantes para llevar a cabo dicho proceso?, ¿Se ofrecerá a terceros acceso total o parcial de las funcionalidades implementadas en cada sistema?, ¿Qué estándar se utilizará para el intercambio de información?

Estos elementos resultan necesarios e interesantes, pues permiten desde el punto de vista de negocio, el orden y las prioridades de cada uno de los procesos a interoperar, otorgando un alcance global de todo el proceso en desarrollo.

Es importante definir de conjunto con todos los participantes, principalmente con los especialistas funcionales de cada organización, las reglas de negocio a tener en cuenta para regular los aspectos esenciales de cada proceso; además de pactar el formato de comunicación para llevar a cabo el intercambio de información.

Se deben especificar las tecnologías adecuadas para llevar a cabo el desarrollo de la interoperabilidad, por tanto la definición de los criterios de aplicabilidad¹¹ y el establecimiento de las directrices arquitectónicas son elementos que no se deben obviar.

El autor recomienda para esta dimensión la creación de talleres nacionales de interoperabilidad en el que participen todos los involucrados en el desarrollo de la interoperabilidad de las diferentes empresas. Aquí se pueden dar los primeros pasos en la creación de políticas para llevar a cabo el intercambio de información, se pueden considerar también la propuesta de estándares y especificaciones técnicas a tener en cuenta para la solución, además de concretar un cronograma y chequeo de los acuerdos propuestos.

En este sentido sería importante la generación de un documento donde se recojan todas las cuestiones tratadas en el encuentro y necesario para comprobar el cumplimiento de los acuerdos comprometidos. A continuación una propuesta del artefacto:

Tabla 6: Minuta del Taller Nacional de Interoperabilidad.

¹¹ Posibilidad de ser aplicado.

Minuta de reunión

Autor	Fecha
Lugar	Hora Inicio
Proyecto	Hora Fin
Asunto	Taller nacional para la interoperabilidad entre proyectos de desarrollo de SGE en Cuba
Asistentes	

Puntos tratados:

- Punto 1:
- Punto 2:
- Punto 3:
- Punto n:

Acuerdos:

Nº	Acuerdo	Responsable	Cumplimiento
A1			
A2			
A3			
An			

Fuente. Elaboración propia a partir de estándares de documentación del CEIGE

2.2.1.2 Instrumento jurídico

Hasta ahora se ha estado hablando de la toma de decisiones a nivel empresarial, ministerial y hasta gubernamental, esto implica que todas estas medidas o decretos estén respaldados por un instrumento jurídico, con el fin de sustentar y dar validez a las concesiones pactadas. De aquí se infiere que el intercambio de datos e información requiere una consideración destacada de las implicaciones normativas relacionadas con la privacidad y seguridad de la información; por cuanto se impone definir un documento con el mismo nombre y que recoja las disposiciones antes planteadas.

El desarrollo de la interoperabilidad organizativa constituye un componente básico en el alineamiento y coordinación de los procedimientos administrativos que intervienen, de manera que los involucrados tomen partida de los riesgos que pudieran representar el no cumplimiento

de las prescripciones necesarias para llevar a cabo un proceso de interoperabilidad transparente, de garantía y confianza mutua.

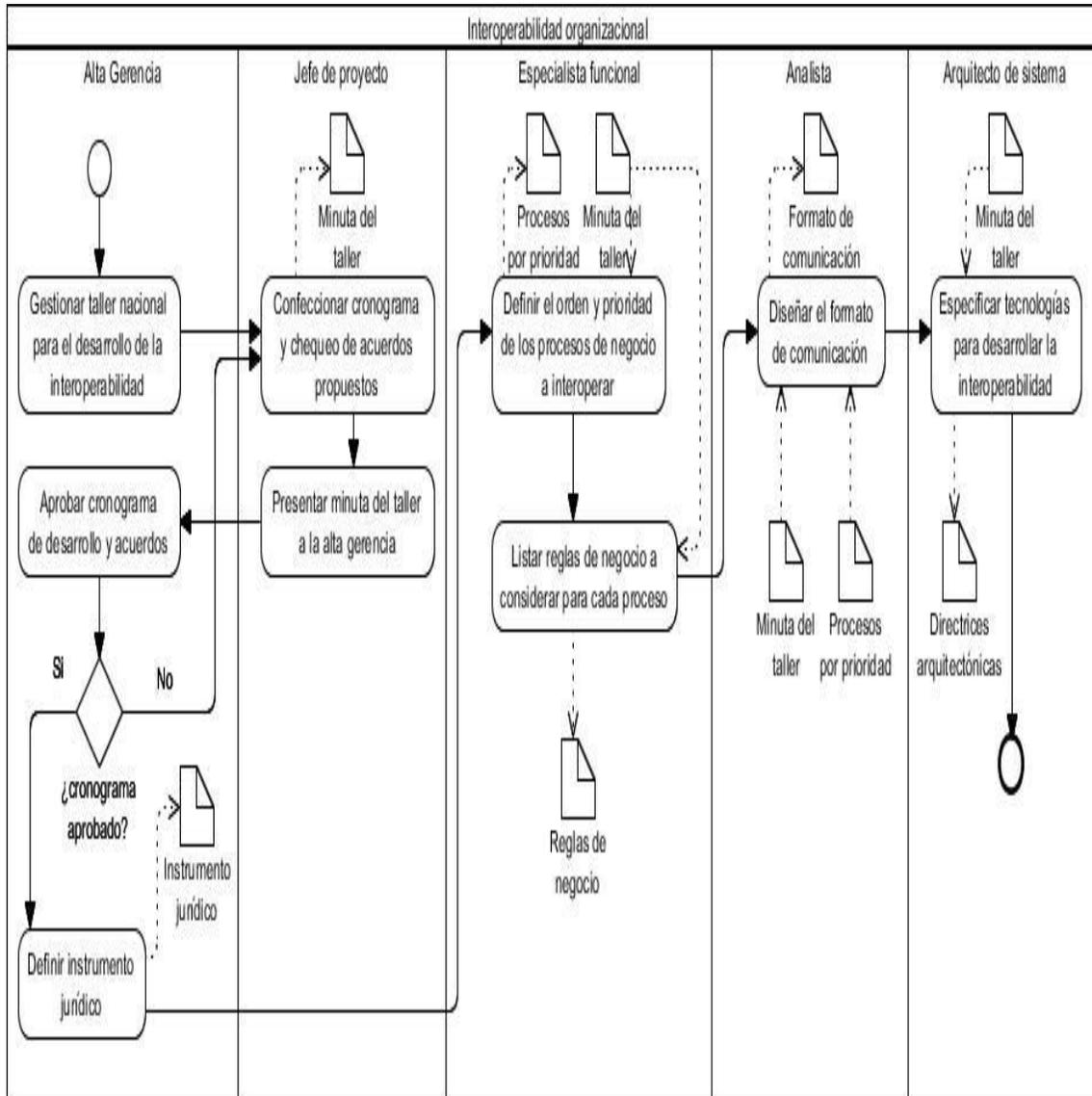


Figura 3: Modelado de las actividades correspondientes a la Etapa 1. Interoperabilidad Organizacional

Fuente. Elaboración propia usando Visual Paradigm

2.2.2 Etapa 2: Interoperabilidad semántica

Se entiende por semántica el significado del uso del dato. La interoperabilidad semántica se basa en la capacidad de entendimiento entre aplicaciones heterogéneas¹². Define un esquema

¹² Diferentes desde el punto de vista tecnológico.

general de todos los significados y correspondencias posibles para el intercambio de información a través de estándares.

En su especificación se deben tener en cuenta aspectos como:

- La estructura de los datos.
- El significado de los datos a intercambiar.
- Definir un catálogo general donde se plasmen todas las concepciones y significados.

Factores claves:

- Definición de un esquema general a diferentes niveles que dé cabida a todos los significados y correspondencias posibles.
- Abordar líneas de actuación para intercambio y adaptación de esquemas semánticos comunes entre diferentes empresas.

Tabla 7: Roles involucrados y artefactos de entrada y salida. Etapa 2

Entradas	Roles Involucrados	Salidas
Formato de comunicación	Arquitecto de sistema	Catálogo de estándares de los datos.
Minuta del taller	Analista	Modelo de contenido

Fuente. Elaboración propia

2.2.2.1 Semántica para el intercambio de información

La interoperabilidad semántica se basa en el uso de los datos y la información que representa cada uno de ellos. Garantiza que el significado de la información intercambiada pueda ser entendido por cualquier aplicación. Esto propicia que el intercambio de información entre dos o más sistemas pueda tratarse de la misma manera, independientemente de la intervención de tecnologías diferentes, personas o entidades. Está determinada por la capacidad de clasificación, relación e interpretación; cuya función consiste en la comprensión de todos los datos posibles en un único formato.

Términos como estandarización, normalización, regulación, ordenación, alineación, clasificación, equivalencia, documentación, interpretación, definición, nomenclatura, identificación, homologación son muy frecuentes cuando de interoperabilidad semántica se habla. Por cuanto la interoperabilidad semántica no solo es relevante por la realidad plurilingüe¹³, sino por las diferentes prácticas administrativas o los distintos conceptos administrativos y de carácter empresarial que existen, lo cual podría conllevar a interpretaciones distintas de los datos en función de los entornos nacionales.

¹³ Existencia de varios lenguajes

En este punto, la obtención de un catálogo de estándares de datos, así como la equivalencia y transformación de estos entre distintas aplicaciones o sistemas de información resulta elemental, principalmente porque permite centralizar la información en un solo lenguaje entendible por todos los participantes e independientemente del software, hardware o aplicaciones que se utilicen.

Se deben considerar los elementos que aseguran la identidad y que garantizan que todo es identificable a partir de las particularidades de cada empresa para de esta forma, lograr una gestión eficiente de los procesos de la información que en ellas se llevan a cabo.

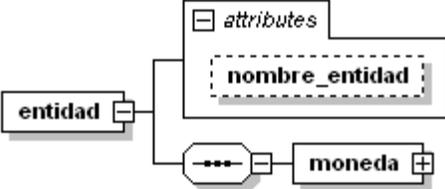
2.2.2.2 Organización del formato de intercambio

La interoperabilidad semántica requiere de formas de clasificación de la información que garanticen la relación entre los modelos de datos comunes para el intercambio. Una herramienta importante como forma de clasificación la constituyen los metadatos, la cual consiste según (Correa, y otros, 2009) en la información altamente estructurada que describe características de los datos; entiéndase las listas de términos para la reducción de ambigüedades semánticas y asegurar el incremento de la consistencia en la representación, de aquí puede hacerse referencia al uso de taxonomías para la representación de conceptos tratados con diferentes nombres y que tiene el mismo significado desde el punto de vista conceptual. El uso adecuado de este tipo de herramientas resulta crucial para la obtención de un catálogo de estándares de datos y metadatos que sea viable para el entendimiento entre los diferentes SGE en la interpretación de conceptos inmersos en el intercambio de la información.

Para la creación o definición de estándares de comunicación en el desarrollo de la interoperabilidad se recomienda el uso de metalenguajes extensibles de etiquetas para el intercambio de datos estructurados (XML). En este punto se necesita modelar el esquema general de los significados y correspondencias posibles con el objetivo de describir las estructuras y restricciones del contenido de los documentos XML de forma precisa y a su vez obtener una percepción de los tipos de documentos con un nivel alto de abstracción. Se emplearán para este fin los XML Schema (esquema asociado para la descripción de la estructura) o XSD (herramienta de definición de esquemas para los modelos de datos), y los DTD (para la definición de tipos de documentos XML). Como herramienta se usará el editor de taxonomías Altova XMLSpy, la cual permite la creación de un ambiente de desarrollo para modelar, editar, transformar y depurar tecnologías XML, importantes para la conformación de los estándares.

Partiendo del uso de la herramienta Altova XMLSpy, se debe generar el artefacto “Modelo de Contenido”. Contiene los elementos necesarios para la creación en lo posterior de cada estándar de interoperabilidad asociado a un proceso de negocio específico.

Tabla 8: Ejemplo de Modelo de contenido

Elemento	Comprobante_operaciones
Diagrama	 <p>Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones</p>
Hijo	entidad
Atributos	
Anotación	Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones
Fuente (XSD)	<pre> <xs:element name="Comprobante_operaciones"> <xs:annotation> <xs:documentation>Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones</xs:documentation> </xs:annotation> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="entidad"> <xs:complexType> <xs:attribute name="nombre_entidad"/> </xs:complexType> </xs:element> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> </pre>
Elemento	Comprobante_operaciones/entidad
Diagrama	
Hijo	moneda
Atributos	<i>Nombre_entidad</i>
Anotación	
Fuente (XSD)	<pre> <xs:element name="entidad"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="moneda"> <xs:attribute name="tipo_moneda"/> </xs:element> </xs:sequence> <xs:attribute name="nombre_entidad"/> </xs:complexType> </xs:element> </pre>
DTD	Comprobante_operaciones
	<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>

```

<!--DTD generated by XMLSpy v2008 rel. 2 (http://www.altova.com)-->
<!--Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones-->
<ELEMENT Comprobante_operaciones (entidad)>
<ELEMENT entidad (moneda)>
<!ATTLIST entidad
      nombre_entidad CDATA #IMPLIED

```

Fuente. Elaboración propia

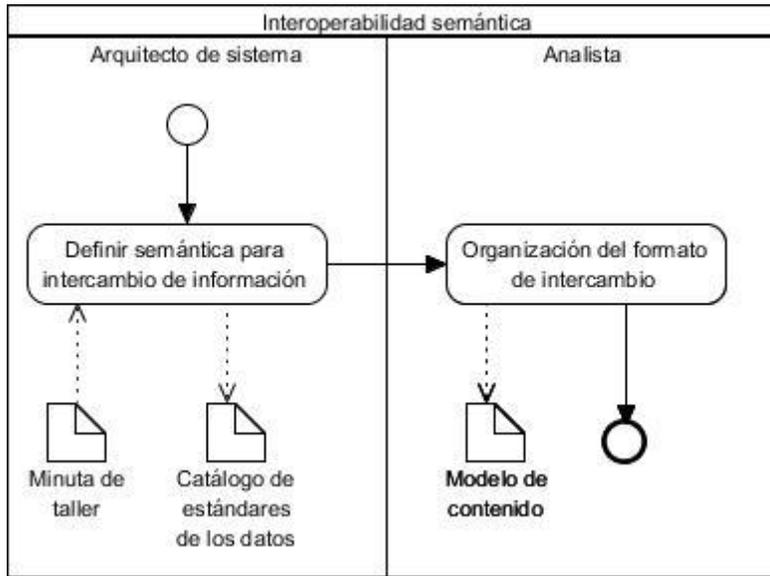


Figura 4: Modelado de las actividades correspondientes a la Etapa 2. Interoperabilidad Semántica

Fuente. Elaboración propia usando Visual Paradigm

2.2.3 Etapa 3: Interoperabilidad técnica

La interoperabilidad técnica se refiere a los elementos o capacidades técnicas de diferentes sistemas de información para el intercambio de la información.

En su especificación se deben tener en cuenta aspectos tales como:

- Utilización de estándares abiertos.
- Organización e intercambio de información.
- Arquitectura de interoperabilidad.
- Esquema de seguridad.
- Interconexión.

Factores claves:

- Adaptar un estándar que puedan usar todos SGE.
- Adaptar un estándar seguro y robusto y que evolucione en el tiempo.

- Adaptar un estándar que soporte todos los modos de operación.

La interoperabilidad técnica resulta de gran importancia en todo proceso de interoperabilidad, en esta etapa es importante considerar y definir elementos técnicos que resultan relevantes a la hora de implementar. Como se dijo en la introducción, aquí no es importante definir o especificar cuáles tecnologías se deben usar, esto para el proceso de interoperabilidad resulta transparente si actúa como plataforma que interprete en un lenguaje común la información que será intercambiada. Sin embargo se deben tomar en cuenta elementos que es obligatorio cumplir para lograr un proceso de interoperabilidad entre los diferentes proyectos de desarrollo de SGE en Cuba.

Tabla 9: Roles involucrados y artefactos de entrada y salida. Etapa 3

Entradas	Roles Involucrados	Salidas
Modelo de contenido	Analista	Estructura del estándar a usar en la implementación
Estándares de seguridad	Arquitecto de sistema Desarrollador	Directrices arquitectónicas

Fuente. Elaboración propia

2.2.3.1 Estándares, organización e intercambio de información:

La información como materia prima juega un papel importante a nivel técnico, la calidad y completitud de la misma constituye un aspecto sobresaliente para obtener el máximo provecho de la interoperabilidad. Por tanto es importante, en este sentido, la creación de estándares comunes con el fin de garantizar la organización de la información existente de manera adecuada y que cumpla con las reglas ya determinadas.

Los estándares abiertos reconocidos juegan un papel fundamental, principalmente porque proporcionan una independencia tecnológica y porque están respaldados por organizaciones internacionales que apoyan y sostienen el desarrollo y evolución de las especificaciones, tal es el caso del Lenguaje Extensible de Informes de Negocio (XBRL) –por solo citar un ejemplo-. A estos se les puede atribuir que facilitan el intercambio de información, promueven un mejor acceso a los datos, reducen los costos de producción de software; estas ventajas las puede proporcionar perfectamente el XML (Extensible Markup Language), que se puede traducir a Lenguaje Extensible de Etiquetas, desarrollado por El Consorcio Mundial de la Web (W3C), es un lenguaje de marcas que representa un modelo de datos jerárquico de acuerdo con un esquema semántico que no depende del medio, es extensible, permite la validación y la composición, es abierto, permite integrar datos estructurados y poco estructurados y aporta semántica por sí mismo, siendo base para la organización y el intercambio de la información.

El autor recomienda el uso del XML para una primera etapa en la construcción del estándar de intercambio a usar en el proceso de interoperabilidad, el cual soporta gran variedad de aplicaciones, su diseño puede ser preparado rápidamente, se puede definir un formato conciso y fácil de entender. Este estándar estará compuesto por el conjunto de información necesaria para que cada empresa o sistema pueda exportar o importar los datos.

En la etapa anterior se definieron un conjunto de artefactos y especificaciones semánticas, estas forman una base para la creación del estándar de comunicación de cada proceso de negocio a intercambiar. Desde el punto de vista técnico, es importante especificar los tipos de datos propios de cada sistema y su correspondencia con los alias de cada elemento y sus atributos para su entendimiento por todos los participantes a la hora de llevar a cabo la interoperabilidad.

Tabla 10: Conformación del estándar de intercambio para su implementación en el sistema

Estándar
<pre data-bbox="261 884 1383 1444"><?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?> <plantilla> <elemento1 alias="elemento_1"> <atributos> <atributo1 alias="atributo_1"/> </atributos> <hijos> <elemento2 alias="elemento_2"> <atributos> <atributo2 alias="atributo_2"/> </atributos> </elemento2> </hijos> </elemento1> </plantilla> ...</pre>
Descripción
<p>Plantilla: define la raíz del formato. Puede adoptar cualquier nombre de acuerdo al desarrollo tecnológico. No forma parte de los elementos del negocio a tener en cuenta.</p> <p>Elemento: se pone primero el nombre del elemento que corresponde a su tratamiento en las base de datos correspondiente al sistema donde se implementa y luego el nombre del elemento que se debe mostrar de acuerdo a su definición para el entendimiento por todos los involucrados.</p> <p>Atributos: Define los atributos de cada elemento asociado. Primero especifica al igual que los elementos, el nombre que corresponde en la base de datos del sistema y luego el alias que le corresponde.</p> <p>Hijo: Señaliza si el elemento es hijo del anterior. Esto depende de las especificaciones del negocio.</p>

Fuente. Elaboración propia

2.2.3.2 Esquema de seguridad

La seguridad compone un aspecto determinante para llevar a cabo la interoperabilidad. Aspectos como la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información, están estrechamente relacionados con la seguridad. Los proyectos de desarrollo de SGE gestionan procesos internos de cada entidad que lo usa, por tanto su información adquiere un carácter delicado a la hora de poder intercambiarla. Por tal motivo los intercambios deben realizarse en entornos seguros, y la definición de políticas de seguridad en este ámbito resulta esencial.

Asegurar la confidencialidad, integridad, autenticación y no rechazo de los datos, implementar mecanismos de cifrado de información o sencillamente aplicar componentes desarrollados con este fin y que gozan de un prestigio internacional, son fundamentales para que las entidades inmersas en el proceso de interoperabilidad puedan llevar a feliz término dicho proceso.

De manera general, es recomendable verificar los requisitos técnicos propuestos por las diferentes normas internacionales aplicables, como es el caso de la familia de estándares del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) para el cifrado de los datos.

Existen también, innumerables estándares para la seguridad de los sistemas, tal es el caso de la familia de normas ISO/IEC 27000, ISO/IEC 27001, publicados por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). Estas contienen un conjunto de buenas prácticas para desarrollar y mantener la seguridad de la información.

Como se ha dicho anteriormente, las condiciones infraestructurales existentes, limitan el desarrollo de la interoperabilidad a un nivel 0, o aislada -como se le conoce-. Esto demanda que las medidas de seguridad a tener en cuenta deben ser seleccionadas y definidas con sumo detenimiento y exhaustividad.

En este sentido el autor recomienda tomar en cuenta el uso de herramientas de cifrado, más conocidos como Criptosistemas. El sistema PGP (Intimidad Bastante Buena), diseñado para proporcionar una forma segura en el intercambio de información por correo electrónico puede ser una variante. Combina características de los algoritmos de cifrado simétricos y asimétricos; goza de gran prestigio por su uso en la comunidad internacional, principalmente porque aplica del algoritmo RSA (algoritmo criptográfico de clave pública). Otro sistema de seguridad destacado es el GNU¹⁴ Guardián de Privacidad (GPG), conocido en la mayoría de la bibliografía como el reemplazo de PGP en software libre.

Si se decidiera el uso de estas herramientas de cifrado, es importante tener en cuenta las regulaciones para el uso de la criptografía (DECRETO-LEY No. 199 sobre la seguridad y

¹⁴ Sistema completamente libre creado por Richard Stallman

protección de la información oficial), además de la resolución No. 2 del Ministerio del Interior que pone en vigor los reglamentos para la criptografía y el servicio cifrado en el territorio nacional y para el servicio central cifrado en el exterior, la cual refiere en su artículo 4: “Toda persona natural o jurídica extranjera radicada en el país, para transmitir información con protección criptográfica mediante sistemas de comunicaciones, requerirá de un permiso especial emitido por el Ministerio del Interior.” (Ministerio del Interior de la República de Cuba, 2002)

2.2.3.3 Arquitectura de interoperabilidad

Por lo que se refiere a la arquitectura, es preciso tener en cuenta la necesidad de seguir los principios acordados con el fin de ajustarse a los diferentes estándares, convenciones, reglas y procesos; de manera que puedan ser utilizados eficazmente para obtener la solución.

Existen varios tipos de arquitectura y se usan de acuerdo al objetivo que se tenga en cada caso. En definitiva, la arquitectura es un paradigma que utiliza capacidades que pueden estar bajo control de diferentes situaciones, como ocurre en el caso de las iniciativas de interoperabilidad.

Aunque hoy no existan las condiciones desde el punto de vista tecnológico para la implementación de una arquitectura orientada a servicios Web, quizás se pudiera considerar para futuras fases en el desarrollo de la interoperabilidad.

En lo que a hoy se refiere, la arquitectura tecnológica debe estar basada principalmente en el intercambio de información a través de formatos XML. Haciendo honor a la fase de interoperabilidad que se recomienda para una primera etapa (Interoperabilidad Aislada), se puede asegurar que todos los proyectos de desarrollo de SGE independientemente de su naturaleza cuentan con un respaldo tecnológico y librerías que propician el trabajo con XML.

2.2.3.4 Implementación de la interoperabilidad

En esta actividad se procede a la implementación del componente de interoperabilidad. Como se ha venido diciendo a lo largo de la investigación, el desarrollo de un componente de interoperabilidad, debe realizarse consecuentemente con las tecnologías con que está desarrollado el sistema en cuestión. Por tanto se deben ejecutar acciones que implementen las funcionalidades de exportar e importar la información en cada subsistema al que corresponde el proceso de negocio.

2.2.3.5 Interconexión

La interconexión está relacionada con la capacidad de conectividad que puede existir en las empresas. Si hoy no existen las condiciones para propiciar una interconexión entre múltiples

dominios, se deben tomar en cuenta las medidas de una posible estandarización y compatibilidad entre los protocolos de comunicación.

Sin embargo hoy se puede sacar provecho a través de la existencia de algunos protocolos a nivel de servicios de red tales como: HTTP, HTTPS, FTP, Protocolo Simple de Transferencia de Correo (SMTP). El envío y recepción o transporte de la información usando el correo electrónico o los dispositivos de almacenamiento extraíble pueden considerarse para una primera fase en el desarrollo de la interoperabilidad; de aquí se infiere que las medidas para la seguridad de la información deben extremarse.

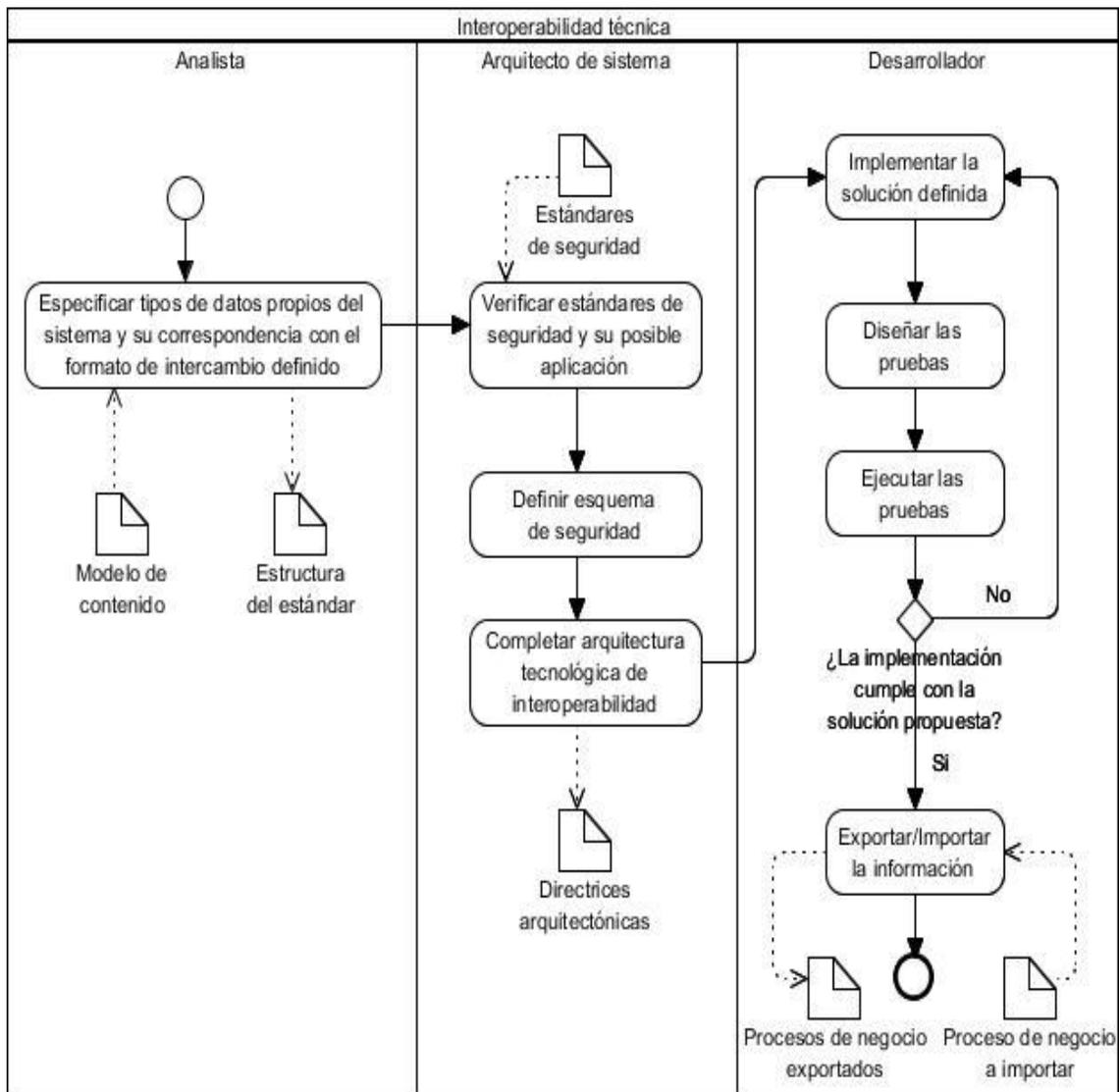


Figura 5: Modelado de las actividades correspondientes a la Etapa 3. Interoperabilidad Técnica

Fuente. Elaboración propia usando Visual Paradigm

2.3 Conclusiones

La diversidad de tecnologías existentes en los SGE en Cuba, y las condiciones de una infraestructura que imposibilita una conexión directa entre sistemas, han impuesto retos importantes en el desarrollo de la interoperabilidad. Por tal motivo se puede concluir lo siguiente:

- El procedimiento propuesto, posibilita la concepción y desarrollo de la interoperabilidad en escenarios donde no es posible adoptar una arquitectura orientada a servicios Web, ni utilizar mecanismos de replicación de datos. Esto se traduce en la puesta en marcha de un proceso de interoperabilidad a través ficheros con un formato de entendimiento común.
- El conjunto de actividades y responsabilidades a tener en cuenta por los involucrados, sienta las bases hacia un progreso en función de organizar definiciones que hoy afectan el costo y el tiempo en la implementación de la interoperabilidad.
- La aplicación de la propuesta, permite lograr el primer nivel de los propuestos en (LISI Model, 1997). Por cuanto se deben evaluar gradualmente las condiciones en función de alcanzar niveles superiores.

3 APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

3.1 Introducción

En este capítulo se realiza una descripción del estado actual de la aplicación del procedimiento en el programa ERP-Cuba. Tiene como objetivo valorar la factibilidad de la investigación propuesta a partir de un estudio de caso.

Se estudió como referente a Robert K. Yin, por ser uno de los autores más relevantes. (Yin, 1994), plantea como uno de los objetivos del estudio de caso, la comprensión de la interacción entre las diferentes partes de un sistema, para que este análisis pueda ser aplicado de manera genérica; incluso a partir de un único caso.

Se consideró además el criterio de (Stake, 1995), en el que define que un diseño de caso debe estar basado en fácil acceso al mismo, buenas relaciones con los informantes y que el investigador pueda utilizar el tiempo necesario, igualmente asegurar la calidad y credibilidad del estudio.

3.2 Diagnóstico del grupo seleccionado para el estudio de caso

Se tomó para el estudio una muestra de veintidós especialistas, los cuáles se desempeñan como especialistas funcionales, arquitectos, analistas, desarrolladores o jefes de proyecto de los SGE del programa ERP-Cuba. Para ello se aplicará el instrumento diseñado para el diagnóstico (Anexo 1. Diagnóstico), el cual tiene como propósito comprobar la existencia de actividades directamente relacionadas con la gestión de la interoperabilidad en los proyectos, así como el nivel de desarrollo en determinados parámetros.

Para evitar la subjetividad y lograr el máximo nivel de precisión, se decidió separar las preguntas en dos tipos:

Tipo A: Preguntas de negación o afirmación. Se cuantificarán en una escala de valores de cero a uno, donde las respuestas negativas obtendrán valor cero y las positivas valor 1.

Tipo B: Preguntas donde se califica o evalúa algún parámetro. Se cuantificarán en una escala de cero a tres, donde las respuestas de tipo “Nulo” obtendrán valor cero, las de tipo “Bajo” obtendrán valor uno, las de tipo “Medio” obtendrán valor dos y las de tipo “Alto” obtendrán valor tres.

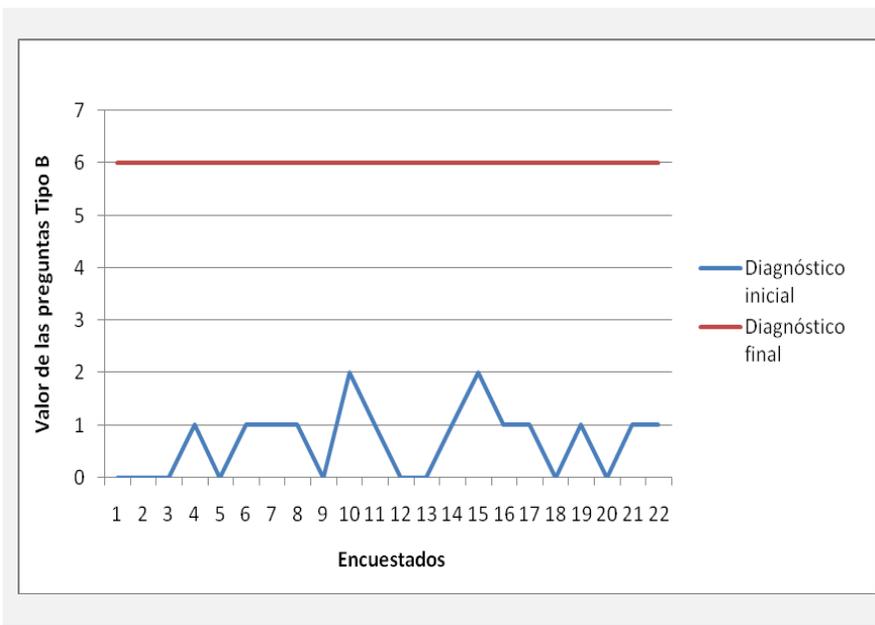
Valoración de los resultados de la aplicación del diagnóstico

Tabla 11: Valores alcanzados en las preguntas de Tipo A



Fuente. Elaboración propia

Tabla 12: Valores alcanzados en las preguntas de Tipo B



Fuente. Elaboración propia

En ambas tablas se muestran los resultados alcanzados en los diferentes tipos de preguntas durante el diagnóstico inicial y luego de aplicado el procedimiento, evidenciando mejoras significativas posteriores a la puesta en marcha y aplicación del procedimiento.

3.3 Análisis del procedimiento

Se realizó igualmente una encuesta en la aplicación del procedimiento, coincidiendo con la muestra anterior. La encuesta aplicada se encuentra en el (Anexo 2. Encuesta para la evaluación del procedimiento)

Se tomaron en cuenta para la evaluación del procedimiento los siguientes criterios:

- Calidad del procedimiento.
- Evaluación de las actividades y artefactos.
- Capacidad para poder desarrollar la interoperabilidad.

Estos criterios se evaluaron a su vez a partir de los siguientes elementos:

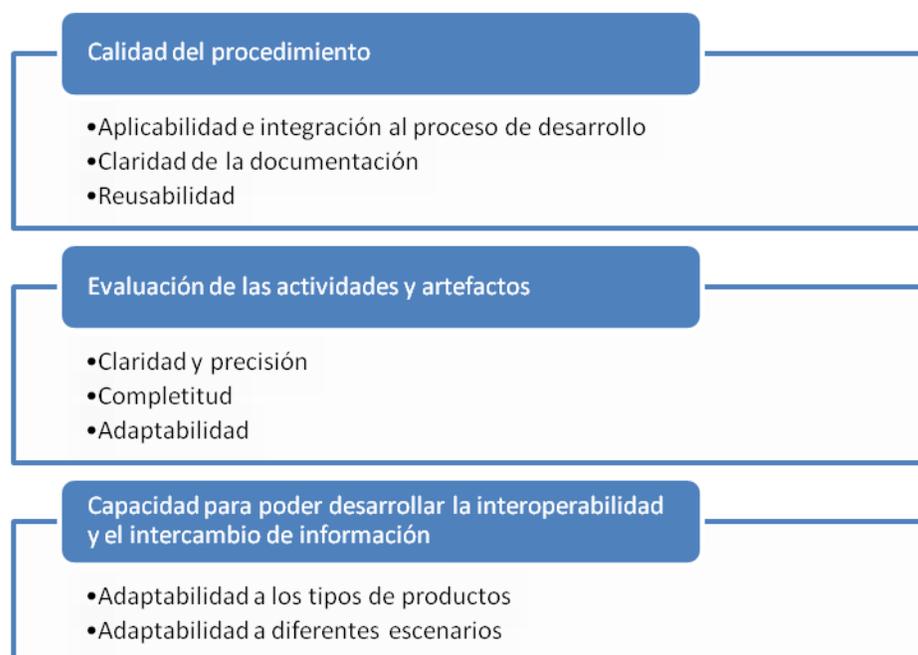


Figura 6: Elementos tomados para la evaluación de los criterios de calidad

Fuente. Elaboración propia

Se solicitó la evaluación en tres niveles: Bajo, Medio, Alto; asignando valores para la medición de cero a dos respectivamente. A continuación se presenta el resumen de los resultados de la aplicación de este instrumento. Los detalles de este resultado se pueden consultar en el (Anexo 3. Resultados de la aplicación del instrumento de evaluación del procedimiento)

Tabla 13: Resultados de la aplicación del instrumento de evaluación del procedimiento

Criterios de evaluación	Elementos de evaluación	Puntuación	% con respecto al total
-------------------------	-------------------------	------------	-------------------------

Calidad del procedimiento	Aplicabilidad e Integración al proceso de desarrollo	38	86,36%
	Claridad de la documentación	41	93,18%
	Reusabilidad	39	88,63%
Evaluación de las actividades y artefactos	Claridad y precisión	41	93,18%
	Compleitud	40	90,90%
	Adaptabilidad	40	90,90%
Capacidad para poder desarrollar la interoperabilidad y el intercambio de información	Adaptabilidad a los tipos de productos	37	84,09%
	Adaptabilidad a diferentes escenarios	40	90,90%

Fuente. Elaboración propia

Luego de la aplicación del instrumento descrito anteriormente y con resultados por encima del 84%, se pueden considerar resultados positivos de acuerdo con los parámetros tomados en cuenta para la evaluación del procedimiento. El indicador Adaptabilidad a los tipos de productos fue el de más bajo nivel, aseverando la heterogeneidad que puede existir en los diferentes tipos de productos con respecto a la representación de sus procesos.

La figura 7, muestra el resultado de los indicadores tomados en cuenta para evaluar la calidad del procedimiento; mostrando que todos los valores obtenidos están por encima del rango medio establecido. El valor más bajo con respecto a uno es el de Aplicabilidad, debido al proceso de asimilación en un plazo relativamente corto.

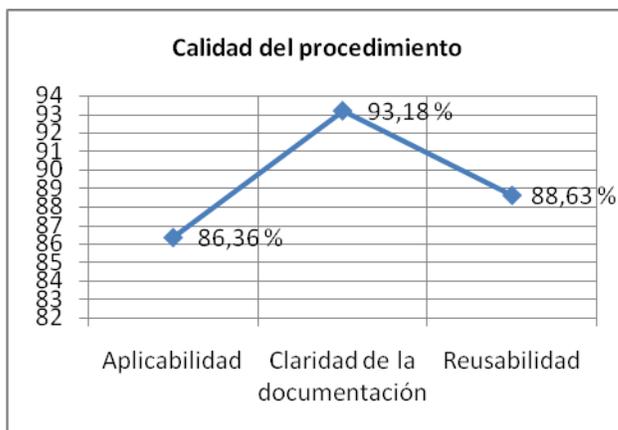


Figura 7: Por ciento (%) de los valores alcanzados en el indicador: Calidad del procedimiento

Fuente. Elaboración propia

La figura 8, muestra el resultado de los indicadores tomados en cuenta para evaluar la calidad de las actividades y artefactos; mostrando que todos los valores obtenidos están por encima del rango medio establecido. Los valores más bajo con respecto a uno son los de Completitud y Adaptabilidad, sin embargo estos no son significativos debido a su valor resultante con respecto al por ciento total de evaluación de indicadores.

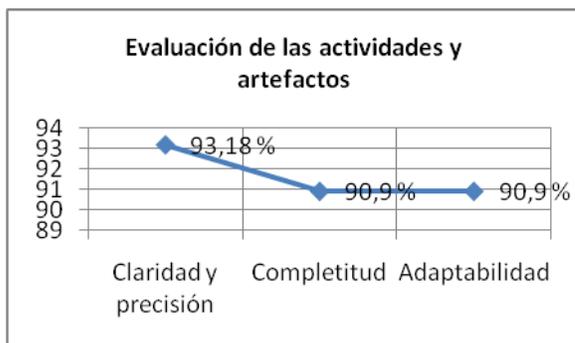


Figura 8: Por ciento (%) de los valores alcanzados en el indicador: Evaluación de las actividades y artefactos

Fuente. Elaboración propia

La figura 9, muestra el resultado de los indicadores tomados en cuenta para evaluar la capacidad de poder desarrollar la interoperabilidad y el intercambio de información; mostrando que los valores obtenidos están por encima del rango medio establecido. El valor más bajo con respecto a uno es el de Adaptabilidad a los tipos de productos.

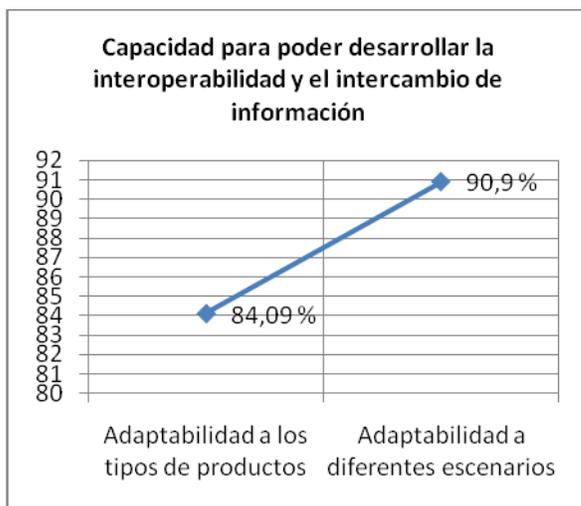


Figura 9: Por ciento (%) de los valores alcanzados en el indicador: Evaluación de la capacidad para poder desarrollar la interoperabilidad y el intercambio de información

Fuente. Elaboración propia

3.4 Evidencias de la aplicación del procedimiento

El procedimiento propuesto en el capítulo anterior fue aplicado en el desarrollo de la versión 1.0.1 del ERP-Cuba. A continuación se esbozan los artefactos generados de acuerdo a lo que define cada etapa para el desarrollo de la interoperabilidad.

La versión 1.0.0 del ERP-Cuba, terminada el 30 de junio del año 2011 no cuenta con un componente para propiciar la interoperabilidad. A raíz de la aplicación del procedimiento propuesto, se puede observar en una versión posterior el desarrollo de un componente de interoperabilidad.

Etapas 1: Interoperabilidad organizacional

Tomando en cuenta los elementos que dispone la etapa de interoperabilidad organizacional, se realizó el Primer Taller Nacional de Interoperabilidad para Procesos de Gestión de Software con sede en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Dicho taller fue presidido por el Director Nacional de Política Contable del Ministerio de Finanzas y Precios y Jefe Nacional del proyecto ERP-Cuba; de conjunto con la directora del CEIGE en la UCI. Participaron además los miembros del equipo de interoperabilidad del CEIGE y representantes de las diferentes empresas cubanas que desarrollan proyectos de desarrollo de SGE, entre ellos especialistas de la empresa TEICO-Soft de Villa Clara, encargados de desarrollar el sistema Versat Sarasola, compañeros de la empresa TRANSOFT, CITMATEL, CIMEX, UCI, GECYT, GET-MINTUR, TELEMAR, SICS.

Como resultado de este encuentro se determinó la estructura del formato de intercambio de la información, además de la minuta del taller, en el cual se relacionan un conjunto de disposiciones y acuerdos, que servirán como punto de partida para llevar a cabo la interoperabilidad.

Tabla 14: Formato de intercambio de información

```

< Comprobante_operaciones>
  <entidad nombre_entidad="">
    <moneda tipo_moneda="">
      <comprobante número_comprobante="" descripción="" fecha_de_emisión=""
      cierre_apertura="" suma_importe_comprobante="" suma_clave_comprobante="">
        <asiento fecha="" descripción="" código_documento_primario="">
          <pase importe_moneda_base="" importe_moneda_original=""
          clave_cuenta="" anexo="">
            <anexo importe_moneda_base=""
            importe_moneda_original="" código_centro_común=""
            concat_centro_común="" descripción_centro_común=""
            código_elemento_común=""
            concat_elemento_común=""
            descripción_elemento_común="" />
          </pase>
        </asiento>
      </comprobante>
    </moneda>
  </entidad>
</Comprobante_operaciones>

```

Fuente. Elaboración propia

Tabla 15: Minuta generada a raíz del primer Taller Nacional de Interoperabilidad



Minuta de reunión

Autor	Pedro Manuel Nogales Cobas	Fecha	11/11/2009
Lugar	Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI)	Hora Inicio	09:45 a.m.
Proyecto	ERP-Cuba	Hora Fin	12:50 p.m.
Asunto	Primer Taller Nacional de Interoperabilidad y Soluciones de Gestión		
Asistentes			
Jose Carlos del Toro Ríos	Director Nacional del programa ERP-Cuba		
Yadenis Piñero Pérez	Directora del CEIGE		

René Lazo Ochoa	Subdirector de Tecnología
Pedro Manuel Nogales Cobas	Especialista de la Subdirección de Tecnología. Equipo de interoperabilidad
Magdanis Galván Rey	Especialista de la Subdirección de Tecnología. Equipo de interoperabilidad
Luis Molina Escobar	VERSAT
Daili Segura Durán	SICS
Carlos A. Díaz Esteban	SICS
Aleyron Lázaro Rivero	Telemar
José Olitrani Arenal	GET-MINTUR
Yanelys González Hernández	CIMEX
Alejandro E. Ruiz Cabrera	GECYT
Alexis Morell Blanco	GECYT
Beatriz Llanez Jiménez	DPS-UCI
Marisleidy Mora Castillo	UCI
Cecilia Placeres Villar	CITMATEL
Dania Grave de Peralta Reyes	TRANSOFT

Puntos tratados:

- Punto 1: Definir el orden de prioridad de los procesos de negocio a interoperar.
- Punto 2: Discusión del formato para el intercambio de la información.
- Punto 3: Presentación de la propuesta de solución.

Acuerdos:

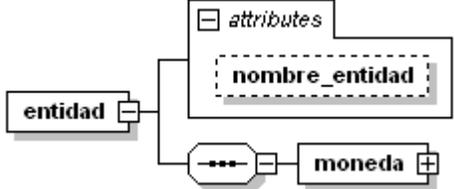
Nº	Acuerdo	Responsable	Cumplimiento
A1	De los procesos de negocio que se gestionan en los proyectos de desarrollo de SGE, se decide interoperar como primero los Comprobantes de operaciones.	Todos	N/A
A2	La estructura del estándar para Comprobantes de operaciones debe ser estructurada según lo que dispone su negocio.	Todos	N/A
A3	El estándar debe comenzar siempre con el elemento "Comprobante_operaciones"	Todos	N/A
A4	El formato de los Comprobantes de operaciones a interoperar debe tener como datos obligatorios para su gestión y entendimiento por todos, los siguientes elementos y sus atributos:	Todos	N/A

	entidad: nombre_entidad moneda: tipo_moneda comprobante: número_comprobante, descripción, fecha_de_emisión, cierre_apertura, suma_clave_comprobante, suma_importe_comprobante asiento: fecha, descripción, código_documento_primario pase: importe_moneda_base, clave_cuenta anexo: importe_moneda_base, código_centro_común, código_elemento_común		
A5	Circular a las entidades participantes la estructura del Comprobante de operaciones con toda su descripción. Las empresas tendrán dos semanas a partir de la fecha de envío para evaluar, y emitir opiniones y sugerencias respecto al tema a José Carlos Del Toro.	CEIGE	12/11/2009
A6	Circular a las entidades participantes el orden y la prioridad del resto de los procesos a interoperar. Las empresas tendrán dos semanas a partir de la fecha de envío para evaluar, y emitir opiniones y sugerencias respecto al tema a José Carlos Del Toro.	CEIGE	12/11/2009
A7	Se acuerda que el soporte tecnológico es XML como la estructura del estándar. Será evaluada por los especialistas para consolidar y constituir el documento primario.	CEIGE	N/A
A8	De los procesos de negocio que se gestionan en los proyectos de desarrollo de SGE, se decide interoperar como primero los Comprobantes de operaciones.	Todos	N/A
A9	La estructura del estándar para Comprobantes de operaciones debe ser estructurada según lo que dispone su negocio.	Todos	N/A
A10	El estándar debe comenzar siempre con el elemento "Comprobante_operaciones"	Todos	N/A

Fuente. Elaboración propia

Etapas 2: Interoperabilidad semántica

El uso de la herramienta Altova XMLSpy, permitió generar el Modelo de contenido, necesario para la posterior creación del estándar de interoperabilidad asociado a los Comprobantes de operaciones.

Elemento	Comprobante_operaciones
Diagrama	 <p>Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones</p>
Hijo	entidad
Atributos	
Anotación	Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones
Fuente (XSD)	<pre> <xs:element name="Comprobante_operaciones"> <xs:annotation> <xs:documentation>Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones</xs:documentation> </xs:annotation> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="entidad"> <xs:complexType> <xs:attribute name="nombre_entidad"/> </xs:complexType> </xs:element> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> </pre>
Elemento	Comprobante_operaciones/entidad
Diagrama	
Hijo	moneda
Atributos	<i>nombre_entidad</i>
Anotación	
Fuente (XSD)	<pre> <xs:element name="entidad"> <xs:complexType> </pre>

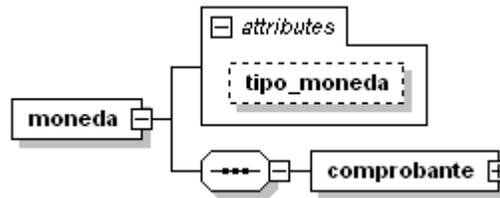
```

<xs:sequence>
  <xs:element name="moneda">
    <xs:complexType>
      <xs:attribute name="tipo_moneda"/>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:sequence>
<xs:attribute name="nombre_entidad"/>
</xs:complexType>
</xs:element>

```

Elemento **Comprobante_operaciones/entidad/moneda**

Diagrama



Hijo
Atributos
Anotación

comprobante
tipo_moneda

Fuente (XSD)

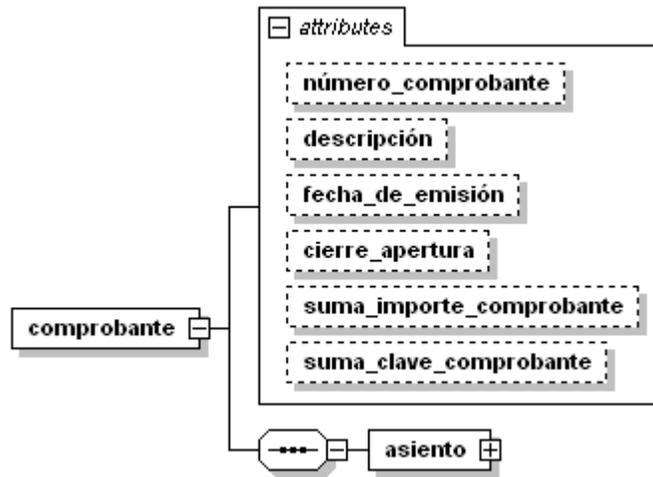
```

<xs:element name="moneda">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="comprobante">
        <xs:complexType>
          <xs:attribute name="numero_comprobante"/>
          <xs:attribute name="descripcion"/>
          <xs:attribute name="fecha_de_emision"/>
          <xs:attribute name="cierre_apertura"/>
          <xs:attribute name="suma_importe_comprobante"/>
          <xs:attribute name="suma_clave_comprobante"/>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="tipo_moneda"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>

```

Elemento **Comprobante_operaciones/entidad/moneda/comprobante**

Diagrama



Hijo

asiento

Atributos

numero_comprobante, descripcion, fecha_de_emision, cierre_apertura, suma_importe_comprobante, suma_clave_comprobante

Anotación

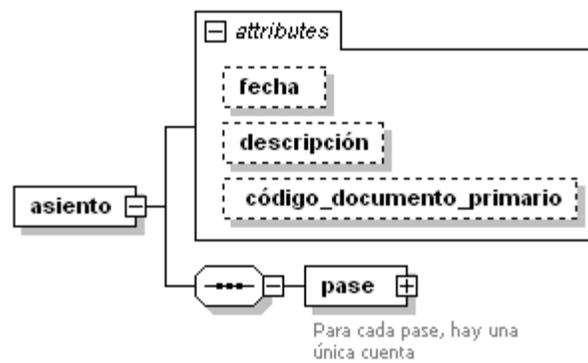
Fuente (XSD)

```
<xs:element name="comprobante">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="asiento">
        <xs:complexType>
          <xs:attribute name="fecha"/>
          <xs:attribute name="descripcion"/>
          <xs:attribute name="codigo_documento_primario"/>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="numero_comprobante"/>
    <xs:attribute name="descripcion"/>
    <xs:attribute name="fecha_de_emision"/>
    <xs:attribute name="cierre_apertura"/>
    <xs:attribute name="suma_importe_comprobante"/>
    <xs:attribute name="suma_clave_comprobante"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Elemento

Comprobante_operaciones/entidad/moneda/comprobante/asiento

Diagrama



Hijo
Atributos
Anotación

pase
fecha, descripción, código_documento_primario

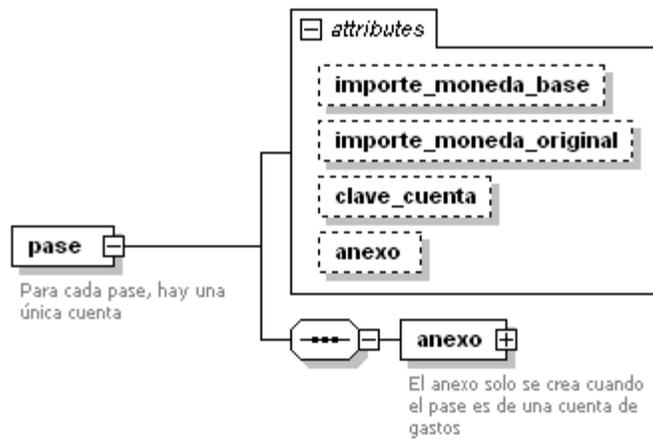
Fuente (XSD)

```
<xs:element name="asiento">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="pase">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>Para cada pase, hay una única
          cuenta</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
          <xs:attribute name="importe_moneda_base"/>
          <xs:attribute name="importe_moneda_original"/>
          <xs:attribute name="clave_cuenta"/>
          <xs:attribute name="anexo"/>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
    <xs:attribute name="fecha"/>
    <xs:attribute name="descripción"/>
    <xs:attribute name=" código_documento_primario"/>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Elemento

Comprobante_operaciones/entidad/moneda/comprobante/asiento/pase

Diagrama



Hijo

Atributos

Anotación

pase

Importe_moneda_base, importe_moneda_original, clave_cuenta, anexo

Para cada pase, hay una única cuenta

```
<xs:element name="pase">
```

```
  <xs:annotation>
```

```
    <xs:documentation>Para cada pase, hay una única  
cuenta</xs:documentation>
```

```
  </xs:annotation>
```

```
  <xs:complexType>
```

```
    <xs:sequence>
```

```
      <xs:element name="anexo">
```

```
        <xs:annotation>
```

```
          <xs:documentation>El anexo solo se crea cuando el pase es de una  
cuenta de gastos </xs:documentation>
```

```
        </xs:annotation>
```

```
        <xs:complexType>
```

```
          <xs:attribute name="importe_moneda_base"/>
```

```
          <xs:attribute name="importe_moneda_original"/>
```

```
          <xs:attribute name="código_centro_común"/>
```

```
          <xs:attribute name="concat_centro_común"/>
```

```
          <xs:attribute name="descripción_centro_común"/>
```

```
          <xs:attribute name="código_elemento_común"/>
```

```
          <xs:attribute name="concat_elemento_común"/>
```

```
          <xs:attribute name="descripción_elemento_común"/>
```

```
        </xs:complexType>
```

```
      </xs:element>
```

```
    </xs:sequence>
```

```
  <xs:attribute name="importe_moneda_base"/>
```

```
  <xs:attribute name="importe_moneda_original"/>
```

```
  <xs:attribute name="clave_cuenta"/>
```

```
  <xs:attribute name="anexo"/>
```

```
</xs:complexType>
```

```
</xs:element>
```

Fuente (XSD)

Elemento

Comprobante_operaciones/entidad/moneda/comprobante/asiento/pase/anexo

Diagrama	
Hijo	<i>Importe_moneda_base, importe_moneda_original, código_centro_común, concat_centro_común, descripción_centro_común, código_elemento_común, concat_elemento_común, descripción_elemento_común</i>
Atributos	El anexo solo se crea cuando el pase es de una cuenta de gastos
Anotación	<pre><xs:element name="anexo"> <xs:annotation> <xs:documentation>El anexo solo se crea cuando el pase es de una cuenta de gastos </xs:documentation> </xs:annotation> <xs:complexType> <xs:attribute name="importe_moneda_base"/> <xs:attribute name="importe_moneda_original"/> <xs:attribute name="código_centro_común"/> <xs:attribute name="concat_centro_común"/> <xs:attribute name="descripción_centro_común"/> <xs:attribute name="código_elemento_común"/> <xs:attribute name="concat_elemento_común"/> <xs:attribute name="descripción_elemento_común"/> </xs:complexType> </xs:element></pre>
Fuente (XSD)	

DTD Comprobante_operaciones

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!--DTD generated by XMLSpy v2008 rel. 2 (http://www.altova.com)-->
<!--Debe comenzar siempre con el término: Comprobante_operaciones-->
<!ELEMENT Comprobante_operaciones (entidad)>
<!ELEMENT entidad (moneda)>
<!ATTLIST entidad
  nombre_entidad CDATA #IMPLIED
>
<!ELEMENT moneda (comprobante)>
<!ATTLIST moneda
  tipo_moneda CDATA #IMPLIED
>
```

```

<!ELEMENT comprobante (asiento)>
<!ATTLIST comprobante
    número_comprobante CDATA #IMPLIED
    descripción CDATA #IMPLIED
    fecha_de_emisión CDATA #IMPLIED
    cierre_apertura CDATA #IMPLIED
    suma_importe_comprobante CDATA #IMPLIED
    suma_clave_comprobante CDATA #IMPLIED
>
<!ELEMENT asiento (pase)>
<!ATTLIST asiento
    fecha CDATA #IMPLIED
    descripción CDATA #IMPLIED
    código_documento_primario CDATA #IMPLIED
>
<!--Para cada pase, hay una única cuenta-->
<!ELEMENT pase (anexo)>
<!ATTLIST pase
    importe_moneda_base CDATA #IMPLIED
    importe_moneda_original CDATA #IMPLIED
    clave_cuenta CDATA #IMPLIED
    anexo CDATA #IMPLIED
>
<!--El anexo solo se crea cuando el pase es de una cuenta de gastos -->
<!ELEMENT anexo EMPTY>
<!ATTLIST anexo
    importe_moneda_base CDATA #IMPLIED
    importe_moneda_original CDATA #IMPLIED
    código_centro_común CDATA #IMPLIED
    concat_centro_común CDATA #IMPLIED
    descripción_centro_común CDATA #IMPLIED
    código_elemento_común CDATA #IMPLIED
    concat_elemento_común CDATA #IMPLIED
    descripción_elemento_común CDATA #IMPLIED
>

```

Figura 10: Modelo de contenido. Proceso: Comprobante de operaciones

Fuente. Elaboración propia

Eta 3: Interoperabilidad Técnica

En esta etapa, se toma como entrada el modelo de contenido definido en la etapa semántica y se procede a la conformación del estándar de comunicación. Este elemento proporcionará que la exportación e importación de la información se ajuste al formato que podrán entender todos los involucrados en el proceso de interoperabilidad.

Tabla 16: Estándar de comunicación. Proceso: Comprobante de operaciones

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
```



```

<atributos>
    <importemonedabase alias="importe_moneda_base"/>
    <importemonedaoriginal alias="importe_moneda_original"/>
    <codigocentro alias="código_centro_común"/>
    <concatcentro alias="concat_centro_común"/>
    <descripcioncentrocosto alias="descripción_centro_común"/>
    <codigoelemento alias="código_elemento_común"/>
    <concatelemento alias="concat_elemento_común"/>
    <descripcionelemento alias="descripción_elemento_común"/>
</atributos>
</DatRegistroanexo>
</hijos>
</DatPase>
</hijos>
</DatAsiento>
</hijos>
</comprobante>
</hijos>
</moneda>
</hijos>
</entidad>
</plantilla>

```

Fuente. Elaboración propia

Ver Anexo 4 para el resto de las evidencias correspondientes a esta etapa.

3.5 Análisis del impacto social y económico

El vertiginoso desarrollo de las TIC en la era actual, demuestra un aumento en las necesidades de comunicación de la información de los procesos de negocio que se llevan a cabo en las empresas, y con el afán de evitar que se sigan desarrollando soluciones informáticas enfocadas en las necesidades particulares de cada empresa, el ascenso de las condiciones de intercambio en lo adelante debe constituir un elemento significativo tanto para cada empresa como para cada país.

Desde el punto de vista social, el procedimiento propuesto supone un referente para la implementación de otras iniciativas gubernamentales en pos de lograr un ambiente colaborativo, que posibilite intercambiar información y usar la información que ha sido

intercambiada. Además de que representa un alto impacto en la creación de estándares para el desarrollo de la interoperabilidad en Cuba y favorece beneficios como la mejora en la asignación y distribución de los recursos.

Disminución del esfuerzo de producción

Tomando en cuenta como punto de partida, la identificación de los elementos que mayor incidencia negativa han tenido en el desarrollo de la interoperabilidad en el entorno del programa ERP-Cuba; se realizó una encuesta a miembros y jefes de proyecto a fin de estimar la cantidad de recursos humanos y el tiempo necesario para llevar a cabo la implementación. De esta forma se pudo comprobar una disminución del esfuerzo de producción, luego de aplicada la propuesta.

Tabla 17: Elementos de mayor incidencia negativa en el desarrollo de la interoperabilidad

Identificador	Elementos de mayor incidencia en el desarrollo de la interoperabilidad
I_1	Establecimiento de los procesos de negocio a intercambiar y el orden de prioridad, además de especificar las reglas de negocio que deben cumplir cada uno.
I_2	Establecimiento del formato de comunicación para cada uno de los procesos de negocio a interoperar.
I_3	Identificación de los mecanismos necesarios para obtener la información requerida para el intercambio.
I_4	Definición de un esquema de seguridad que permita lograr integridad, confidencialidad y autenticidad de la información que será intercambiada.
I_5	Establecimiento de las formas de comunicación.

Fuente. Elaboración propia

$$\text{Cantidad de recursos humanos} = Rh$$

$$\text{Tiempo total de desarrollo representado en horas (8 h cada jornada laboral)} = Th$$

$$\text{Esfuerzo de producción} = E$$

$$E = Rh \times Th$$

Tabla 18: Cálculo del esfuerzo de producción

	Rh	Th	E
Esfuerzo antes de aplicada la propuesta	9	1344 (7 meses)	12096
Esfuerzo después de aplicada la propuesta	9	768 (4 meses)	6912

Fuente. Elaboración propia

En la figura 11, se puede observar una disminución de 576 Horas/Hombres del esfuerzo de producción luego de aplicada la propuesta.

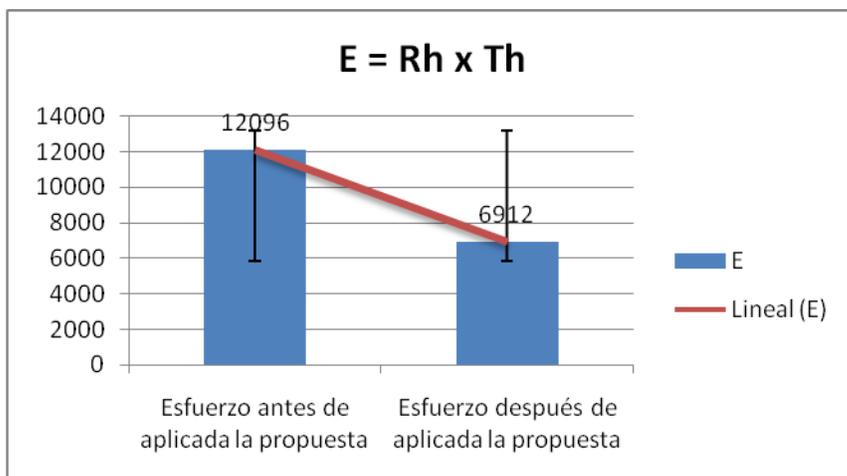


Figura 11: Comparación del esfuerzo de producción

Fuente. Elaboración propia

La definición del procedimiento propuesto, permitirá optimizar y generalizar el desarrollo de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de SGE. La implantación de un conjunto de actividades, responsabilidades y artefactos, contribuye a un progreso eficiente en función de organizar definiciones que hoy afectan el esfuerzo en la implementación de la interoperabilidad.

Disminución de los costos de producción

A raíz de lo anterior y tomando en cuenta una *tarifa horaria* de \$ 12.00 por concepto de salario (S), se pudo comprobar una disminución del costo de producción al aplicar la propuesta.

$$E = Rh \times Th \times S$$

Tabla 19: Cálculo del costo de producción

	Rh	Th	S	E
Costo antes de aplicada la propuesta	9	1344 (7 meses)	\$12.00	\$145152
Costo después de aplicada la propuesta	9	768 (4 meses)	\$12.00	\$82944

Fuente. Elaboración propia

En la figura 12, se evidencia una disminución del costo de producción al estimarse un ahorro de \$ 62208 después de aplicada la propuesta.

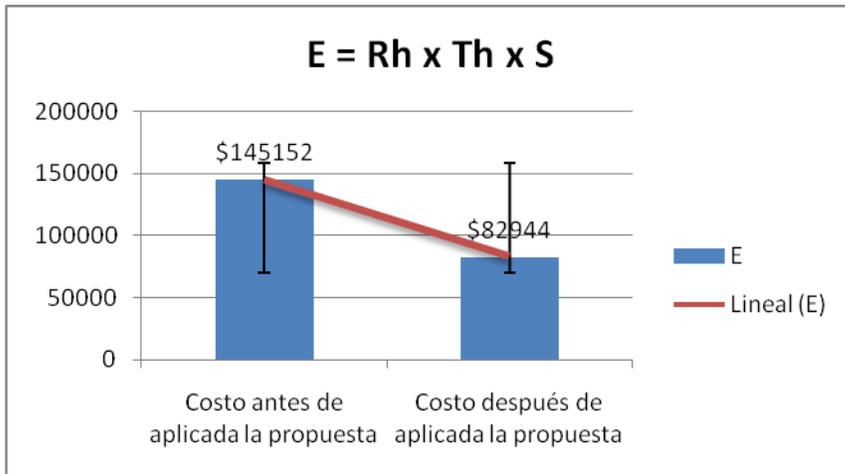


Figura 12: Comparación del costo de producción

Fuente. Elaboración propia

Desde otra perspectiva, se pudiera analizar el impacto que representa la propuesta comparada con la implantación de una arquitectura orientada a servicios (SOA). Adoptar una SOA implicaría mantener las variables descritas anteriormente, además de la suma de un componente de hardware que en la mayoría de los casos, resulta considerablemente alto su costo. La Figura 13 muestra una tabla en la que se pueden observar los costos.

Lista detallada de precios

Descripción de la referencia	*Precio de IBM, impuestos no incluidos
IBM WebSphere Enterprise Service Bus for zEnterprise BladeCenter Extension and Linux on System z Processor Value Unit (PVU) License + SW Subscription & Support 12 Months (D58AKLL)	383.00
IBM WebSphere Enterprise Service Bus Processor Value Unit (PVU) License + SW Subscription & Support 12 Months (D58AELL)	383.00
IBM WebSphere Enterprise Service Bus Retail Store Edition Processor Value Unit (PVU) License + SW Subscription & Support 12 Months (D06UVLL)	37.00
IBM Media Extender for WebSphere Process Server Establishment License + SW Subscription & Support 12 Months (D04Q1LL)	98,400.00
IBM Media Extender for WebSphere Process Server Application Instance License + SW Subscription & Support 12 Months (D04Q3LL)	16,500.00
IBM WebSphere Adapter for Oracle E-Business Suite per Establishment for Linux on System z License + SW Subscription & Support 12 Months (D0BA1LL)	175,000.00
IBM WebSphere Adapter for SAP Software per Establishment for Linux on System z License + SW Subscription & Support 12 Months (D0B3HLL)	175,000.00
IBM WebSphere Adapter for Siebel Business Applications per Establishment for Linux on System z License + SW Subscription & Support 12 Months (D0B5HLL)	175,000.00
IBM WebSphere Adapter for PeopleSoft Enterprise per Establishment for Linux on System z License + SW Subscription & Support 12 Months (D0B2XLL)	175,000.00
IBM WebSphere Enterprise Service Bus Registry Edition Processor Value Unit (PVU) License + SW Subscription & Support 12 Months (D0GALLL)	639.00
IBM WebSphere Enterprise Service Bus Registry Edition Processor Value Unit (PVU) for Linux on System z License + SW Subscription & Support 12 Months (D0GB0LL)	639.00

Figura 13: Catálogo de precios por volumen. SOA

Fuente. (IBM, 2011)

$$Hardware = Hd$$

$$Esfuerzo con el hardware incluido = Eh$$

$$Eh = Rh \times Th \times S + Hd$$

$$E = Rh \times Th \times S$$

$$Eh = Rh \times Th \times S + Hd$$

$$E = 9 \times 768 \times 12$$

$$Eh = 9 \times 768 \times 12 + 383$$

$$E = \$ 82944$$

$$Eh = \$ 83327$$

Analizado los escenarios, queda demostrado que $E < Eh$ con respecto al costo de producción.

3.6 Conclusiones

En este capítulo se realizó un análisis de los resultados obtenidos, de los cuales se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- La aplicación de una encuesta permitió comprobar resultados por encima de un 84%, lo cual se traduce en resultados alentadores de acuerdo con los parámetros de calidad tomados en cuenta para la evaluación del procedimiento.
- El indicador Adaptabilidad a los tipos de productos fue el de más bajo nivel con un 84,09%, confirmando la heterogeneidad que puede existir en los diferentes tipos de productos con respecto a la representación de sus procesos.
- El registro de evidencias originadas luego de la aplicación del procedimiento en el programa ERP-Cuba, demuestra la posibilidad de llevar a cabo con éxito la implementación de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de SGE.
- La aplicación del procedimiento disminuye significativamente el esfuerzo de producción necesario para desarrollar la interoperabilidad, con un estimado de 576 Horas/Hombre.
- En cuanto a la disminución de los costos de producción, la puesta en marcha del procedimiento propuesto, representa un descuento de \$62208 al costo de un proyecto donde no se aplica el mismo.

CONCLUSIONES

- La gestión e implementación de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de SGE constituye un factor importante, la indefinición significa un problema que está repercutiendo significativamente en poder llevar a cabo con éxito el intercambio de información.
- De acuerdo a la problemática planteada, las condiciones tecnológicas y de infraestructura existente, limitan la adopción de una arquitectura SOA o un mecanismo de replicación de datos. Por tanto a favor del objetivo de la investigación propuesto, se decide llevar a cabo el desarrollo de la interoperabilidad a través del intercambio de archivos.
- El procedimiento propuesto, posibilita la concepción y desarrollo de la interoperabilidad en escenarios donde no es posible adoptar una arquitectura orientada a servicios Web, ni utilizar mecanismos de replicación de datos. Esto se traduce en la puesta en marcha de un proceso de interoperabilidad a través ficheros con un formato de entendimiento común.
- La aplicación de la propuesta, permite lograr el primer nivel de los propuestos en (LISI Model, 1997). Por cuanto se deben evaluar gradualmente las condiciones en función de alcanzar niveles superiores.
- El registro de evidencias originadas luego de la aplicación del procedimiento en el programa ERP-Cuba, demuestra la posibilidad de llevar a cabo con éxito la implementación de la interoperabilidad en proyectos de desarrollo de SGE.
- La aplicación del procedimiento disminuye significativamente el esfuerzo de producción necesario para desarrollar la interoperabilidad, con un estimado de 576 Horas/Hombre y un descuento de 62208 pesos por concepto de costo de producción.

Aunque en la actualidad restan una cantidad importante de problemas por resolver en materia de interoperabilidad, ya hoy se puede contar con un procedimiento que servirá como material de consulta a las entidades cubanas inmersas en el proceso de transmisión y recepción de información, además de notificar o gestionar sucesos; así como exportar e importar datos.

RECOMENDACIONES

- Continuar investigando sobre las definiciones y tendencias que van surgiendo en cuanto a la gestión de la interoperabilidad de software.
- Aplicar los estándares internacionales de interoperabilidad definidos para tipos de procesos de negocio.
- Escalar a otros niveles de interoperabilidad, siempre que las condiciones lo permitan.

BIBLIOGRAFÍA

Abiegue Nápoles, Alejandro y Gómez, Erich Mario. 2008. *Solución para la réplica de datos del ERP.* La Habana, Cuba : Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), 2008. s. n.

Acero, Fernando. 2009. Interoperabilidad (y IV): Estrategias para las organizaciones. *Bitacorás.* [En línea] kriptopolis, 2009. [Citado el: 6 de marzo de 2011.] <http://bitacorás.com/anotaciones/interoperabilidad-y-iv-estrategias-para-las-organizaciones/6103095>.

Arias Orizondo, Arturo Cesar. 2011. *Conferencia Magistral "Marco Conceptual para un Programa de Interoperabilidad desde la visión de los e- GIF, la Arquitectura Empresarial y SOA".* En: *Oncena Semana Tecnológica, (21-25 de noviembre de 2011).* La Habana, Cuba : Fordes, 2011. 2076-9792.

Assche, F. 2006. *An Interoperability Framework. (Learning Interoperability).* Oslo, Noruega : Intermedia Publications, 2006. s. n.

Altova. 2005. Dialectos de esquema y DTD. *Altova.* [En línea] GSA Schedule, 2005. [Citado el: 19 de abril de 2011.] <http://www.altova.com/es/xmlspy/dtd-editor.html>.

Australian Government Information Management Office. 2003. Interoperability Technical Framework for the Australian Government. *Australian Government.* [En línea] junio de 2003. [Citado el: 3 de 1 de 2011.] <http://www.agimo.gov.au/publications/2005/04/agtifv2>.

Bass, Len, Clements, Paul y Kazman, Rick. 2003. *Software Architecture in Practice, Second Edition.* Dallas, TX, EEUU : Adison Wesley, 2003. 0-321-15495-9.

Borges, Alejandro E. 2007. La interoperabilidad y los estándares abiertos, base del desarrollo de la Sociedad de la Información. *Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.* [En línea] Coit, marzo de 2007. [Citado el: 20 de mayo de 2011.] <http://www.coit.es/publicaciones/bit/bit161/36-39.pdf>.

Buretta, M. 1997. *Data replication: tools and techniques for managing distributed information.* New York. EEUU : Wiley Computer Publishing, 1997. s. n.

Carriere, Mallalieu, Tim y Jeromy. 2004. *www.microsoft.com. www.microsoft.com.* [En línea] enero de 2004. [Citado el: 24 de febrero de 2011.] <http://www.microsoft.com/spain/interop/developers/dotnetinteropability.msp>.

Centelles, Miguel. 2005. Taxonomías para la categorización y la organización de la información en sitios web. *Hipertext.* [En línea] mayo de 2005. [Citado el: 26 de mayo de 2011.] <http://www.hipertext.net/web/pag264.htm>.

CEPAL. 2007. Libro blanco de interoperabilidad de gobierno electrónico para América Latina y el Caribe. *cpal*. [En línea] 2007. [Citado el: 3 de enero de 2012.] www.eclac.org/ddpe/publicaciones/xml/2/37352/Libroblanco.pdf.

Correa, Ricardo, y otros. 2009. Diccionario de Conceptos, Términos y Acrónimos relacionados con XBRL. *Instituto de Auditoría Interna y Gobierno Corporativo de Chile*. [En línea] 2009. [Citado el: 9 de marzo de 2012.] <http://www.google.com.cu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.iaichile.com%2Fresources%2FDocuments%2FDICCIONARIO%2520XBRL%2520-%2520IAGC.pdf&ei=luCMULeJI9Gs0AHR14GYDA&usg=AFQjCNF9ZKu33cbXTOBLvwtqOLmc0gdQw>.

Criado, I. J., Gascó, M. y Jiménez, C. E. 2010. *XII Conferencia Iberoamericana de Ministros de administración pública y reforma del estado. Bases para una Estrategia Iberoamericana de Interoperabilidad* (pág. 13). Buenos Aires. Argentina : Centro Latinoamericano de administración para el desarrollo, 2010. s. n.

Criado, Ignacio, Gascó, Mila y Jiménez, Carlos E. 2010. The Proceedings of the 11th European conference on eGovernment. pag 278. *Google books*. [En línea] Google, 2010. [Citado el: 26 de septiembre de 2011.] http://books.google.com.cu/books?hl=es&lr=&id=clkxJXGyhv8C&oi=fnd&pg=PA272&ots=Re-53llktS&sig=p0MkVHhn1GJkiVvs7TMwkFrWwmU&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

Del Toro Rios, Jose Carlos. 2008. *Reportaje de Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP)*. Televisión Universitaria. Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba : 2008.

Arquitectura orientada a servicios de nivel fundamental para los sistemas de gestión de información del departamento de informática de la Universidad de las Tunas. **Dominguez López, Rotceh y Rodríguez González, Rolando. 2011.** 84, Málaga. España : Universidad de Málaga. Grupo Eumed.net, 2011, Vol. 29. s. n.

Fajardo Vega, Norge. 2007. *Sistema de réplica para bases de datos distribuidas en PostgreSQL*. La Habana, Cuba : Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), 2007. s. n.

Gaspera, Jorge Della, Navarro, Mario y Rey, Daniel. 2011. MODELO DE REFERENCIA OSI. *Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza*. [En línea] 2011. [Citado el: 6 de febrero de 2012.] http://web.frm.utn.edu.ar/comunicaciones/modelo_osi.html.

Estándares para la interoperabilidad: nuevos retos. **Gallego Perez, C., Cornet Prat, J. y Manyach Serra, Josep.** 2010. 1, Barcelona. España : Universidad Abierta de Cataluña. Eseiver, 2010, Vol. 134. s. n.

Garcia Castro, Raul. 2008. Tesis Doctoral Benchmarking Semantic Web technology. *Facultad de Informática (UPM).* [En línea] julio de 2008. [Citado el: 06 de abril de 2012.] <http://oa.upm.es/2234/>. 2234.

Gate, Bill. 2006. www.microsoft.com. *www.microsoft.com.* [En línea] 28 de marzo de 2006. [Citado el: 12 de febrero de 2011.] <http://www.microsoft.com/spain/interop/02-03interoperability.mspix>.

Geraci, A., y otros. 1991. *IEEE Standard Computer Dictionary: Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries.* New York, EEUU : IEEE Press Piscataway, 1991. 1559370793.

Goh, CH. 1997. Representing and Reasoning about Semantic Conflicts in Heterogeneous Information Systems. *Citeseer.* [En línea] 1997. [Citado el: 4 de junio de 2011.] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.139.5885&rep=rep1&type=pdf>.

González Quiroga, M. 2011. Estudio de arquitecturas de redes orientadas a servicios. *Treballs academics UPC.* [En línea] 2011. [Citado el: 22 de febrero de 2012.] <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12312>.

Goodchild, Michael F. 1999. Interoperating Geographic Information Systems. *Citeseer.* [En línea] 1999. [Citado el: 7 de diciembre de 2011.] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.99.5206&rep=rep1&type=pdf>.

Gradman, S. 2009. INTEROPERABILIDAD.Un concepto clave a bibliotecas digitales a gran escala persistentes. *Digital preservation Europe.* [En línea] 7 de 4 de 2009. [Citado el: 12 de 5 de 2010.] http://www.digitalpreservationeurope.eu/publications/briefs/es_interoperabilidad.pdf.

Hernández, Anisleiby Fernández. 2007. Organización de los contenidos en los sitios Web: las taxonomías. *Acimed.* [En línea] Editorial Ciencias Médicas, mayo de 2007. [Citado el: 26 de junio de 2011.]. 1024-9435. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000500012.

Iannini, Leopoldo Alfonso. 2011. Información, instrumento dinamizador de la interoperabilidad del Sistema Integrado de Transporte Público Terrestre de Pasajeros en Colombia. *Biblioteca Digital. Repositorio Institucional.* [En línea] 2011. [Citado el: 2 de agosto de 2011.] <http://www.bdigital.unal.edu.co/6202/30/leopoldoalfonsoiannini.pdf>.

IBM. 2011. Lista detallada de precios. SOA. *Passport Advantage Express*. [En línea] IBM, 2011. [Citado el: 6 de febrero de 2012.] <https://www-112.ibm.com/software/howtobuy/buyingtools/paexpress/Express?PO=E9>.

IDABC. 2004. *IDABC. European Interoperability Framework for pan-European eGovernment Services. Version 1.0*. [pdf] Ciudad de Luxemburgo, Luxemburgo : Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2004. s. n.

IEEE. 1990. *IEEE Standard Computer Dictionary: A Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries*. [pdf] New York, EEUU : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990. s. n.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). 2000. *Recommend Practice for Architecture Description of Software-Intensive Systems*. New York, NY, EEUU : Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2000. Std 1471-2000.

Kimball, R. y Caserta, J. 2004. *The data warehouse ETL toolkit*. New York, EEUU : John Wiley & Sons, 2004. s. n.

Martínez Tamayo, A.M., Valdez, J.C., Stubbs, E.A. 2011. *et al. Interoperabilidad de sistemas de organización del conocimiento: el estado del arte, 2011. In Información, Cultura y Sociedad. Instituto de Investigaciones Bibliotecológicas, INIBI. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires. pp.15-37. Buenos Aires. Argentina : s.n., 2011. [Journal Article (Print/Paginated)]*.

Mejía Ávila, Doris. 2011. Estrategia de interoperabilidad semántica en el contexto de integración de conocimiento geográfico y ambiental. Caso de aplicación: Red ontológica "BiodiversityOntology". [En línea] 2011. [Citado el: 4 de abril de 2012.] <http://oa.upm.es/9856/>. 9856.

Ministerio del Interior de la República de Cuba. 2002. *Resolución No.2 "Reglamentos para la Criptografía y el Servicio Cifrado en el Territorio Nacional y para el Servicio Central Cifrado en el Exterior"*. La Habana, Cuba : 2002. s. n.

Interoperabilidad para la transferencia de datos entre sistemas ERP. Nogales Cobas, Pedro Manuel. 2010. La Habana, Cuba : 12ma. Convención Internacional METÁNICA 2010 y 4to Congreso Internacional de Gestión del Conocimiento, 2010. 1607-6281.

ISO. 2008. *ISO/IEC 27000*. Zúrich, Suiza : Organización Internacional para la Estandarización, 2008. s. n.

ISO. 2005. *ISO/IEC 27001, Information technology Security techniques - Information security management systems*. Zúrich, Suiza : Organización Internacional para la Estandarización, 2005. s. n.

J. Nowak, J. Noguerras. 2005. Issues of multilingualism in creating a European SDI – The perspective for Spatial Data Interoperability. *11th EC-GI & GIS Workshop*. [En línea] 2005. [Citado el: 10 de mayo de 2011.] <http://www.ec-gis.org/Workshops/11ec-gis/papers/309nowak.pdf>.

Jen, L. y Lee, Y. 2000. Recommend Practice for Architecture Description of Software-Intensive Systems. *Acience Reference*. [En línea] 2000. [Citado el: 24 de marzo de 2012.] http://reference.kfupm.edu.sa/content/d/o/documenting_software_architectures_view_58727.pdf.Std_1471-2000.

Manso Callejo, Miguel Ángel. 2009. El uso de los metadatos para el desarrollo de un modelo de interoperabilidad para las Infraestructuras de Datos. *Archivo Digital UPM*. [En línea] 2009. [Citado el: 2 de enero de 2012.] <http://oa.upm.es/1870/.1870>.

Mejía Ávila, Doris. 2011. Estrategia de interoperabilidad semántica en el contexto de integración de conocimiento geográfico y ambiental. Caso de aplicación: Red ontológica “BiodiversityOntology”. [En línea] 2011. [Citado el: 4 de abril de 2012.] <http://oa.upm.es/9856/.9856>.

León, R. A. H. y González, Z. C. 2008. *El Paradigma Cuantitativo De La Investigación Científica*. La Habana, Cuba : Editorial Universitaria, 2008. 978-959-16-0343-2.

Leyet, Osmar. 2010. *Documento de Descripción de la Arquitectura de Software*. Informe Inédito. La Habana, Cuba [s. n.] : CEIGE. UCI, 2010.

LISI Model. 1997. Levels of Information Systems Interoperability (LISI) Reference Model. *Best Manufacturing Practices*. [En línea] bmpcoe, 1997. [Citado el: 13 de marzo de 2011.] <http://www.bmpcoe.org/library/books/lisi%20model>.

Lucen López, Lucen. 1999. *Criptografía y Seguridad en Computadoras*. Andalucía, España : Creative Commons Editorial, 1999. s. n.

Manso, M.A., y otros. 2009. *Modelo de Interoperabilidad Basado en Metadatos (MIBM)*. España : Universidad Politécnica de Madrid. Dpto. de Ingeniería Topográfica y Cartográfica. ETSI en Topografía, 2009. s. n.

Análisis y comparación de metadatos para la descripción de recursos electrónicos en línea.

Martín, S.G y Angelozzi, S.M. 2011. pp.323-358, III Encuentro Internacional de Catalogadores, Buenos Aires, Argentina : Biblioteca Nacional Argentina, 2011. s. n.

Ministerio del interior de la República de Cuba. 1999. *Decreto Ley 199 "Sobre la Seguridad y Protección de la Información Oficial"*. La Habana, Cuba : s.n., 1999.

Ministerio del Interior de la República de Cuba. 2002. *Resolución No.2 "Reglamentos para la Criptografía y el Servicio Cifrado en el Territorio Nacional y para el Servicio Central Cifrado en el Exterior"*. La Habana, Cuba : s.n., 2002. s. n.

Munk, Sandor. 2005. Interoperability in the Infosphere. Challenges, Problems, Solutions. *Jan Kameníček. Obrana a Strategie*. [En línea] 2005. [Citado el: 6 de junio de 2011.] http://www.army.cz/mo/obrana_a_strategie/1-2005cz/munk.PDF.

Nogales Cobas, Pedro Manuel y Galván Rey, Magdanis. 2011. Estrategia de interoperabilidad para la transferencia de datos entre sistemas ERP en Cuba. *Técnica Administrativa*. [En línea] 2011. [Citado el: 4 de julio de 2011.] <http://www.cyta.com.ar/ta1002/v10n2a3.htm>. 1666-1680.

Procedimiento para lograr la interoperabilidad entre sistemas ERP en Cuba. **Nogales Cobas, Pedro Manuel y Galván Rey, Magdanis. 19 de noviembre de 2010.** La Habana, Cuba : Décima Semana Tecnológica, 19 de noviembre de 2010. 2076-9792.

OASIS Open. 2006. Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0. *oasis-open*. [En línea] 13 de octubre de 2006. [Citado el: 5 de marzo de 2012.] <http://docs.oasis-open.org/soa-rm/v1.0/>.

Peig Olivé, Enric. 2004. Interoperabilidad de metadatos en sistemas distribuidos. *Universitat Pompeu Fabra UPF*. [En línea] 09 de febrero de 2004. [Citado el: 05 de febrero de 2012.] <http://www.tdx.cat/handle/10803/7531;jsessionid=268BA79CCAED3628C752D0EA54BB001B.tdx2.846886238X>.

PGP, 2007. Guard, El GNU Privacy. *GnuPG*. [En línea] OpenIT, 01 de 02 de 2007. <http://www.gnupg.org/index.es.html>.

Piñero Pérez, Pedro. 2009. *Panorámica de la replicación. Estrategia para su tratamiento en el Centro*. La Habana, Cuba : Centro de Tecnologías de Almacenamiento y Análisis de Datos CENTALAD, 2009. s. n.

Ramió Aguirre, Jorge. 2006. *Seguridad Informática y Criptografía v.4.1, 6ªEd.* Madrid, España : McGraw - Hill, 2006. s. n.

Shekhar, S. 2004. *Spatial Data Mining and Geo-spatial Interoperability. Report of the NCGIA Specialist Meeting on Spatial Webs*. Santa Barbara, California, EEUU : National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, 2004. s. n.

Stake, R. E. 1999. *Investigación con estudio de casos*. Madrid, España : Ediciones Morata, 1999. s. n.

Stockley, Derek. 2009. Definitions. *key human resource and management terms*. [En línea] Derek Stockley Pty Ltd, 2009. [Citado el: 20 de noviembre de 2011.] <http://derekstockley.com.au/definitions.html>.

Tecnológico de Culiacan. 2005. Estandares Para El Manejo De Datos e Informacion. *Mitecnológico*. [En línea] 16 de febrero de 2005. [Citado el: 26 de mayo de 2011.] <http://www.mitecnologico.com/Main/EstandaresParaElManejoDeDatosEInformacion>.

Tolk, A. 2003. *Beyond Technical Interoperability—Introducing a Reference Model for Measures of Merit for Coalition Interoperability*, *Proceedings of the 8th ICCRTS*. Washington, D.C, EEUU : DTIC Document, 2003. s. n.

Tolk, A. y Muguira, K. 2003. *The Levels of Conceptual Interoperability Model (LCIM)*. Orlando, FL, EEUU : Proceedings of the IEEE Fall Simulation Interoperability Workshop, 2003. 03F-SIW-007.

Turnista, C. y Tolk, A. 2006. *Battle Management Language: A Triangle with Five Sides* *Proceedings of the Simulation Interoperability Standards Organization (SISO) Spring Simulation Interoperability Workshop (SIW)*. Huntsville, AL, EEUU : April, 2006. s. n.

Vijay Luthra. 2007. BusinessDictionary.com. <http://www.businessdictionary.com>. [En línea] WebFinance, Inc. Washington, DC. EEUU, 1 de noviembre de 2007. [Citado el: 10 de febrero de 2011.] <http://www.businessdictionary.com/definition/business-management-system.html>.

Virgen, Juan García. 2000. *Análisis de protocolos de ruteadores*. [pdf] Mexico, DF, Mexico : Universidad La Colima, junio de 2000. s. n.

Vicuña Garretón, Maricela. 2009. Estrategia de interoperabilidad entre servicios públicos: caso Minvu del proyecto “Plataforma integrada de servicios electrónicos del estado”. *UNIVERSIDAD DE CHILE*. [En línea] 2009. [Citado el: 27 de febrero de 2012.] http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2009/vicuna_m/html/index-frames.html.

Weske, Mathias. 2007. *Business Process Management. Concepts, Languages, Architectures*. Potsdam, Germany : Hasso Plattner Institut an der Universität Potsdam, 2007. 978-3-540-73521-2.

W3C. 2003. Extensible Markup Language (XML). *W3C Ubiquitous Web Domain*. [En línea] World Wide Web Consortium, 2003. [Citado el: 19 de abril de 2011.] <http://www.w3.org/XML/>.

Yin, Robert K. 2008. *Case Study Research. Design and Methods. 4th ed.* [pdf] California, EEUU : SAGE Publications, 2008. 978-1-4129.

Zimmermann, P.R. 1995. *The official PGP user's guide*. Cambridge, London : MIT Press, 1995. 13: 978-0-262-74017-3.

—. **2003.** XML Schema. *W3C Ubiquitous Web Domain*. [En línea] World Wide Web Consortium, 2003. [Citado el: 19 de abril de 2011.] <http://www.w3.org/XML/Schema>.

ANEXOS

Anexo 1. DIAGNÓSTICO

Rol que desempeña: _____

1. ¿Conoce la definición de interoperabilidad y lo importante que puede resultar su implementación en un sistema determinado?
Si ___ No ___
2. ¿Considera que es importante desarrollar la interoperabilidad?
Si ___ No ___
3. ¿Conoce si existe un procedimiento definido para desarrollar la interoperabilidad?
Si ___ No ___
4. ¿Conoce las personas o roles que deben estar involucradas en el desarrollo de la interoperabilidad?
Si ___ No ___
5. ¿Conoce las actividades y artefactos que se deben tener en cuenta para desarrollar la interoperabilidad?
Si ___ No ___
6. ¿Qué nivel de interoperabilidad cree Ud. que tiene su proyecto?
Alto ___ Medio ___ Bajo ___ Nulo___
7. ¿Qué nivel de conocimiento en temas de interoperabilidad cree Ud. que tiene su equipo de proyecto?
Alto ___ Medio ___ Bajo ___ Nulo___

Anexo 2. ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Rol que desempeña:

Evalúe el procedimiento según su criterio de acuerdo a la calidad de sus procesos:

- Nivel de aplicabilidad e integración al proceso de desarrollo.
Alta ___ Media ___ Baja ___
- Claridad en la descripción de los elementos tenidos en cuenta.

Alta ____ Media ____ Baja ____

- Reusabilidad de los procesos en otro contexto.

Alta ____ Media ____ Baja ____

Evalúe el procedimiento en cuanto a las actividades y artefactos propuestos.

- Claridad y precisión de las actividades y artefactos.

Alta ____ Media ____ Baja ____

- Completitud (alcance a todo el proceso de desarrollo).

Alta ____ Media ____ Baja ____

- Adaptabilidad (que pueda ser aplicado a diferentes escenarios).

Alta ____ Media ____ Baja ____

Evalúe el procedimiento en cuanto a la capacidad para poder desarrollar la interoperabilidad:

- Adaptabilidad a los tipos de productos.

Alta ____ Media ____ Baja ____

- Adaptabilidad a diferentes escenarios.

Alta ____ Media ____ Baja ____

Anexo 3. Resultados de la aplicación del instrumento de evaluación del procedimiento.

Resultados de la encuesta sobre la calidad de los procesos

Tabla 19: Calidad del procedimiento

Encuestados	Aplicabilidad	Claridad	Reusabilidad
1	2	2	2
2	2	1	1
3	1	1	1
4	2	2	2
5	2	2	2
6	1	1	2
7	1	2	2
8	2	2	2
9	2	2	2
10	2	2	2
11	1	2	1

12	2	2	2
13	2	2	2
14	2	2	2
15	2	2	2
16	2	2	2
17	2	2	2
18	1	2	1
19	2	2	2
20	1	2	2
21	2	2	1
22	2	2	2
Total	38	41	39
%	86,36	93,18	88,63

Fuente. Elaboración propia

Resultados de la encuesta sobre la evaluación de las actividades y artefactos

Tabla 20: Evaluación de las actividades y artefactos

Encuestados	Claridad y precisión	Complejidad	Adaptabilidad
1	2	2	1
2	2	1	1
3	2	1	1
4	2	2	2
5	2	2	2
6	2	2	2
7	1	2	2
8	2	2	2
9	2	2	2
10	2	2	2
11	2	2	2
12	1	2	2
13	2	2	2
14	2	2	2
15	2	2	2
16	2	2	2
17	1	1	1
18	2	2	2
19	2	2	2
20	2	1	2
21	2	2	2

22	2	2	2
Total	41	40	40
%	93,18	90,9	90,9

Fuente. Elaboración propia

Resultados de la encuesta sobre la capacidad para poder desarrollar la interoperabilidad y el intercambio de información

Tabla 21: Capacidad para poder desarrollar la interoperabilidad y el intercambio de información

Encuestados	Adaptabilidad a los tipos de productos	Adaptabilidad a diferentes escenarios
1	1	2
2	1	2
3	2	1
4	2	2
5	2	2
6	2	2
7	2	2
8	1	2
9	2	2
10	2	1
11	2	2
12	2	2
13	2	2
14	1	2
15	2	2
16	2	2
17	2	2
18	2	2
19	1	1
20	1	2
21	2	2
22	1	1
Total	37	40
%	84,09	90,9

Fuente. Elaboración propia

Anexo 4. Registro de evidencias de la implementación del componente de interoperabilidad.

Vista del componente de interoperabilidad

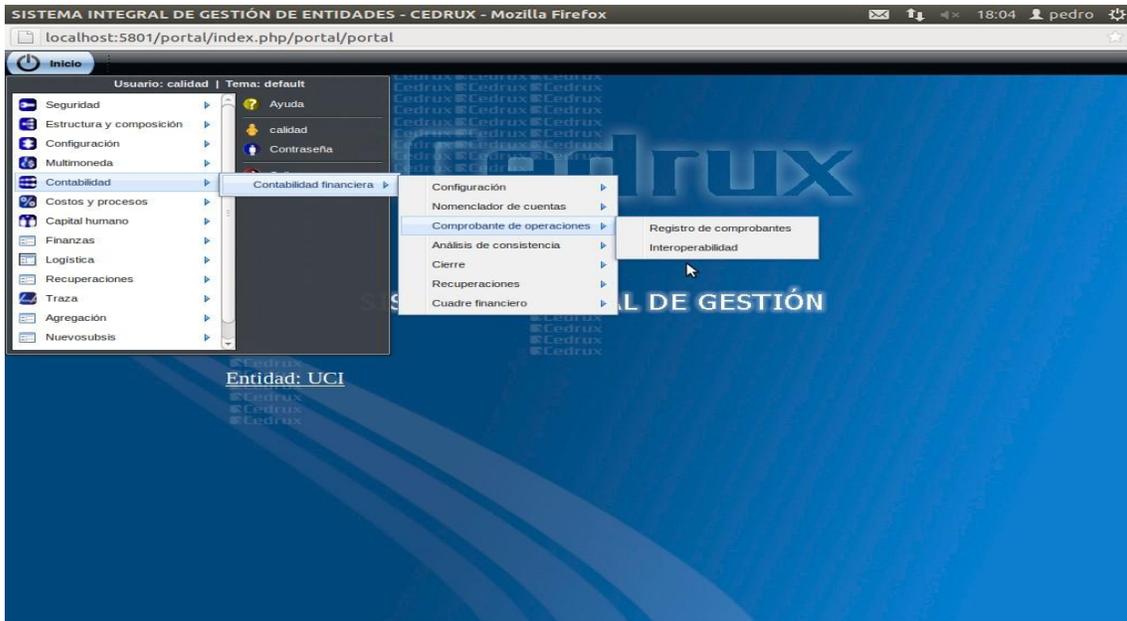


Figura 14: Componente de interoperabilidad. Comprobante de operaciones

Fuente. Elaboración propia

Vista de la funcionalidad: Exportar comprobante de operaciones

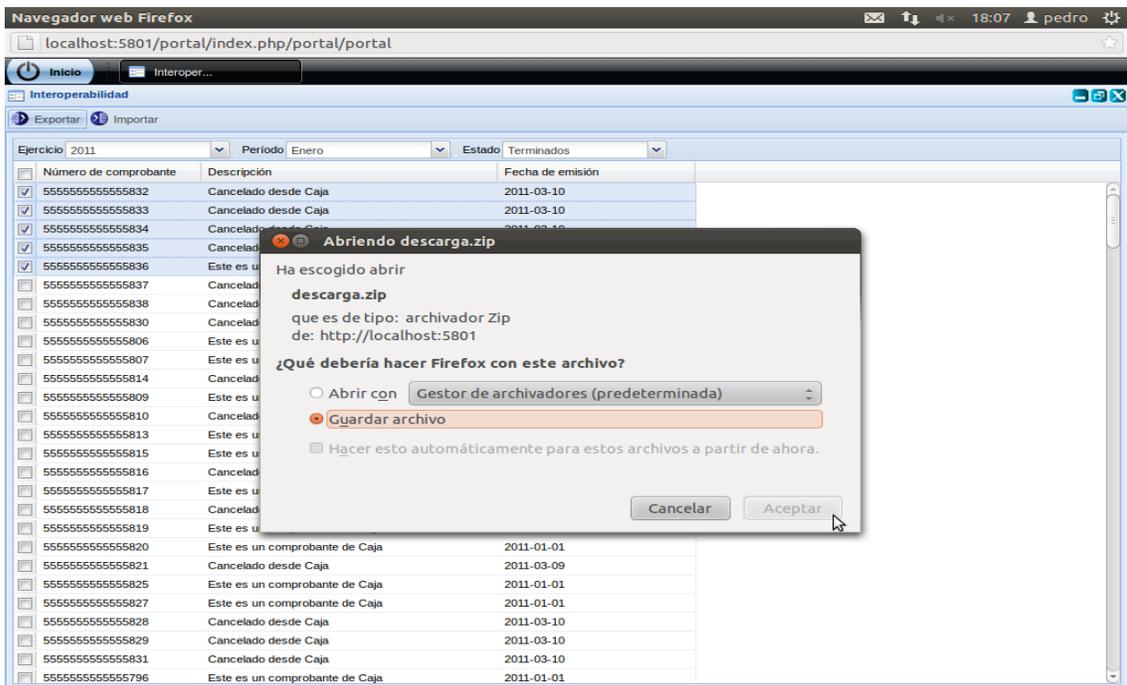


Figura 15: Exportar los comprobantes de operaciones

Fuente. Elaboración propia

Vista de un comprobante de operaciones exportado

```

--<Comprobante_operaciones>
- <entidad nombre_entidad="UCI">
- <moneda tipo_moneda="CUP">
- <comprobante número_comprobante="5555555555556156" descripción="Este es un comprobante de Caja"
fecha_de_emisión="2011-02-01" cierre_apertura="0" suma_importe_comprobante="50"
suma_clave_comprobante="2">
- <asiento fecha="2011-02-01" descripción="Generado en Caja" código_documento_primario="0">
<pase importe_moneda_base="-15.00" importe_moneda_original="-15.00" clave_cuenta="01"
concat_cuenta="161/01" anexo="0"/>
<pase importe_moneda_base="-35.00" importe_moneda_original="-35.00" clave_cuenta="01"
concat_cuenta="161/01" anexo="0"/>
- <pase importe_moneda_base="35.00" importe_moneda_original="35.00" clave_cuenta="01"
concat_cuenta="822/01" anexo="1">
<anexo importe_moneda_base="35.00" importe_moneda_original="35.00" código_centro_común="697"
concat_centro_común="256/697" descripción_centro_común="hh" código_elemento_común="123"
concat_elemento_común="123" descripción_elemento_común="elemento 1"/>
</pase>
<pase importe_moneda_base="15.00" importe_moneda_original="15.00" clave_cuenta="02"
concat_cuenta="111/02" anexo="0"/>
</asiento>
</comprobante>
</moneda>
</entidad>
</Comprobante_operaciones>

```

Figura 16: Comprobante de operaciones exportado

Fuente. Elaboración propia

Vista de la funcionalidad: Importar comprobante de operaciones

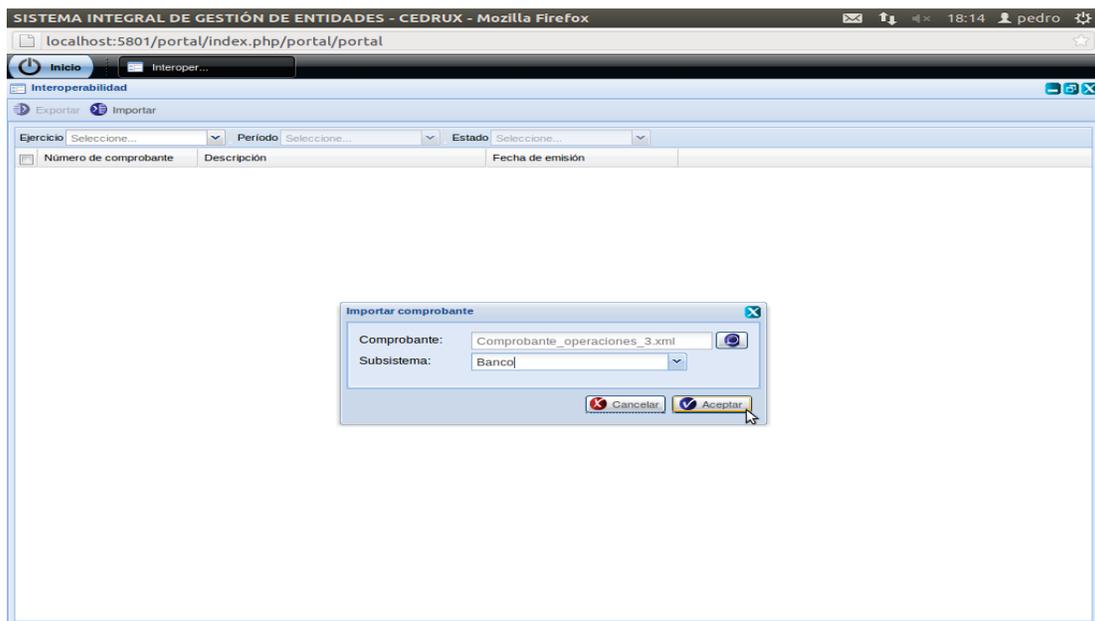


Figura 17: Importar comprobantes de operaciones

Fuente. Elaboración propia