



Estrategia para la migración a aplicaciones de código abierto

Trabajo final presentado en opción al título de Máster en Informática Aplicada

Autor

Ing. Yoandy Pérez Villazón

Tutores

Dr.C Orestes Febles Díaz

MSc. Héctor Rodríguez Figueredo

MSc. Delly Lien González Hernández

La Habana, 18 de diciembre de 2015

Año 57 de la Revolución

Agradecimientos

Muchas son las personas que de una forma u otra han colaborado con la realización de este trabajo.

Agradezco especialmente a:

- ✓ Todos los miembros del Centro de Software Libre, en especial a los profesores que han trabajado en los proyectos de migración y en el desarrollo de la plataforma cubana de migración.
- ✓ Orestes Febles, compañero de clases y luego tutor que supo aconsejarme para el buen desempeño de esta investigación.
- ✓ Héctor Rodríguez, decano, profesor y tutor quien siempre me ha apoyado y ayudado desde mi entrada a la universidad.
- ✓ Delly Lien, tutora e incansable luchadora para la materialización de la defensa de este trabajo.

A todos los que de una forma u otra han colaborado con esta investigación,

Gracias.

Dedicatoria

- ✓ A mis padres por el amor, el cariño y la dedicación constante, quienes han derrochado esfuerzo con el fin de lograr en mí un hombre de bien.
- ✓ A mi hermana y hermanos jimaguas, para los cuales soy la guía a seguir, por ustedes va este resultado.
- ✓ A mis abuelos illo, llalla y papi quienes estuvieron cuando me hice ingeniero y no están hoy conmigo, a mi abuela mami.
- ✓ A mi novia Any por el apoyo, la ayuda y el amor.
- ✓ A mis amigos por el apoyo brindado.

Declaración Jurada de Autoría

Declaro por este medio que yo, Yoandy Pérez Villazón, con carné de identidad 84041609944, soy el autor principal del trabajo final de maestría **Estrategia para la migración a aplicaciones de código abierto** desarrollado como parte de la Maestría en Informática Aplicada y que 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 18 días del mes de diciembre del año 2015.

Yoandy Pérez Villazón

Orestes Febles Díaz

Héctor Rodríguez Figueredo

Delly L. González Hernández

Resumen

El presente trabajo propone una estrategia para la migración a aplicaciones de código abierto, que posibilita aumentar la eficiencia y eficacia de este proceso, garantizando la corrección de los errores detectados en procesos estudiados. Se realizó un análisis de los principales casos de éxito y fracaso de intentos de ejecución de procesos de migración que se han llevado a cabo nacional e internacionalmente, analizando sus experiencias y resultados. Se propone una estrategia para el desarrollo del proceso de migración desde un enfoque metodológico, identificando y documentando las actividades fundamentales y los cambios con respecto a la guía cubana de migración. Se expone el desarrollo de la plataforma cubana de migración (PCM), un sistema informático de apoyo compuesto por diversas aplicaciones, cuya finalidad es automatizar algunas actividades del proceso de migración. Se describe la arquitectura y las funcionalidades de cada componente. Finalmente se analizan los resultados a partir de la aplicación de la propuesta durante la ejecución de la migración en la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales No.3 (ECOAIND3), mostrándose comparaciones que evidencian una mejora notable en la eficiencia y eficacia con la que se ejecuta el proceso con respecto a Telemar, institución migrada en el 2010 a partir de la guía cubana de migración a software libre. Como segundo criterio para la validación de la propuesta se aplicó la técnica IADOV a expertos en ejecución de procesos de migración obteniendo una clara satisfacción con respecto a la propuesta.

Palabras clave: código abierto, estrategia, migración, plataforma de migración.

Abstract

This paper proposes a strategy for migration to open source software, enabling increased efficiency and effectiveness of this process, guaranteeing the correction of errors detected in processes studied. An analysis of the main cases of success and failure of attempted execution of migration processes that have been carried out nationally and internationally, analyzing their experiences and results was performed. A strategy for the development of the migration process is proposed from a methodological approach, identifying and documenting key activities and changes from the Cuban migration guide. It exposed the development of Cuban migration platform (PCM), a computer support system composed of various applications, which aims to automate some of the migration process activities. Finally, results are analyzed after the implementation of the proposal for the implementation of migration in "Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales No.3" (ECOAIND3), showing comparisons that demonstrate a marked improvement in the efficiency and effectiveness with which the process is executed with respect to Telemar institution in 2010 migrated from Cuban migration guide to free software. As a second criteria for validation of the proposed technique was applied IADOV experts migration process execution obtaining a clear satisfaction with the proposal.

Keywords: Cuban migration platform, migration opensource, strategy.

Índice de contenido

Introducción.....	1
Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto.....	9
1.1 Informatización de la sociedad cubana.....	9
1.2 Conceptos asociados a la migración a aplicaciones de código abierto.....	10
1.2.1 Migración social.....	11
1.2.2 Migración técnica.....	12
1.2.3 Definición de migración a código abierto.....	13
1.2.4 Proceso de migración a código abierto.....	13
1.3 Análisis de casos de estudio en procesos de migración extranjeros.....	13
1.3.1 Caso de éxito: Colegio Clermont.....	14
1.3.2 Caso de éxito: Ciudad de Munich, Alemania.....	15
1.3.3 Caso de fracaso: Ciudad de Viena.....	16
1.4 Cuba y la migración a aplicaciones de código abierto.....	17
1.4.1 Guía cubana para la migración a software libre.....	17
1.4.2 Mini-guía cubana para la migración a software libre.....	19
1.4.3 Aplicaciones informáticas de apoyo al proceso de migración.....	19
1.4.4 Caso de estudio cubano: Empresa telemática del MINAL (Telemar).....	20
1.5 Consideraciones finales.....	22
Capítulo 2 : Estrategia para la migración a código abierto.....	23
2.1 Etapas y actividades del proceso de migración.....	23
2.1.1 Preparación.....	25
2.1.2 Ejecución de la migración.....	37
2.1.3 Consolidación.....	44
2.2 Concepción de la plataforma cubana de migración (PCM).....	45
2.2.1 Modelo de negocio.....	47
2.2.2 Requisitos para la integración.....	48
2.2.3 Descripción de la arquitectura.....	49
2.3 Consideraciones finales.....	60
Capítulo 3 :Análisis de los resultados.....	62
3.1 Caso de estudio: Proyecto de migración a código abierto en la ECOAIND3.....	62
3.1.1 Preparación para la migración.....	62
3.1.2 Ejecución de la migración.....	64
3.2 Análisis de la eficiencia y eficacia.....	65
3.3 Valoración de la satisfacción de los expertos.....	67

3.4 Consideraciones finales.....	68
Conclusiones.....	69
Recomendaciones.....	70
Referencias bibliográficas.....	71

Introducción

Desde el comienzo del proceso revolucionario, el pueblo cubano se ha visto bloqueado por el imperio más poderoso que ha conocido la humanidad. Como respuesta al triunfo de enero de 1959 y a los sucesivos cambios que tuvieron lugar, el gobierno norteamericano impuso a Cuba el bloqueo económico, comercial y financiero, mecanismo genocida que se expande al ámbito tecnológico, prohibiendo el uso de tecnologías y sistemas provenientes de empresas norteamericanas o que posean productos patentados en los Estados Unidos de América (EUA).

La informatización de los procesos de la sociedad cubana se ha sustentado en el uso de software privativo, proveniente en mayor medida de empresas como Microsoft. El bloqueo exime a Cuba del pago obligatorio de productos de software norteamericanos empleados en el territorio nacional, a la vez que la ausencia de un mecanismo legal que muestre obligatoriedad hacia el uso de plataformas libres permite la libertad a las instituciones de usar cualquier variante de software, independiente del modo de licenciamiento. Ejemplo de ello es la expansión en la isla del sistema operativo Microsoft Windows, presente en escuelas, industrias, oficinas y restantes sectores.

Los productos provenientes de empresas informáticas norteamericanas a través de la Ley de Ejecución de Acreditación (CALEA) [1] disponen de autorización para espiar y tomar información de los usuarios que usen dichas tecnologías. El mecanismo implementado para ello es a través de puertas traseras¹, que proporciona al gobierno norteamericano de un mecanismo legalizado para disponer de la infraestructura tecnológica de empresas, instituciones e incluso gobiernos.

El empleo de la tecnología con fines destructivos lo relata el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz en su reflexión del día 18 de septiembre de 2007 [2], titulada: "Mentiras deliberadas, muertes extrañas y agresión a la economía mundial". La reflexión estuvo dedicada al suceso que tuvo lugar en la antigua Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) en el verano de 1982. Se cita en el texto:

"Compraron computadoras de los primeros modelos en el mercado abierto,

1 Puerta trasera: Líneas de código ocultas en sistemas informáticos que permiten obtener o introducir información con o sin el consentimiento de los usuarios.

pero cuando las autoridades del gasoducto abordaron a Estados Unidos para adquirir el software necesario, fueron rechazados. Impertérritos, los soviéticos buscaron en otra parte; se envió un operativo de la KGB a penetrar un proveedor canadiense de software en un intento por adquirir los códigos necesarios. La inteligencia estadounidense, avisada por el agente del Dossier Farewell, respondió y manipuló el software antes de enviarlo.”

Una vez la tecnología en manos de los rusos, fue instalada exitosamente y el gasoducto operaba de manera normal. Con el objetivo de afectar la economía interna del país ruso, el software encargado de operar turbinas, bombas y motores industriales a partir de la puerta trasera contenida ocasionó en el verano de 1982, una explosión no nuclear que pudo ser vista desde el espacio. El incidente ocasionó grandes daños a la economía soviética.

Otro suceso que demuestra cómo la tecnología puede ser usada con fines destructivos fue el sucedido en el golpe de estado que tuvo lugar en la República Bolivariana de Venezuela en el 2002, mediante el cual INTESA - un empresa mixta venezolano-americana – al servicio de la cúpula oligárquica venezolana tomó el control informático de Petróleos de Venezuela S.A, causando pérdidas sustanciales a la economía [3] [4].

A partir de tales experiencias y por la hostilidad que ha mostrado el gobierno norteamericano hacia Cuba, en el 2004 por convenio del Consejo de Ministros se anuncia el acuerdo 084 [5], que orienta una migración paulatina de los Órganos y Organismos de la Administración Central del Estado (OACE) hacia aplicaciones de código abierto.

Para organizar la tarea de la migración en el país se creó una estructura compuesta por cuatro grupos de trabajo y uno de dirección denominado Grupo Ejecutivo (Ver *Figura 1*).



Figura 1: Grupos para la migración en Cuba.

Cada uno de los grupos posee tareas y acciones definidas para lograr el éxito de los procesos de migración en el país.

El Grupo Técnico Nacional posee su núcleo fundamental y principal fuerza de trabajo en el Centro de Software Libre (CESOL) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). CESOL tiene como objetivos fundamentales:

- 1) Desarrollar la distribución cubana de GNU/Linux (Nova).
- 2) Definir las directrices, lineamientos y soluciones que guiarán la migración nacional.

Para cumplir con el segundo objetivo, durante el año 2009 se elaboró la “guía cubana de migración a software libre” [6], documento que desde entonces ha servido de consulta para las instituciones en el país que ejecutan procesos de migración. En ella se definen los lineamientos generales que se deben seguir para llevar a cabo un proceso de migración.

Con la aplicación de esta guía desde su creación, el Departamento de Servicios Integrales en Migración, Asesoría y Soporte (SIMAYS) de CESOL ha llevado adelante varios procesos de migración en los OACE del país e incluso ha aplicado la misma en entidades internacionales. A saber: Empresa Telemática del Ministerio de la Industria Pesquera (Telemar) [7], Escuela Superior del Partido Comunista de Cuba “Nico López”, Centro de Cibernética Aplicada a la Medicina (CECAM) [8] y la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No 24 (ECO24) [9].

A partir de la experiencia de su aplicación, la retroalimentación de quienes la han aplicado fuera de SIMAYS y las recomendaciones de quienes dirigen el proceso de migración en el país, se han detectado en la guía un conjunto de dificultades que pueden ayudar a mejorar la forma en que se ejecuta el proceso de migración, entre las que se encuentran las siguientes:

- 1) Demasiada información técnica, que dificulta entender el camino a seguir para migrar.
- 2) La secuencia de pasos que se deben seguir para migrar no está claramente definida.
- 3) Se define el “qué” hacer para migrar, en vez de detallar el “cómo” hacerlo.
- 4) Se definen etapas de migración parcial y total por separado sin reflejar que ambas forman parte de una única etapa en la migración: la ejecución.

- 5) Se enmarca la migración parcial como fase obligatoria del proceso. En la práctica nunca ha sido aplicada en los OACE.
- 6) No se abordan los temas relacionados con la sensibilización de los recursos humanos, lo que contribuye a realizar migraciones forzosas sin el apoyo de los usuarios.
- 7) Durante la ejecución de la migración se duplican esfuerzos en la realización de actividades repetitivas.
- 8) Se incurre en errores humanos en la ejecución de actividades que se realizan de forma manual.
- 9) No se recomiendan herramientas adecuadas que faciliten la ejecución del proceso de migración.

A partir de lo anterior se plantea como **problema científico**: ¿Cómo perfeccionar el modo de ejecución del proceso de migración a aplicaciones de código abierto para aumentar su eficiencia y eficacia? Se deriva como **objetivo general**: Definir una estrategia para la ejecución del proceso de migración a aplicaciones de código abierto que permita aumentar la eficiencia y eficacia a partir de las experiencias en la aplicación de la guía cubana de migración a software libre.

El **objeto de estudio** de la investigación se centra en la migración a aplicaciones de código abierto.

A partir del objetivo general propuesto y en aras de darle cumplimiento al mismo se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

- ✓ Analizar los principales casos de éxitos y fracasos de procesos de migración a aplicaciones de código abierto.
- ✓ Reorganizar metodológicamente el modo de ejecución existente del proceso de migración a código abierto en Cuba, a partir de las experiencias y deficiencias detectadas.
- ✓ Diseñar una aplicación informática que permita automatizar la gestión del proceso de migración.

- ✓ Validar la propuesta a partir de la aplicación práctica en un proceso de migración a código abierto.

Los objetivos específicos se concretan con la realización de las siguientes **tareas de investigación**:

- ✓ Identificación de las experiencias recientes de migración a código abierto.
- ✓ Selección y agrupación de los elementos significativos a los efectos de la migración a software libre en los casos de estudio elegidos.
- ✓ Identificación de las deficiencias incurridas en los procesos de migración desarrollados bajo la guía cubana de migración a software libre.
- ✓ Formulación de una propuesta metodológica que proponga una estrategia de migración ajustada a las necesidades nacionales.
- ✓ Definición una solución informática que posibilite la automatización del proceso de migración a aplicaciones de código abierto.
- ✓ Descripción de la arquitectura de la solución informática propuesta.
- ✓ Análisis de los resultados mediante la aplicación de la propuesta en una institución nacional.

Estableciéndose como **hipótesis**:

La definición de una estrategia a partir de la experiencia de aplicar lo descrito en la guía cubana de migración a software libre permitirá aumentar la eficiencia y eficacia en la ejecución del proceso de migración a aplicaciones de código abierto.

Como parte del desarrollo de la investigación surgen una serie de **preguntas científicas**, las cuales ayudan en el proceso de desarrollo de la misma:

- ✓ ¿Cuáles son los antecedentes de la migración a aplicaciones de código abierto en el mundo contemporáneo?
- ✓ ¿Cuáles son las experiencias en materia de migración a código abierto en Cuba?

- ✓ ¿Qué deficiencias existen en el modo de ejecución de los procesos de migración que se llevan adelante en el país?
- ✓ ¿Cuáles son las posibles causas que llevan a incurrir en errores durante la ejecución de los procesos de migración?
- ✓ ¿Cómo automatizar los procesos que dentro de la migración se ejecutan de manera repetitiva y periódica.

Para el desarrollo de la investigación fue necesario hacer uso de un conjunto de procedimientos que permitieron obtener información no observable directamente. Fueron empleados los siguientes **métodos científicos y técnicas**:

- ✓ *Analítico-Sintético*: La aplicación de este método permitió separar el problema presente en partes, analizarlas independientemente y a partir de su estudio concretar resultados que contribuyen a una mejor estructuración del modo de ejecución del proceso de migración a aplicaciones de código abierto.
- ✓ *Histórico-Lógico*: Los cambios metodológicos ocurridos históricamente en la forma de ejecución de los procesos de migración de los distintos casos estudiados, permitió inferir elementos para proponer una mejor solución.
- ✓ *Inductivo-Deductivo*: Este método se aplica durante la investigación para, a partir de situaciones presentes en los casos de migración analizados y del análisis de diferentes arquitecturas y herramientas existentes en internet, proponer nuevas prácticas en el proceso de migración, aplicaciones y una arquitectura lógica que garantice la integración de los componentes.
- ✓ *Observación*: Desde un punto de vista contemplativo, la aplicación de esta técnica permitió observar el curso de la ejecución de los procesos de migración que se desarrollaban.
- ✓ *Experimentación*: Mediante la aplicación de la propuesta en una institución nacional para analizar los resultados.
- ✓ *Medición*: Empleado para obtener información numérica acerca del tiempo de duración

de algunas actividades usando los componentes de la plataforma.

La **novedad científica** radica en la definición de una estrategia de migración que incluye una plataforma tecnológica de soporte al proceso de migración; una solución que posterior a su implementación posibilitará la automatización del proceso de migración. La conceptualización estará basada en una reorganización metodológica del proceso de migración que propone soluciones a los problemas detectados tras la continua aplicación de la “guía cubana de migración a software libre”. Dicho documento fue elaborado en el 2009 basado en estudios internacionales, donde las condiciones y tecnologías presentes están alejadas de la realidad cubana. Constituye un esfuerzo por crear una estrategia criolla de migración que sea útil y aplicable en los OACE, con soporte tecnológico para una mejor gestión del proceso.

El presente trabajo está estructurado en tres capítulos que se describen a continuación:

- ✓ **Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto:** Se realiza un estudio del estado del arte que recoge los elementos esenciales que enlazan los principios de informatización de la sociedad cubana con la migración a aplicaciones de código abierto; se definen los conceptos asociados a esta última y se analizan algunos casos de éxitos y fracasos como resultado del intento o ejecución de procesos de migración. Por último se analiza la guía y mini-guía cubana de migración a software libre [10], documentos que han servido de apoyo a la migración nacional.
- ✓ **Capítulo 2: Estrategia de migración a código abierto:** Se formula la estrategia a seguir para desarrollar el proceso de migración a código abierto a partir de los cambios con respecto a la guía cubana de migración a código abierto. Se define qué es la plataforma cubana de migración (PCM), se ilustran los procesos que dicha plataforma permitirá automatizar, se propone la arquitectura y describen los componentes que la integran.
- ✓ **Capítulo 3: Análisis de los resultados:** A partir de la aplicación de la estrategia en la Empresa Constructora de Obras de Ingeniería e Industriales 3 (ECOIND3), se realiza un análisis de los resultados de aplicación de la propuesta. Se aplica la técnica IADOV a expertos en la ejecución de procesos de migración.

Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto

El proceso de informatización de la sociedad cubana debe estudiarse vinculado al contexto social y económico en el que se ha desarrollado la Revolución desde sus propios inicios. La existencia prácticamente nula de las ciencias informáticas antes de la década del 90 y luego la profunda crisis económica que sufrió el país después de la desaparición del campo socialista, trajeron como resultado que la intención de informatización de la sociedad programada y ordenada surgiera en el año 1997, tras la resolución económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba [11].

1.1 Informatización de la sociedad cubana

En el año 2000 se crea a partir de los discretos resultados de la aplicación del programa acordado en 1997, el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), con la misión fundamental de fomentar el uso masivo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la economía nacional, la sociedad y al servicio del ciudadano. Posterior a ello se crea el “Programa Rector de la Informatización de la Sociedad”, en el que conceptualmente se define Informatización de la Sociedad Cubana como:

... el proceso de utilización ordenada y masiva de las TIC para satisfacer las necesidades de información y conocimiento de todas las personas y esferas de la sociedad [12].

La estrategia contenida en el programa propone siete áreas de acción:

- ✓ Infraestructura, Tecnologías y Herramientas.
- ✓ Formación Digital.
- ✓ Fomento de la Industria Nacional de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- ✓ Investigación, Desarrollo y Asimilación de Tecnologías.
- ✓ Utilización de las TIC en la Dirección.
- ✓ Sistemas y Servicios Integrales para los ciudadanos.

Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto

- ✓ Utilización de las TIC en el Gobierno, la Administración y la economía.

Para darle cumplimiento al último punto de la estrategia desde el año 2004 el gobierno de Cuba orientó por acuerdo del Consejo de Ministros que las aplicaciones informáticas a usar en los OACE deben estar sustentadas sobre software libre y/o código abierto [5].

Dándole cumplimiento a las orientaciones del MIC, diversas entidades nacionales fueron pioneras en el área de su informatización con software de fuentes abiertas. Cabe resaltar en esta investigación por sus aportes a la Aduana General de la República [13], Infomed, los Joven Club de Computación y Electrónica (JCCE) y la UCI.

En el mes de febrero del 2015 se realiza el 1^{er} Taller Nacional de Informatización y Ciber-Seguridad [14], manteniéndose dentro de los objetivos, la informatización usando tecnologías libres. Esta fecha marcó una nueva etapa para el desarrollo de procesos de migración a código abierto en el país.

1.2 Conceptos asociados a la migración a aplicaciones de código abierto

No fue encontrado en la bibliografía especializada en el tema una definición clara sobre qué es la migración a aplicaciones de código abierto o a software libre, sin embargo, en la documentación por lo general se trata este proceso como el mero cambio de una tecnología por otra, lo que conlleva a la implantación de nuevos sistema informáticos, dejando a un lado el elemento humano. Dichas definiciones son entendibles debido a que, por lo general, los autores de este tipo de documentos son usuarios técnicos que no contemplan el factor social y humano dentro de la migración.

La experiencia práctica de la ejecución de procesos de migración por parte del autor de esta investigación le ha permitido formular un concepto sobre lo que resulta ser el proceso de migración a aplicaciones de código abierto, para ello es importante conocer primeramente que durante la ejecución de cualquier proceso de migración intervienen dos componentes esenciales: la migración social y la técnica o tecnológica (Ver *Figura 2*).

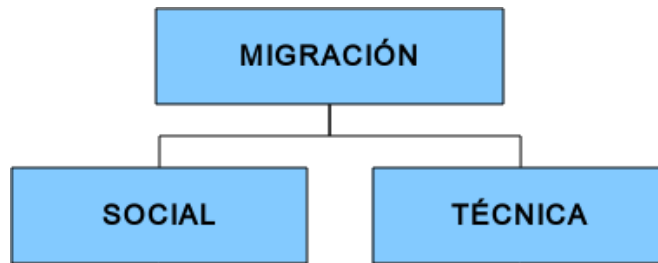


Figura 2: Componentes de la migración.

1.2.1 Migración social

El componente social de la migración está asociado al grado de aceptación/compromiso que logren alcanzar los usuarios con el proceso de cambio. Si los usuarios no están convencidos de la importancia del proceso y apoyan el mismo, será muy probable que este falle² (Ver Figura 3). Para lograr que los usuarios acepten el cambio deberá formularse una acertada estrategia de sensibilización.

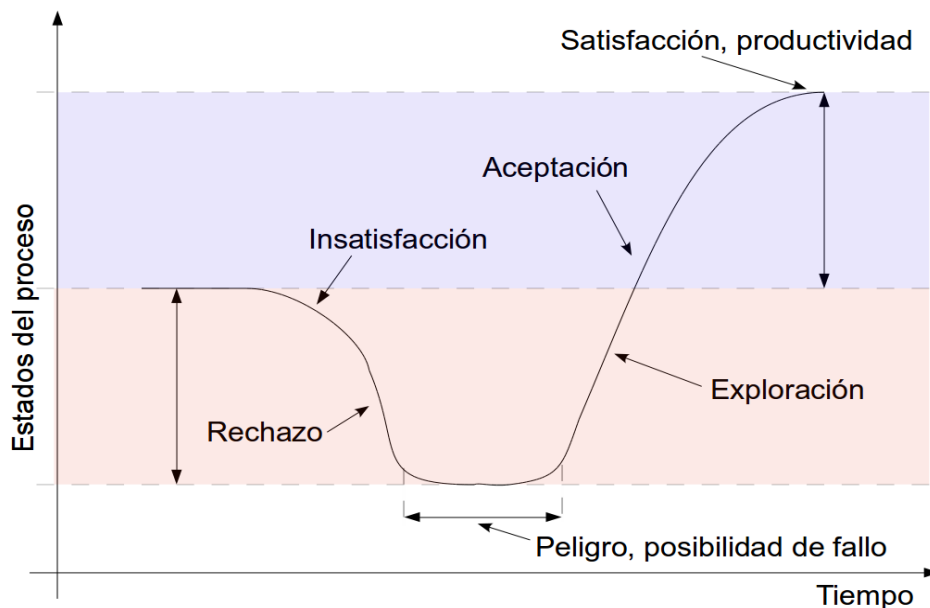


Figura 3: Impacto de la migración en los recursos humanos.

Se puede decir entonces, que se está en presencia de una migración social cuando en el proceso las personas son sometidas a un cambio en su forma de pensar, rompiendo el esquema seguido por las herramientas privativas de uso y adaptándose a la “filosofía”

2 La figura 3 está basada en el modelo propuesto por IBM en el libro “Linux Client Migration” [15].

asociada al código abierto.

1.2.2 Migración técnica

La migración técnica (o tecnológica) es la componente relacionada con el cambio de la tecnología en la institución, dicha migración requiere como paso imprescindible para su cumplimiento el cambio de las aplicaciones privativas de la entidad por herramientas libres en su mayor porcentaje posible, se debe tener en cuenta que la migración puede que no se realice de manera total por el uso de algunas aplicaciones que no posean una alternativa libre a corto plazo, por tal razón se concuerda con la propuesta en la clasificación de la migración según su alcance [16]:

- ✓ Migración completa: resulta de la combinación de migrar tanto los servidores como las computadoras de los usuarios. La planificación de este tipo de migración tiene que garantizar que los clientes no queden en ningún momento sin acceso a los servicios proporcionados por los servidores. Para ello, se suele realizar en primer lugar la migración total o parcial de los servidores y, a continuación, la migración de las máquinas clientes.
- ✓ Migración parcial: resulta de la combinación de migrar sólo una parte de los servidores o una parte de los clientes, de manera que continúa existiendo en la institución máquinas basadas en software privativo. Un escenario habitual es aquél en el cual, en el mismo sistema, se encuentran clientes basados en software libre y clientes basados en software privativo, cuya configuración dependerá de las necesidades o preferencias de los usuarios finales.

1.2.3 Definición de migración a código abierto

Las componentes de la migración no pueden verse por separadas una de la otra, tecnología y personas conforman el escenario de cualquier proceso de migración a código abierto. A partir de tal relación se puede definir que la migración no es solo cambiar un sistema operativo por otro o eliminar y colocar un conjunto de nuevas aplicaciones, va más allá de eso, los cambios más grandes están en la forma de pensar de las personas, la migración es un proceso ordenado donde las personas están convencidas de las ventajas de implantación de las nuevas tecnologías y apoyan dicho proceso para el desarrollo exitoso del mismo.

1.2.4 Proceso de migración a código abierto

Con el objetivo de tener mayor claridad, en esta investigación el término “proceso de migración” se refiere al conjunto de subprocesos y tareas que son necesarias realizar para llevar a una institución desde un estado inicial donde existe software privativo hacia un estado final donde existan mayoritariamente aplicaciones libres, teniendo en cuenta para ello la migración social y tecnológica.

1.3 Análisis de casos de estudio en procesos de migración extranjeros

En los últimos años la ejecución de procesos de migración ha cobrado auge en gobiernos, sectores públicos y privados, universidades, industrias, entre otros. Algunos ejemplos son:

- ✓ Venezuela (Administración Pública): A partir de la proclamación del decreto 3390, el gobierno bolivariano de Venezuela ha orientado una migración de todos los entes de la Administración Pública [17].
- ✓ Gobierno Federal de Brasil (Administración Pública): Brasil es un exponente mundial en materia de uso de tecnologías de software libre y código abierto [18].
- ✓ HSBC (Empresa Privada): Es uno de los consorcios económicos más grandes del mundo, usa Suse Enterprise Server para administrar 9500 oficinas, 306 300 trabajadores y 125 millones de clientes en todo el mundo [19].
- ✓ IBM (Empresa privada): El gigante azul – como se le conoce a IBM – ha usado, colaborado y desarrollado aplicaciones para la comunidad de código abierto desde la década del 90. IBM hoy colabora con gran parte del desarrollo del núcleo Linux [20].

La lista de ejemplos se torna interminable, sin embargo vale la pena realizar un análisis de algunos casos que han tenido lugar en los últimos tiempos, en aras de estudiar sus experiencias, que en algunos casos los llevaron al éxito y en otros condujeron al fracaso en la migración.

1.3.1 Caso de éxito: Colegio Clermont

El Colegio Clermont es una escuela del sector educacional colombiano cuya misión es educar y formar seres con una conciencia ética universal, comprometidos con el conocimiento y el desarrollo personal, integralmente capacitados para desenvolverse competentemente en

Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto

el aspecto personal, vocacional y social, de tal manera que su ser y hacer les aporte bienestar y felicidad a sí mismos, a sus familias y a su sociedad.

Bajo esa misión en el período 2006 - 2008 la institución desarrolló su proceso de migración a aplicaciones de código abierto [21], resulta interesante al analizar la experiencia en el sector resaltar las siguientes acciones:

- ✓ Se realizaron actividades de sensibilización a directivos del colegio y profesores mostrando la importancia del software libre.
- ✓ Se capacitó a los administradores de redes para la posterior migración de los servicios telemáticos.
- ✓ Se migraron los servicios telemáticos, emulando el servidor de directorios soportado sobre Windows NT. Se instalaron servidores Samba para mantener niveles de interoperabilidad en el intercambio de archivos con sistemas de Microsoft Windows.
- ✓ Se usó la tecnología Linux Terminal Server Project (LTSP) para los clientes ligeros.
- ✓ Se migraron las estaciones de trabajo de laboratorios y aulas.
- ✓ Se capacitó a estudiantes y profesores en el uso de las nuevas herramientas. Se incorporaron métodos de auto aprendizaje y aprendizaje cooperativo.
- ✓ Fue modificado y adaptado el plan de estudio a las nuevas aplicaciones.

Adicionalmente, los autores de tal proceso recomiendan a quienes ejecuten procesos de migración auxiliarse de proyectos de migración que hayan funcionado, contar con un líder que tenga conocimientos para que asesore el proceso y afrontar el posible miedo al cambio [21].

De esta experiencia resultan interesantes los niveles de sensibilización y capacitación en los que se divide el proceso, identificando claramente un primer nivel donde se encuentran las personas que tienen el poder de decisión (directores y profesores del colegio) y en el segundo nivel los estudiantes. Llama la atención además, el ordenado proceso a seguir para la migración de los servicios telemáticos.

1.3.2 Caso de éxito: Ciudad de Munich, Alemania

Munich es la capital y más importante ciudad del estado federado de Baviera. Luego de Berlín y Hamburgo es la tercera ciudad de Alemania por número de habitantes, posee una población aproximada de 1,4 millones de habitantes.

Desde el año 2003 la ciudad de Munich se pronunció a favor de la migración a aplicaciones de código abierto. Las razones expresadas por el consejo de administración a favor de la migración se basan en el ahorro de dinero al estado y en lograr la independencia de proveedores de tecnología [22].

Munich concluyó su proceso de migración durante el 2013. La meta inicial era migrar 12 000 estaciones trabajo, al cabo de 10 años fueron migradas 15 500 computadoras.

Entre los elementos significativos de este proceso destacan:

- ✓ Fueron migrados los servicios de correo electrónico, mensajería instantánea, agenda y calendario. Logrando implantar una solución de trabajo en grupo (Gosa) [23] que permitió la interoperabilidad con los teléfonos inteligentes [22].
- ✓ Se realizó una distribución propia de GNU/Linux (LiMux) basada en Ubuntu con soporte para dispositivos y periféricos[24].
- ✓ Se personalizó la herramienta OpenOffice.org/LibreOffice, desarrollando WollMux: Una extensión que provee plantillas, autotextos, formularios y nuevas funcionalidades a la suite ofimática [25].
- ✓ Fue adoptado ODF como estándar para el intercambio de documentos.

El proceso de migración de esta ciudad alemana demoró casi 10 años, sin embargo es la administración pública más grande que existe actualmente ejecutando una versión propia de GNU/Linux.

Desde el punto de vista metodológico cabe señalar que en la documentación revisada no se detallan elementos relacionados con la capacitación ni sensibilización, estos últimos elementos pudieron ser claves en el tiempo de duración del proceso.

1.3.3 Caso de fracaso: Ciudad de Viena

La ciudad de Viena es la capital de Austria, ubicada en el centro de Europa, es la ciudad más importante y centro político y cultural del país. Cuenta con una población aproximada de 1 712 900 habitantes.

Durante el año 2005 el gobierno de la ciudad de Viena anunció el proyecto de migración a software libre con el objetivo de evitarse el pago de licencias y lograr la independencia tecnológica de Microsoft, el documento anunciado nombraba el proceso como una “migración suave”. El plan propuesto instaba a la migración voluntaria de los ciudadanos y entidades públicas hacia OpenOffice.org principalmente [26].

Una de las actividades realizadas en apoyo a la migración fue la creación de Wienux [27] una distribución de GNU/Linux propia basada en Debian orientada a sustituir cientos de ordenadores de la ciudad.

Los jardines de infantes (equivalente a círculos infantiles en Cuba) disponían de una aplicación llamada Schlaumäuse, orientada al aprendizaje del idioma y a mejorar el lenguaje en niños de familias provenientes de inmigrantes. Schlaumäuse funcionaba solo con algunos complementos adicionales que debían instalarse sobre Internet Explorer. Luego de realizar una migración masiva de los jardines a Wienux, trataron de emular el mencionado software haciendo uso de Wine, pero el sistema era inestable y se cerraba inesperadamente tras un tiempo corto de trabajo. El proveedor de Schlaumäuse trabajaba en una versión del mismo para Mozilla Firefox que estaría lista para finales del 2009.

El problema de Viena no fue sólo dicha aplicación, otros problemas que se acarrearón estuvieron relacionados con una mala planificación del proceso de migración, entre ellos:

- ✓ No se ofrecieron incentivos a los involucrados.
- ✓ La decisión se dejó en manos de las personas, no existió una política intencionada.
- ✓ Una vez instalado Wienux se presentaron problemas de compatibilidad y detección de hardware.

Las razones anteriores dieron lugar a que en el 2009 por votación de los partidos de la ciudad 3 a 1 se decidió retroceder a Windows Vista, gastando grandes sumas de dinero [28].

1.4 Cuba y la migración a aplicaciones de código abierto

Como bien se aborda en la introducción de esta investigación, Cuba decidió adoptar gubernamentalmente la migración a partir del 2004. Un conjunto de acciones han sido realizadas en aras de garantizar lineamientos estándares que sirvan a los OACE para guiar su migración.

1.4.1 Guía cubana para la migración a software libre

Siguiendo los objetivos declarados para el Grupo Técnico Nacional durante el 2009 es lanzada la versión 0.32 – última versión liberada – de la guía cubana para la migración a software libre, la cual consta de 8 partes o capítulos organizadas en 144 páginas.

La guía aborda contenidos relacionados con el software libre como son las definiciones de código abierto, GNU, Linux, distribución, entre otros. Se definen las diversas categorías de software existentes, tipos de licencias y de estándares informáticos. Se muestran en la tercera parte del documento las primeras transformaciones que sufren los usuarios y algunos consejos para afrontarlas, es ilustrado además cómo debería ser un proceso ideal de migración.

Las partes de la 4 a la 8 están referidas a mostrar los elementos que desde el punto de vista metodológico deben concretarse para alcanzar con éxito la migración (según conocimientos hasta la fecha del lanzamiento de la versión 0.32).

Estructurado de la siguiente forma:

- ✓ Metodología de migración: Se exponen los flujos de trabajo descritos en la metodología cubana de migración, proponiéndose:
 - Evaluación.
 - Diseño.
 - Pilotos.
 - Formación.
 - Implementación.

Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto

- Asistencia técnica.
- ✓ Preparación: Se exponen las actividades que deben ser realizadas previamente antes de iniciar la ejecución de la migración.
- ✓ Migración parcial: Se enuncian las acciones a ejecutar para migrar un “área tipo” que sea representativa dentro de la institución, siguiendo como objetivo probar que la migración pueda funcionar en un área pequeña antes de extenderla hacia toda la entidad. Se proponen además las herramientas libres que se emplearán, se ofrecen cursos de capacitación y se obtiene un sistema operativo replicable que pueda ser clonado hacia el resto de las computadoras.
- ✓ Migración total: Se replican las acciones realizadas en la migración parcial.
- ✓ Consolidación: Se ofrece durante esta etapa un servicio de soporte técnico que permita brindar asistencia a los usuarios y sistemas migrados, apoyándose para ello en sistemas automatizados que faciliten la gestión del soporte (por ejemplo: escritorios de ayuda (helpdesk), un centro de llamadas, correo electrónico, entre otros).

La guía cubana cuenta además, con un conjunto de anexos importantes que sirven a los especialistas que guiarán la migración de apoyo a esta tarea. Con una amplia lista de referencias bibliográficas culmina este importante documento que ha servido de apoyo a la migración de los OACE desde el 2009.

1.4.2 Mini-guía cubana para la migración a software libre

La mini-guía cubana para la migración a software libre, como bien su nombre lo indica, constituye un resumen ejecutivo de la anterior; un material de lectura rápida donde se encuentran los elementos fundamentales y sin mucha explicación que ayuden a lectores con poco tiempo a comprender cómo se ejecuta un proceso de migración.

1.4.3 Aplicaciones informáticas de apoyo al proceso de migración

Luego del lanzamiento de la primera versión de la guía cubana, especialistas del departamento SIMAYS en aras de mejorar el trabajo de los especialistas comenzaron a emplear un conjunto de soluciones informáticas que permiten la automatización de algunas tareas de la migración.

Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto

Aida64: (Anteriormente llamada Everest) es una aplicación privativa desarrollada por la empresa canadiense Lavalys, especializada en el diagnóstico y ejecución de pruebas (*benchmarking*) a computadoras. Aida64 fue empleada en la migración para obtener la información de hardware y software de las computadoras [29].

OCSInventory NG: Esta herramienta automatiza el levantamiento de software y hardware que se realiza en las entidades. OCSInventory NG permite almacenar la información resultante de los inventarios y consultarla a través de una interfaz web (OCSReports) [30].

Limesurvey: Facilita la obtención de información sobre los recursos humanos. Es un gestor de encuestas que provee utilidades básicas de análisis estadístico para el tratamiento de los resultados obtenidos. Las encuestas pueden tener tanto un acceso público como un acceso controlado estrictamente por un usuario [31].

Moodle: Es un LMS³ que permite fundamentalmente la gestión y publicación de cursos de formación educativa, participantes, evaluaciones y otros aspectos relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es usado para facilitar la capacitación de los miembros de la institución. Permite su gestión mediante una interfaz web [32].

Otras soluciones informáticas se consultaban en internet, fundamentalmente destinadas a buscar las alternativas libres [33] y certificar el hardware para su compatibilidad con GNU/Linux [34].

1.4.4 Caso de estudio cubano: Empresa telemática del MINAL (Telemar)

Telemar fue una pequeña empresa cubana que pertenecía al Ministerio de la Alimentación (MINAL) en el año 2010, cuya misión era brindar servicios y soluciones informáticas al ministerio, estaba enfocada en la venta y comercialización de aplicaciones relacionadas con el software de gestión empresarial, el control de pesca y flota. La entidad estaba compuesta de 24 computadoras con 869 aplicaciones diferentes y 43 usuarios de variados perfiles, profesiones y edades.

Durante el proceso de migración en Telemar se ejecutaron las actividades que se detallan a continuación:

3 Learning Management System por sus siglas en inglés o Sistema de Gestión del Aprendizaje.

Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto

- ✓ Diagnóstico de la tecnología, los procesos institucionales y las necesidades de capacitación del personal de la institución.
- ✓ Estudio y selección de las alternativas libres de migración.
- ✓ Certificación de los dispositivos.
- ✓ Montaje de la plataforma virtual de aprendizaje con los cursos.
- ✓ Elaboración y aplicación de una estrategia de capacitación.
- ✓ Ejecución de una actividad de sensibilización.
- ✓ Personalización del sistema operativo Nova 1.2 a la medida.
- ✓ Migración parcial de un sector de la institución.
- ✓ Instalación de nuevas aplicaciones para la mejora de la productividad del desarrollo de software.
- ✓ Acciones de soporte técnico puntuales a los sistemas informáticos.

La migración en la empresa no pudo concretarse completamente debido a factores subjetivos que no serán tratados en esta investigación, sin embargo el proceso iniciado durante el 2010 concluyó en el 2011 con una migración parcial de la tecnología en la institución.

Es válido analizar cuáles fueron las causas que desde el punto de vista metodológico de la migración provocaron que en dos años de trabajo se avanzara lentamente en la migración de Telemar, estas fueron:

- ✓ El diagnóstico de la tecnología se realizó usando Everest; los reportes eran generados en páginas HTML que luego tuvieron que ser procesadas manualmente.
- ✓ La búsqueda de las alternativas a las 869 aplicaciones detectadas en internet tardó aproximadamente un mes.
- ✓ La realización de la certificación de los periféricos conllevó al movimiento de las

Capítulo 1: La migración a aplicaciones de código abierto

impresoras desde la empresa hasta el laboratorio de SIMAYS para la ejecución de pruebas y validación del correcto funcionamiento.

- ✓ Las encuestas realizadas a los usuarios se realizaron de manera manual, por la inexistencia de un sistema de gestión de encuestas, el procesamiento de las mismas para la detección de las necesidades de capacitación se realizó en un trabajo de mesa no automatizado.
- ✓ La realización de los cursos para los usuarios tuvo que esperar hasta que culminara la actividad anterior.
- ✓ El entrenamiento de los usuarios fue persona a persona, dilatándose en exceso el tiempo de capacitación.

El retraso en la ejecución del proyecto de migración no solo afectó el desarrollo de la misma, sino que introdujo gastos innecesarios por cuestiones de transportación de personal y otros elementos logísticos, resultando ineficiente.

Telemar a finales de 2011 como parte del proceso de perfeccionamiento empresarial del país desaparece como entidad y con ello se detiene el proyecto de migración.

1.5 Consideraciones finales

El proceso de migración orientado por el Consejo de Ministros en el 2004, estando a tono con la política de informatización del país, garantiza el acceso de todas las personas al conocimiento de forma transparente.

El estudio de los casos de éxito y fracaso de migración analizados en epígrafes anteriores permitió identificar la componente social de la migración como un elemento clave para lograr el éxito de la misma. Los problemas identificados en los análisis realizados, la ausencia de sistemas automatizados adecuados en la ejecución de procesos de migración y la falta de apoyo de gestión por parte de los directivos conlleva a problemas que retardan e incluso impiden la culminación exitosa de proyectos de migración.

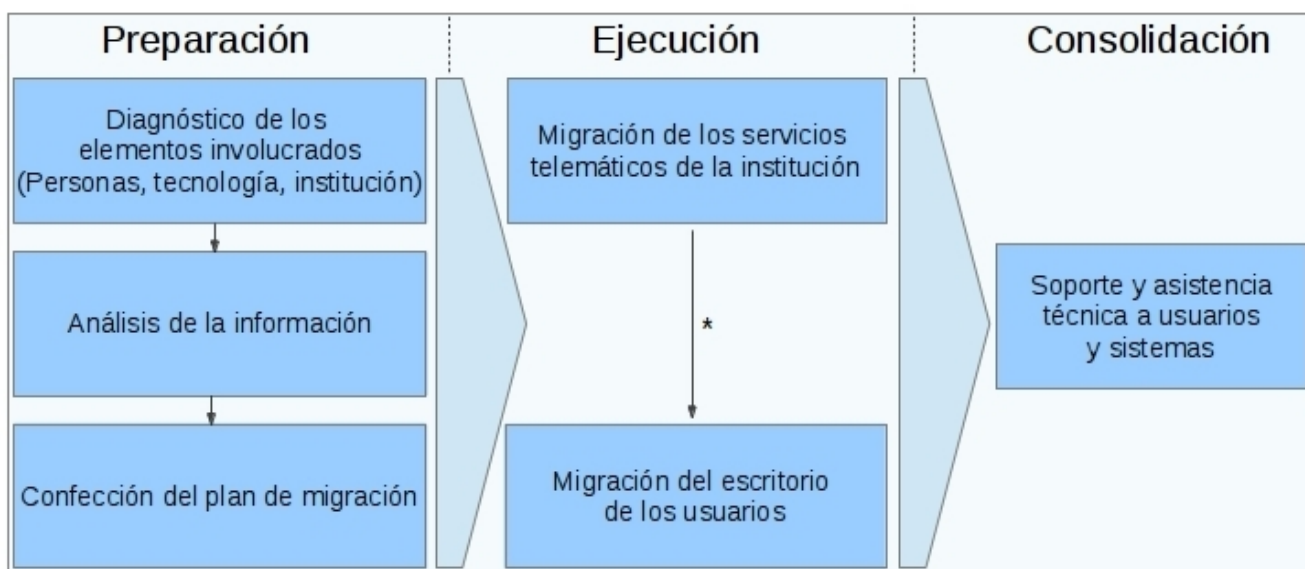
Capítulo 2 : Estrategia para la migración a código abierto

Partiendo de la experiencia nacional obtenida y de los casos estudiados se propone en este capítulo el desarrollo de una estrategia para ejecutar el proceso de migración. La estrategia se compone de una reorganización de las etapas y tareas para ejecutar el proceso de migración y de una solución informática de apoyo que posibilita automatizar las actividades que así lo permiten.

2.1 Etapas y actividades del proceso de migración

Para comprender cada uno de los elementos que forman parte del proceso de migración es importante tener una visión macro de cómo ocurre el proceso.

La *Figura 4* ilustra las actividades generales que se deben realizar para ejecutar el proceso de migración.



* Algunas tareas internas de cada proceso durante la ejecución pueden realizarse en paralelo

Figura 4: El proceso de migración: una visión macro.

Como se indica la nueva organización propone la supresión de la etapa de migración parcial disponible en la versión anterior. La aplicación de la guía cubana en distintos escenarios ha permitido indicar en todos los casos la innecesaria permanencia de la misma en el esquema a

seguir para migrar una entidad.

Se proponen las siguientes etapas:

- ✓ Preparación: Donde se ejecutarán todas las tareas de diagnóstico de los procesos, personas y tecnología de la entidad, se realizarán tareas de análisis de factibilidad de la migración y se emitirá el plan de migración institucional.
- ✓ Ejecución: Comprende las actividades necesarias para la migración definitiva de usuarios y tecnologías de la institución. Incluye la migración de los servicios telemáticos y las computadoras de escritorio.
- ✓ Consolidación: Etapa que comprende tareas destinadas a garantizar el soporte técnico a los usuarios e infraestructura.

El proceso de migración visto desde el punto de vista del negocio se muestra en la Figura 5 usando la notación BPMN⁴.

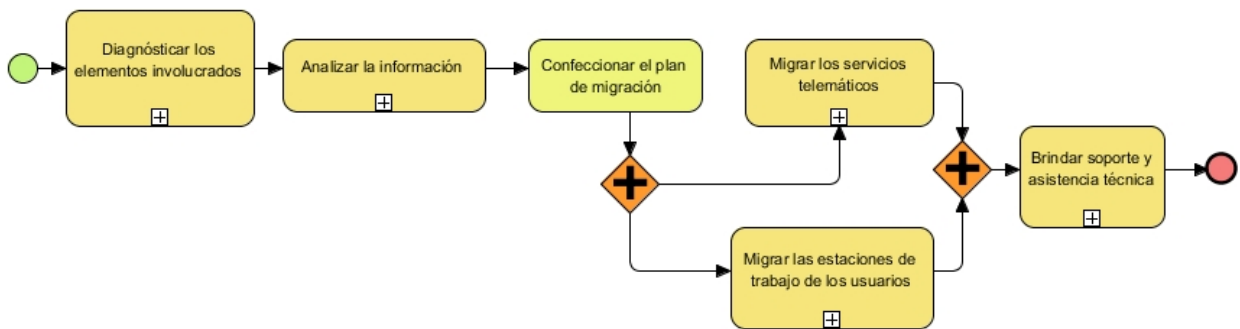


Figura 5: El proceso de migración ilustrado con notación BPMN.

4 BPMN, en inglés Business Process Model and Notation es una notación gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio.

2.1.1 Preparación

Diagnóstico a la institución, personas y la tecnología

Diagnóstico a la institución

En aras de conocer la estructura lógica de la entidad y sus áreas fundamentales para posteriormente trabajar en las entrevistas a directivos, encuestas a personas y a realizar el levantamiento de información tecnológica, es importante obtener el organigrama de la institución, diagrama que ilustra las áreas lógicas que componen la entidad y sus directivos correspondientes.

Resulta importante para la futura planificación del proceso, obtener de la institución los objetivos estratégicos de la misma, su mapa de procesos, misión, visión y políticas. Dicha información será usada en la toma de cada decisión durante la planificación e influirá en elementos como la estrategia de sensibilización y en la definición de las herramientas más adecuadas que posibiliten automatizar de manera eficiente los procesos claves de la misma, ayudando al desarrollo institucional y al logro de los objetivos estratégicos.

Diagnóstico a las personas

El proceso de evaluación del personal comienza con la segmentación de la institución y está enfocado a conocer las personas y su desarrollo en cada área. De esta forma, el primer paso es realizar entrevistas a los jefes de cada área. En los encuentros con cada directivo, el especialista de migración debe evaluar el nivel de conocimientos que tiene el directivo del área con respecto al proceso de migración, su estado de acuerdo o desacuerdo con el mismo, sus dudas al respecto, el estado de opinión que existe en el área relacionado con el tema y toda aquella información que sirva para trazar un programa de sensibilización orientado a concienciar a los jefes con el proceso de migración (A partir de la experiencia de la Ciudad de Viena y de Telemar esta actividad reviste gran importancia). En un proceso de migración lo primero que hay que lograr es el apoyo de los directivos (de gestión) [35], por lo tanto los mismos requieren especial atención.

En la entrevista al jefe de área se debe precisar acerca de los procesos, las herramientas privativas que se emplean, verificar qué expectativas tiene el mismo y qué desearía tener él al final de la migración. Debe aprovecharse la oportunidad para comenzar a detectar requisitos para brindar un sistema operativo libre a la medida.

Estrategia para la migración a código abierto

A partir de las herramientas especificadas por cada jefe de área se procede a la creación de una encuesta a la cual serán sometidas todas las personas pertenecientes al departamento en cuestión, el objetivo de dicho mecanismo es lograr recopilar información acerca del nivel de conocimiento de los usuarios en dichas aplicaciones para, a partir de ahí - y de conjunto con otros elementos - en un momento posterior del proceso trazar la estrategia de capacitación teniendo en cuenta las futuras herramientas libres.

Otra encuesta similar debe ser aplicada a todos los usuarios por igual y a partir de ella trazar una estrategia diferenciada para sensibilizar a los mismos.

Diagnóstico a la tecnología

El diagnóstico a la tecnología se realizará sobre varios componentes físicos y lógicos de la institución.

Las estaciones de trabajo

Durante la evaluación de las estaciones de trabajo se persiguen dos objetivos, en primera instancia verificar a través del levantamiento informático de hardware que la distribución GNU/Linux a instalarse soporta todos los dispositivos de hardware presentes en cada computadora inventariada y en segundo lugar tomar información de todo el software instalado.

Sobre el hardware instalado es necesario recopilar la información referente al procesador, disco duro, tarjetas de vídeo, sonido y red, mientras que para el software la información a tener en cuenta se muestra en la *Tabla 1*.

Tabla 1: Información a recopilar por cada software.

Elemento	Descripción
Nombre:	<Nombre del software en cuestión>
Descripción:	<Descripción del software>
Versión:	<Versión que está siendo usada>

Existe sin embargo, otro conjunto de aplicaciones que no se obtendrán en el levantamiento automatizado pero que sirven de apoyo a variados procesos de la entidad. Es por ello que independientemente de ejecutar el levantamiento automatizado de la información se debe proceder a ejecutar un minucioso diagnóstico donde se recopilen los datos de la *Tabla 2* en

Estrategia para la migración a código abierto

este grupo se encuentran:

- ✓ Hojas de cálculos con macros especializadas.
- ✓ Bases de datos personales existentes en Microsoft Access, Excel u otros sistemas de almacenamiento de información.
- ✓ Aplicaciones propias desarrolladas por la institución y que sean empleadas para automatizar procesos de la institución.

Tabla 2: Información a recopilar de las aplicaciones informáticas propias.

Elemento	Descripción
Nombre:	<Nombre del software en cuestión>
Descripción:	<Descripción del software>
Tecnologías utilizadas:	<Tecnologías utilizadas para el desarrollo>
Lenguajes utilizados:	<Lenguajes de programación utilizados>
Disponibilidad del CF:	<Disponible o no el código fuente>
Nivel de criticidad:	<Alto / Medio / Bajo>

Los dispositivos externos

El diagnóstico de los dispositivos externos comprende todos aquellos componentes que son conectados a una computadora. En el amplio espectro de dispositivos existentes en la actualidad, existen muchos cuya compatibilidad está limitada a los sistemas privativos, debido a la inexistencia de controladores para GNU/Linux. Es por ello que la evaluación previa antes de migrar estos elementos es tan importante.

La *Tabla 3* muestra la información que se debe recopilar de cada dispositivo en aras de garantizar una correcta certificación de los mismos en actividades posteriores de la migración.

Estrategia para la migración a código abierto

Tabla 3: Información a recopilar de cada dispositivo.

Elemento	Descripción
Tipo de dispositivo:	<Tipo (Impresoras, Cámaras web, entre otros)>
Fabricante:	<Fabricante del dispositivo>
Marca:	<Marca del dispositivo>
Modelo:	<Modelo del dispositivo>

Servidores y servicios

La migración de servidores y sus servicios (Ver *Figura 9*) es el primer paso en el proceso de ejecución de la migración.

De cada servidor presente en la entidad debe obtenerse toda la información relacionada con el hardware del mismo, tal como se obtuvo para el caso de los ordenadores de escritorio. Es necesario además, recuperar la información de los servicios brindados y la relación existente entre estos y con los demás sistemas de la institución (Ver *Tabla 4*) [36].

De cada servicio se debe obtener la siguiente información:

Tabla 4: Información a recopilar de cada servicio telemático instalado.

Elemento	Descripción
Servidor:	<Ficha técnica del servidor>
Servicio:	<Nombre del servicio, ejemplo: Proxy Internet>
Software :	<Nombre del software utilizado, ejemplo: ISA>
Versión :	<Identificador de la versión del software usado>
Nivel de criticidad :	<Grado de importancia <Alta / Media / Baja >
Concurrencia :	<Nivel de uso simultáneo sobre el servicio >
Relaciones :	<Especificación de las relaciones del servicio>

Análisis de factibilidad de la migración

Una vez se disponga de toda la información que se detalla a continuación, se debe proceder a analizarla para comenzar a diseñar el plan de migración. Este análisis servirá para determinar la factibilidad del proceso de migración.

Luego de ejecutar las actividades de diagnóstico debe contarse con:

- ✓ Listado de software instalado en las computadoras.
- ✓ Listado del hardware interno de cada ordenador.
- ✓ Listado de dispositivos periféricos.
- ✓ Respuestas a las encuestas aplicadas a los usuarios donde se reflejen las necesidades de capacitación de los mismos.
- ✓ Respuestas a las encuestas y entrevistas aplicadas a los usuarios donde se reflejen las necesidades de sensibilización de los mismos.
- ✓ Listado de aplicaciones propias de la institución.
- ✓ Listado de los servicios telemáticos instalados de conjunto con el resto de la información solicitada en la *Tabla 4*.
- ✓ Información de la institución.

Selección de las alternativas libres a usar en la migración

Es importante tener en cuenta que la herramienta a usarse en una entidad no tiene por qué ser necesariamente la mejor, debe ser en todos los casos, la que más se adecue a las condiciones del proceso que va a automatizar.

Para seleccionar la aplicación de código abierto a usar deben tenerse en cuenta entonces varios criterios obtenidos de la información recopilada en la fase anterior y que respondan a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Cuál es el proceso que automatizará la aplicación?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de preparación y conocimientos que tienen los usuarios sobre cómo aplicar ese proceso?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de dominio que posee el usuario de la herramienta privativa que automatiza ese proceso?

Estrategia para la migración a código abierto

- ✓ ¿Está ese proceso automatizado o no?
- ✓ ¿Qué funcionalidades debe tener la futura aplicación a usar?
- ✓ ¿Cuáles son las características técnicas que dispone el hardware sobre el que se va a ejecutar la nueva aplicación?

Las respuestas a las preguntas anteriores resultarán ser los elementos a tener en cuenta para seleccionar la herramienta libre adecuada.

Se recomienda además:

- ✓ No usar varias herramientas que correspondan a un mismo grupo funcional (por ejemplo LibreOffice Writer y Abiword), pues esto dificultaría las actividades de soporte, capacitación y la interoperabilidad.
- ✓ Seleccionar preferiblemente soluciones que se ajusten e integren al entorno de escritorio que se seleccione.
- ✓ Seleccionar de todas las herramientas evaluadas, la más simple de comprender para el usuario.
- ✓ Siempre pensar antes de proponer la solución, en el usuario y el desarrollo del proceso, que es pensar en la futura productividad.

Lamentablemente, en casos muy específicos existe software que no dispone de una alternativa libre con las funcionalidades necesarias, o no existe una alternativa para ser sustituido. En tal caso se sugiere seguir el orden mostrado en la *Figura 6* que muestra las posibles soluciones que pueden brindarse.

Los pasos 1, 2 y 3 de la *Figura 6* permitirán reemplazar la aplicación usada por alguna alternativa libre correspondiente, en cambio los restantes pasos tienen como objetivo mantener la aplicación privativa en aras de garantizar la productividad y a la vez disminuir la cantidad de software privativo presente en cada ordenador donde se use la solución evaluada. Si luego de realizar múltiples pruebas y transitar los caminos desde el 1 hasta el 4 no hay solución factible⁵, entonces se debe valorar la variante 5, los usuarios que empleen dicho

5 Una solución factible es aquella que posibilita continuar con el desarrollo de los procesos institucionales.

software no tendrían que poseer el sistema operativo privativo en su ordenador, sino que se conectarían a un servidor y desde allí ejecutarían dicha herramienta⁶, disminuyendo de esta forma la cantidad de software privativo empleado.

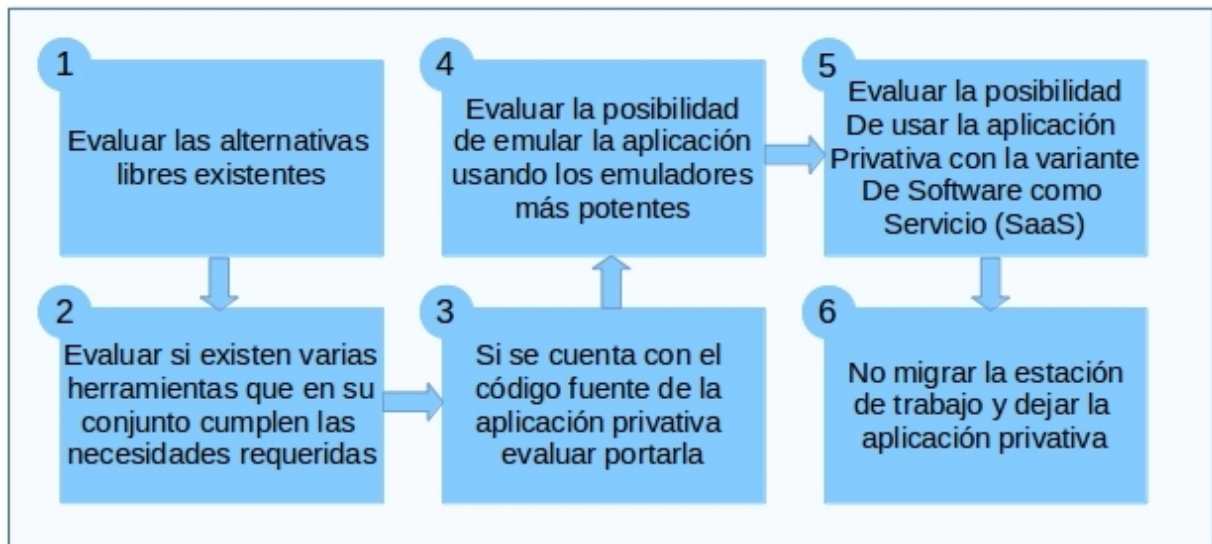


Figura 6: Pasos para seleccionar la variante alternativa.

Si ninguna de las posibles soluciones puede implementarse en la futura migración, entonces deben mantenerse los ordenadores de los usuarios que las emplean con software privativo; no se pueden detener procesos fundamentales de la institución por el mero capricho de usar 100% software de fuentes abiertas.

En caso de que para alguna aplicación sea necesario implementar alguno de los pasos 4, 5 ó 6 de la *Figura 6*, entonces la migración se realizará parcialmente.

Certificación del hardware

Previamente a comenzar la ejecución del proceso de migración debe certificarse qué parte del hardware funcionará en el sistema operativo libre a instalar y cuál no. Dicho proceso consiste en someter cada dispositivo a un conjunto de pruebas que validen su funcionamiento.

6 La modalidad propuesta en el Paso 5 (SaaS) emplea el concepto de la “Nube”, referido a ejecutar aplicaciones alojadas en un servidor central al cual los clientes se conectan a través de un navegador web y trabajan como si lo hicieran localmente en su computadora.

El resultado obtenido de la certificación es un elemento de peso para tomar la decisión sobre cuáles sistemas migrarán.

La elaboración de la estrategia de sensibilización

La estrategia de sensibilización describe el procedimiento que se debe seguir para lograr que los usuarios acepten en la mayor medida posible el proceso de migración [37].

A partir de las entrevistas a los jefes de área donde se recopilaron sus criterios acerca de la migración, sus conocimientos sobre el software de fuentes abiertas y de la información similar recuperada de los usuarios se comienza a pensar en posibles elementos que deben incluirse para lograr una efectiva concienciación de los usuarios.

Actividades como charlas, conferencias, mensajes de correo informativos, documentos impresos, pequeños manuales promocionales, mesas informativas, eventos locales, talleres, reuniones de trabajo, entre otras, son espacios en los que pueden llevarse a cabo actividades de sensibilización, siempre es importante lograr participación sin llegar a la obligatoriedad. La sensibilización tiene un efecto positivo cuando se ejecuta de manera no declarada [37].

Los primeros en sensibilizar - y este paso no debe ser pasado por alto - son los directivos, quienes además a partir de su ejemplo y dirección deberán ayudar a convencer y concienciar al resto de los usuarios.

Para los dirigentes las ventajas de la migración deben ser expuestas a través de argumentos en el orden político, de la soberanía tecnológica, las ventajas en las mejoras de procesos, ventajas económicas, entre otras [38].

Para el resto de los usuarios, debe proponerse un discurso similar, pero más orientado a las ventajas para ellos de la migración, para su desempeño y de cara al futuro [38].

La elaboración de la estrategia de capacitación

Dentro del conjunto de actividades para lograr una migración social que llegue a todos los involucrados está la capacitación: actividad que permitirá una preparación en el uso de las tecnologías de código abierto.

La figura que se ilustra a continuación muestra el conjunto de actividades que deben seguirse para la elaboración de la estrategia de capacitación.

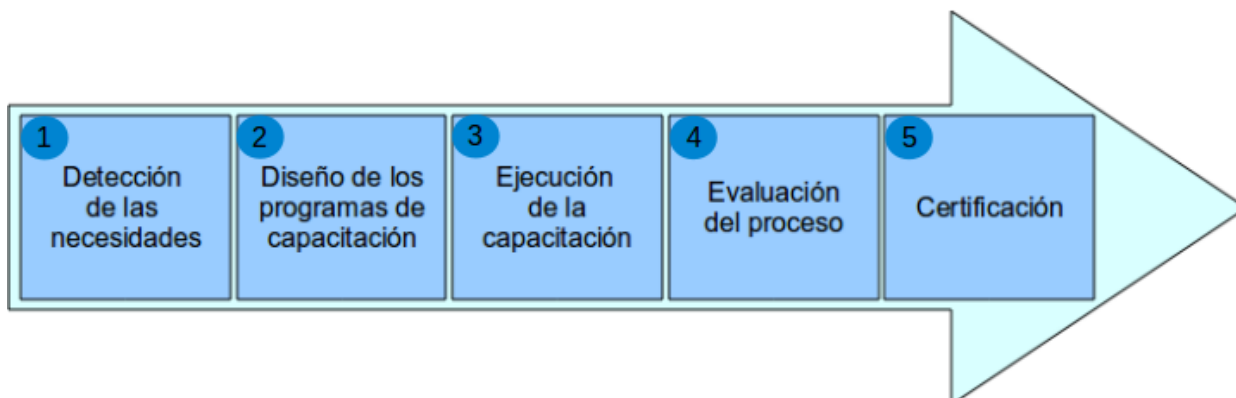


Figura 7: Actividades a realizar para el proceso de capacitación.

La actividad 1 representada en el gráfico se realiza según lo indicado en la sección *Diagnóstico a las personas* abordada en este mismo capítulo de la investigación.

Diseño de los programas de capacitación

La realización de la segunda actividad requiere un análisis de toda la documentación previa recopilada, a partir de esto se debe:

- ✓ Determinar el nivel de capacitación de cada usuario en las herramientas que utilizan en la actualidad.
- ✓ Definir orden de prioridad para la participación de los usuarios en los cursos. (Se debe dar prioridad a los directivos).
- ✓ Agrupar los usuarios según la actividad que desempeñen; esto ayudará a organizar la estrategia de capacitación [6].
- ✓ Seleccionar y/o contratar el personal que impartirá los cursos de capacitación.
- ✓ Realizar los programas de clases específicos para cada actividad de formación a impartir.
- ✓ Aprobar los programas y comenzar la realización de las clases a impartir.
- ✓ Revisar de forma íntegra programas y clases, corregirlos y aprobarlos para su impartición posterior.

Ejecución de la capacitación

La estrategia debe contemplar elementos que detallen la forma en que se va a impartir la capacitación, incluyendo:

- ✓ Ubicación de los locales donde será impartida.
- ✓ Necesidad de medios para cada acción de formación que se impartirá.
- ✓ Sugerencias de las condiciones que deben existir en cada local (Luz, pizarra, proyector, televisor, computadoras, sillas).
- ✓ Horarios de cada actividad.
- ✓ Usuarios que deben asistir a cada clase.
- ✓ Forma en que serán informados los usuarios sobre las actividades (Incluye el momento y responsable).
- ✓ Orientaciones generales sobre elementos que sean de cumplimiento para instructores y estudiantes durante la ejecución de las actividades.

Evaluación

La forma en que se evaluará deberá ser elegida por los instructores de cada acción de formación. Al final de cada curso deberá conocerse cuáles usuarios han aprobado las actividades y cuáles no.

Certificación

La entrega de certificados de participación en los cursos ayudará a los participantes a mejorar su *curriculum vitae*, por lo que los mismos verán esta acción en su favor y les motivará la idea de ser partícipes de cursos para poder adquirir tales créditos.

La estrategia de soporte técnico

El soporte técnico dentro del proceso de migración a aplicaciones de código abierto es una actividad transversal.

Por la importancia que representa el soporte técnico dentro de la migración esta temática

fue abordada en un trabajo que se desarrolló paralelo a este, el cual concluyó satisfactoriamente [39]. Se proponen cinco actividades que son necesarias para crear un correcto mecanismo de soporte:

1. Evaluar el punto de partida existente.
2. Definir un protocolo de atención a las incidencias.
3. Definir un mecanismo para la gestión de problemas.
4. Definir los mecanismos tecnológicos de apoyo.
5. Planificar los hitos de soporte.

Confección del plan de migración institucional

El plan de migración a aplicaciones de código abierto es el documento en que se precisan los detalles que orientarán el proceso [40] [41], deberá estar escrito en un lenguaje claro y dejar reflejado todos los elementos resultantes del análisis de la información revisada en la sección anterior.

Es importante resaltar que no siempre será necesario realizar un plan de migración, pues puede darse el caso en que no sea posible migrar una determinada institución, elemento que solo se conocerá al culminar el análisis de factibilidad.

El plan de migración deberá disponer de:

- Caracterización de los recursos humanos y tecnológicos de la institución.
- Lista de herramientas alternativas al software privativo (para escritorio y servidores).
- Estado de la compatibilidad de los dispositivos externos.
- Planificación de los cursos de entrenamiento y actividades de sensibilización.
- Planificación de las actividades para el montaje del sistema de soporte técnico.

Es fundamental la existencia en el plan de migración de los proyectos de acción. Cada uno de ellos dispondrá de la estructura mostrada en la *Tabla 5*.

Estrategia para la migración a código abierto

Tabla 5: Estructura para especificar los proyectos de acción.

Objetivos específicos	Acciones	Meta	Cumplimiento	Responsable
Objetivo 1	Acciones 1	Metas 1	FI - FF	Nombre, Apellidos
...

- ✓ **Objetivos específicos:** Define el objetivo concreto a cumplir dentro de la migración: lo que se quiere.
- ✓ **Acciones:** Se especifican las acciones para lograr el objetivo.
- ✓ **Meta:** Lo que se quiere lograr con el cumplimiento del objetivo.
- ✓ **Cumplimiento:** Período en el que se van a ejecutar las acciones.
- ✓ **Responsable:** Persona que responde por el cumplimiento de la ejecución del objetivo en tiempo.

2.1.2 Ejecución de la migración

Una vez definido el plan de migración, la ejecución del proceso debe estar guiada totalmente por el mismo. Las actividades de ejecución de la migración deberán estar agrupadas según el elemento tecnológico que van a migrar (servidores, escritorio del usuario); es recomendando emprender la migración siguiendo las etapas ilustradas en la *Figura 9*, el modelo reflejado en la *Figura 8* (en actual aplicación en Cuba) es el recomendado por las Directrices IDA de la Unión Europea [35], pero el mismo no se ajusta a las necesidades de Cuba, puesto que dilata el tiempo de ejecución del proceso de migración, lo que provoca un mayor gasto en recursos logísticos y pérdida de apoyo de gestión por parte de los directivos.

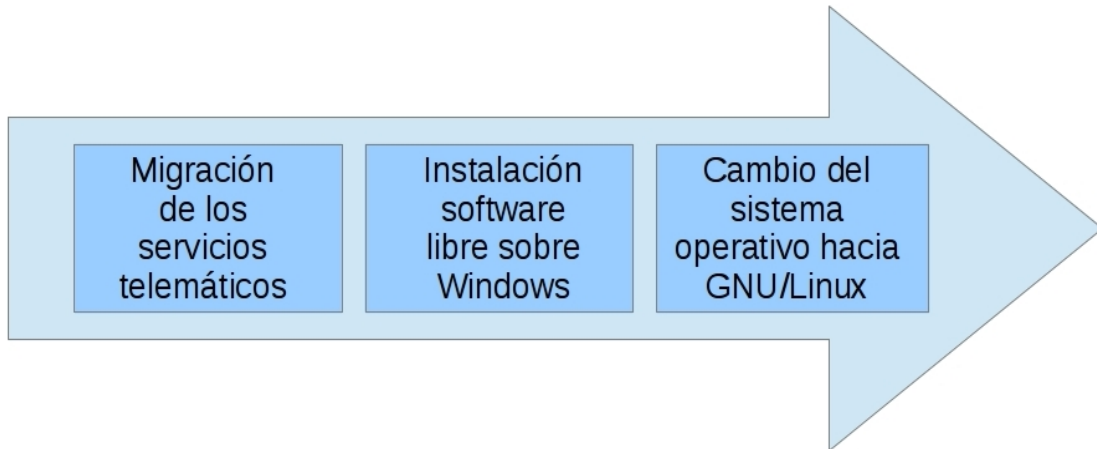


Figura 8: Orden de migración de los sistema informáticos.

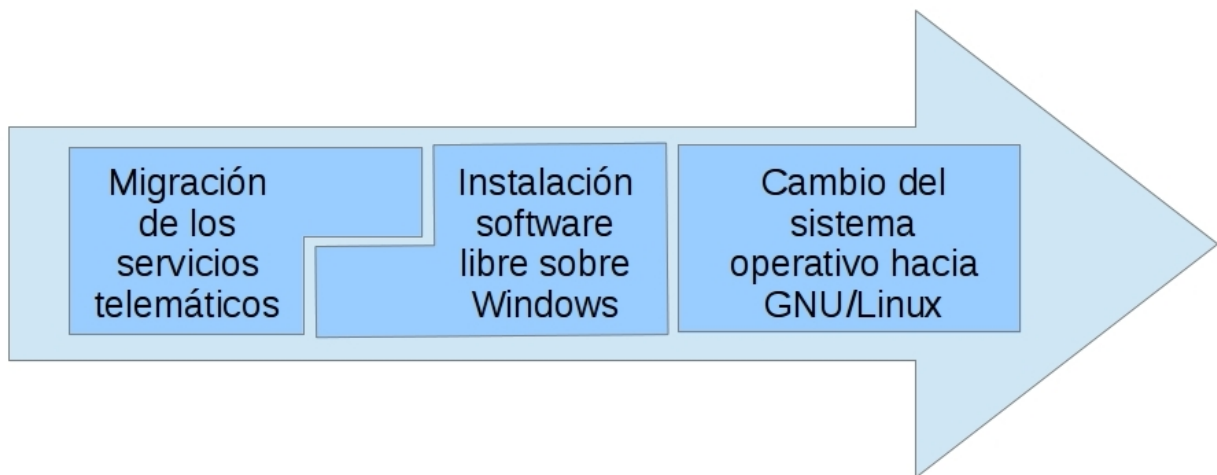


Figura 9: Nuevo orden de migración de los sistemas informáticos.

La migración de los servicios en primera instancia, responde a temas de seguridad para la institución, compatibilidad con la futura plataforma libre y contribuye a lograr un mayor apoyo de los administradores de red [35]. La instalación de software libre sobre Windows permitirá formar a los usuarios en el uso de herramientas libres sobre un sistema operativo conocido por ellos, en el paso 3 será sustituido el sistema operativo, pero mantenidas las aplicaciones libres con las que aprendieron a trabajar en el paso 2. La *Figura 10* muestra las tareas a realizar en cada actividad.

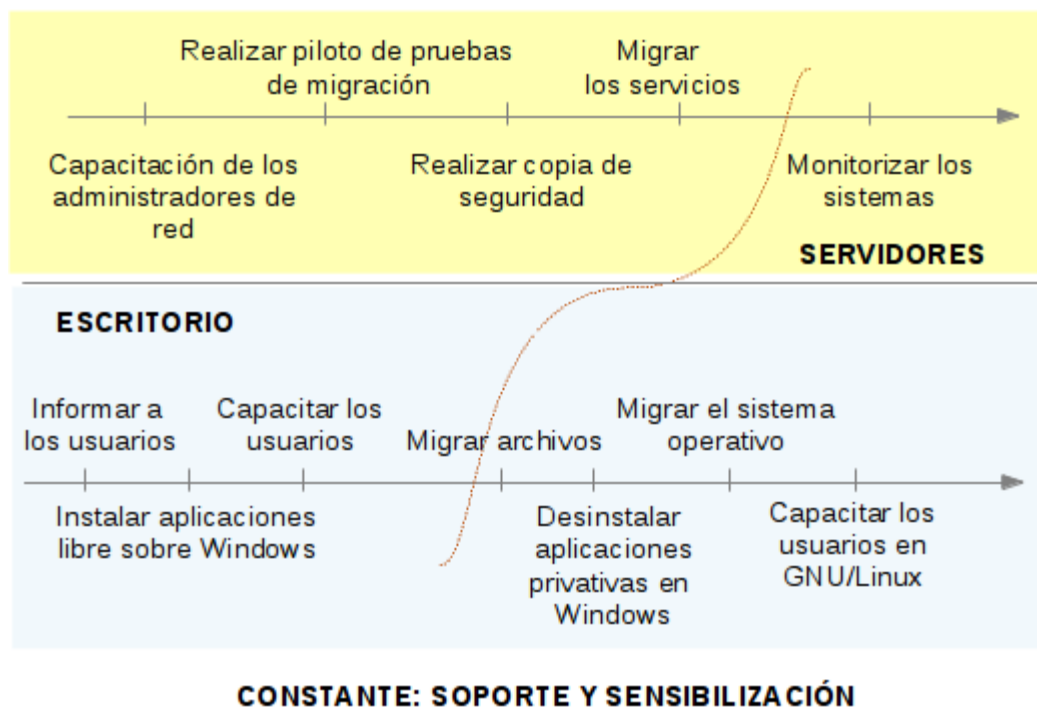


Figura 10: El proceso de ejecución de la migración.

Migración de los servicios telemáticos

Capacitación a los administradores de red

Complementando la importancia de la formación para el proceso de migración, la primera actividad a realizar durante la migración de los servicios telemáticos será el entrenamiento de los administradores de red [42]. Dicha capacitación deberá estar enfocada en las técnicas y herramientas existentes para la administración y migración de los servicios telemáticos, haciendo especial énfasis en los que se implementarán en la institución.

Realizar la migración en un ambiente de pruebas

Una vez entrenados los administradores, lo próximo es probar si efectivamente es posible migrar todos los servicios y sus configuraciones, tarea que debe ejecutarse mediante una serie de pruebas pilotos en un servidor u ordenador ajeno al entorno de producción.

Si el proceso de pruebas de migración no tiene éxito entonces debe procederse a montar

manualmente en el nuevo sistema las configuraciones necesarias, una vez que se haya terminado de recrear el entorno real en el de pruebas y verificar que todo funciona como se esperaba, entonces hay que realizar una prueba de operatividad con los sistemas de la institución.

Al concluir esta actividad debe realizarse una evaluación con elementos concretos donde se compare la solución privativa existente y lo que ofrece la nueva solución; los servicios, el rendimiento, la facilidad de uso para los usuarios finales y la compatibilidad son elementos claves a tener en cuenta en la comparativa [42].

Realizar salvas de seguridad a los servicios existentes

Una vez culminado el piloto y con pruebas reales de que la migración y/o montaje del nuevo entorno funciona de manera correcta, sólo resta realizar la migración de los servidores reales, pero antes es altamente recomendado realizar salvas de seguridad a los mismos.

Las salvas incluyen todo lo que esté involucrado con garantizar la restauración del servicio en caso de que algo no fluya como se espera en el entorno de producción montado.

Migrar los servicios

Con los pasos anteriores realizados, se debe proceder a realizar la migración de los servicios telemáticos, de acuerdo al orden establecido en el plan de migración de la institución. Al concluir la misma debe haber una política de salvas de seguridad implementada que garantice contar con la información de las configuraciones y los datos de los usuarios ante pérdidas o manejo inadecuado de los sistemas [42].

Los principios de la seguridad informática deberán ser aplicados estrictamente de acuerdo a las disposiciones legales de la institución y del país [43].

Monitorizar los servicios

La monitorización de los servicios ayudará a tomar decisiones oportunas ante dificultades que se presenten en la institución, así como ayudará a detectar posibles anomalías en los sistemas.

Migración del escritorio de los usuarios

Informar a los usuarios

Uno de los elementos claves del éxito consiste en no engañar a los usuarios sobre lo que se está realizando en materia de migración. Los mismos deben ser conscientes en todo momento de las actividades [44] para lograr su máxima colaboración en las mismas.

El plan de migración debe ser de conocimiento público, así como deben circularse por las diferentes vías y espacios (correo electrónico, reuniones, charlas, entre otras.) las actividades que se irán realizando en cada momento, instando a los usuarios a colaborar.

Instalar aplicaciones libres sobre Microsoft Windows

Es fundamental la instalación de aplicaciones libres sobre el entorno privativo, ello permitirá a los usuarios conocer en el sistema operativo que ya dominan las herramientas que en el futuro próximo usarán sobre el sistema operativo libre. Dicho proceso de instalación hasta el momento no supone la desinstalación de la herramienta privativa alternativa, ambas deben convivir en el sistema. A medida que los usuarios se capaciten deberán ir usando las aplicaciones libres.

Eliminar en este paso la aplicación privativa trae como consecuencia rechazo y bajo rendimiento en la productividad de los usuarios. Las herramientas a instalar deberán estar reflejadas en el plan de migración previamente elaborado.

Entrenamiento en aplicaciones libres

Siguiendo las indicaciones establecidas en la estrategia de capacitación plasmada en el plan, debe ejecutarse seguidamente el entrenamiento de los usuarios en el manejo de las aplicaciones libres sobre Microsoft Windows.

Al culminar esta actividad debe existir plena seguridad de que los usuarios dominan las herramientas en las que fueron capacitados. La evaluación del proceso y su posterior certificación son claves para garantizarlo.

Una vez los usuarios dominen las aplicaciones libres correctamente, resulta de gran apoyo a la migración que el director emita una circular indicando la obligatoriedad de usar formatos de archivos estándares [45]. La *Tabla 6* muestra los formatos de archivos abiertos para las

aplicaciones más comunes.

Tabla 6: Formatos de archivos abiertos más comunes.

Tipo de aplicación	Formato	Significado
Procesador de textos	ODT	Open document text
Editor de presentaciones	ODP	Open document presentation
Hoja de cálculos	ODS	Open document spreadsheet
Base de datos personales	ODB	Open document base
Gráficos vectoriales sencillos	ODG	Open document graphics
Editor de imágenes de mapa de bits	XCF	Experimental Computing Format
Visor de imágenes de mapa de bits	PNG	Portable Network Graphics
Editor de gráficos vectoriales	SVG	Scalar Vector Graphics

Realizar la migración de los formatos de archivos

Las ventajas de hacer uso de los formatos de archivos [46] y la amplia compatibilidad de las aplicaciones libres con los mismos, conlleva a realizar una migración de todos los archivos de documentos, imágenes y vídeos hacia sus respectivos formatos libres (Ver *Tabla 6*).

Desinstalar aplicaciones privativas

Como paso importante para garantizar que los usuarios han aprendido correctamente a trabajar con las soluciones libres instaladas a partir del entrenamiento recibido, se procede a desinstalar las herramientas privativas instaladas por las cuales se colocó una libre.

Los usuarios deberán trabajar sobre el entorno privativo con herramientas libres por un período de tiempo. No existe una cantidad de días definidos para ello, es decisión de los especialistas que estén ejecutando la actividad decidir qué plazo de tiempo estarán los usuarios usando solamente software libre sobre Microsoft Windows o en el sistema operativo privativo usado.

Al realizar esta tarea, debe verificarse que la actividad relacionada con la migración de los

servicios telemáticos (Ver epígrafe: *Migración de los servicios telemáticos*) haya concluido para pasar a la siguiente, ello responde a la necesidad de instalar sobre Microsoft Windows las aplicaciones libres que permitirán hacer uso de esos servicios (Ejemplo: Cliente de correo electrónico y mensajería instantánea). Debe ejecutarse sobre el entorno privativo un entrenamiento a los usuarios en el empleo de estas aplicaciones.

Migrar el sistema operativo

La migración del sistema operativo es la actividad que marcará la sustitución de Microsoft Windows y permitirá instalar un sistema operativo GNU/Linux u otro libre. El proceso de cambiar el sistema requiere:

- 1) Realizar un diagnóstico para detectar los archivos importantes existentes en cada ordenador de los usuarios que deban ser resguardados.
- 2) Realizar una salva de respaldo de dichos archivos en otra computadora o en un servidor centralizado.
- 3) Formatear e instalar el nuevo sistema.
- 4) Configurar el nuevo sistema, manteniendo la configuración de la red (número de IP, recursos compartidos).
- 5) Restaurar los archivos guardados en el paso 2.
- 6) Realizar las configuraciones y ajustes necesarios para el correcto funcionamiento del sistema, por ejemplo: montar particiones de forma permanente, configurar el cliente de navegación web, cliente de correo y mensajería instantánea entre otras.

La selección del sistema operativo

Un punto extremadamente polémico en la migración de las instituciones es la selección del sistema operativo a usar, siendo consecuente con la política de informatización del país, se recomienda usar la distribución cubana Nova GNU/Linux, la misma basa su filosofía en los principios para el desarrollo, uso y aplicación de las TIC en el gobierno [47].

Capacitar los usuarios en GNU/Linux

Independientemente de cual sea la selección de la distribución de GNU/Linux a usar, una

vez que se instale es importante formar a los usuarios en el manejo de los elementos básicos del sistema.

2.1.3 Consolidación

Una vez concluida la migración de todos los sistemas que así lo permitan, se hace necesario mantener el nivel de operatividad de los mismos, para ello la estrategia de soporte trazada debe estar funcional y ser reforzada en los momentos iniciales del proceso post-ejecución.

Es recomendado en esta etapa hacer uso de sistemas que automaticen las actividades de mantenimiento de los sistemas. El sistema de clonación de imágenes de sistemas operativos [48] y el sistema de soporte técnico NovaDesk [49] serán de gran ayuda en la etapa de consolidación.

2.2 Concepción de la plataforma cubana de migración (PCM)

Con el objetivo de aumentar la eficiencia en el tiempo de ejecución de algunas actividades automatizables se propone como parte de la estrategia el desarrollo la PCM, un sistema informático de apoyo al proceso del que ya se tienen resultados iniciales.

Concepción inicial y definición

La PCM busca optimizar el tiempo de ejecución del proceso de migración que se pierde en:

- ✓ Recopilar la información necesaria en el levantamiento de información.
- ✓ Analizar la información recopilada en las empresas de manera centralizada.
- ✓ La búsqueda de herramientas alternativas para la migración de las aplicaciones privativas.
- ✓ La planificación del proceso de migración.
- ✓ Medir el avance de los procesos de migración por empresa.
- ✓ Realizar búsquedas en internet para validar que el hardware detectado es compatible con la distribución de GNU/Linux Nova.
- ✓ Procesar encuestas realizadas a los usuarios.

- ✓ Asignar cursos de entrenamiento a los usuarios.

¿Qué es la plataforma cubana de migración?

La PCM es un sistema que está compuesto por un grupo de aplicaciones independientes que comparten información y funcionalidades entre sí. Tiene como objetivo integrar los subsistemas que lo componen. Comunicar los mismos garantizando la seguridad en el intercambio de datos. Brindar una interfaz única de fácil manejo y usabilidad para el usuario, que permita la gestión de los procesos de migración y el acceso a las distintas aplicaciones de la plataforma [50].

Grado de automatización de las actividades principales

La *Tabla 7* ilustra el grado de automatización de las tareas generales que se desarrollan en el proceso de migración.

Tabla 7: Grado de automatización de las tareas principales.

Actividad	Referencia	Grado	Observaciones
Diagnóstico a las personas	Pág. 23	Parcial	Las entrevistas no se automatizan, solo las encuestas.
Diagnóstico a la tecnología	Pág. 24	Parcial	Solo se automatiza la recopilación de hardware interno de las computadoras y software.
Selección de las alternativas libres	Pág. 27	Total	El directorio propondrá alternativas, los especialistas seleccionarán las adecuadas de acuerdo a los criterios definidos.
Certificación de hardware	Pág. 29	Total	Será total siempre que el hardware detectado este en la base de datos del SCHH.
Elaboración estrategia de capacitación	Pág. 30	Parcial	El sistema indicará las necesidades de capacitación.
Confección del plan de migración	Pág. 33	Parcial	El sistema emitirá un pre-plan de migración al que se le deberán introducir ajustes de forma manual.
Emitir reportes personalizados	NE	Total	

Solución propuesta

Cuando se inicia un proceso de migración en una empresa, el administrador se autentica en la plataforma e inicia un nuevo proyecto de migración. Esto implica la generación automática de una nueva empresa en el sistema de planificación, control y seguimiento (PCS), con un proyecto de migración. A partir de las aplicaciones informáticas instaladas en la institución y detectadas por el sistema OCSInventory NG se crearán encuestas personalizadas para cada usuario a partir de perfiles de conocimiento⁷ asociados que permitirán conocer el nivel de dominio sobre las mismas y los cursos de adiestramiento más adecuados. Las mencionadas encuestas serán registradas en el sistema de gestión de encuestas LimeSurvey. En dependencia de las respuestas a las preguntas formuladas en las encuestas se asignarán cursos particulares y de forma automática en el sistema Moodle. Un usuario al iniciar sesión en el Moodle, posterior a realizar la encuesta tendrá disponible cursos con materiales en los que poseen dificultades o en los que necesita superarse. Estos cursos están alineados con las herramientas libres alternativas.

A partir de la información entregada por el OCSInventory NG la plataforma debe validar que el hardware detectado esté soportado por GNU/Linux Nova, para esto debe chequearse la base de datos del sistema de certificación y homologación de hardware (SCHH). Se empleará además, el sistema directorio de software, para buscar las alternativas libres a las aplicaciones detectadas por el sistema OCSInventory NG. La plataforma evaluará a petición del usuario, a través del sistema de indicadores definidos en el PCS, en qué por ciento de cumplimiento está el proceso de migración, según las actividades planificadas en el plan de migración, las cuales estarán contenidas como tareas en el PCS.

2.2.1 Modelo de negocio

Si se considera la migración a código abierto en una entidad como el proceso de negocio, puede identificarse como actor a la entidad cliente, que puede ser la empresa o institución que se desea migrar. Esta se beneficia de las actividades que realizan el líder de equipo de migración quien organiza y dirige el proceso en la entidad cliente, el especialista de migración que ejecuta las actividades propias de las etapas de migración, el especialista de redes y servicios telemáticos que analiza las características de la red de la institución y despliega los

⁷ Los perfiles de conocimiento asociados son encuestas predeterminadas con las que contará la plataforma, que estarán asociadas a cursos de entrenamiento. En dependencia de las respuestas de los usuarios en las encuestas, el sistema asignará cursos de capacitación.

servicios telemáticos de la misma y el especialista funcional que lleva a cabo tareas de apoyo al proceso de migración.

2.2.2 Requisitos para la integración

Luego del análisis de las actividades del proceso de migración, se proponen los siguientes requisitos para la integración de los componentes de la plataforma a partir de reuniones y encuentros realizados con los especialistas del tema:

1. Crear interfaz sencilla e intuitiva desde la cual se acceda a todas las funcionalidades de los sistemas que componen la plataforma.
2. Los usuarios con conocimiento medio y avanzado requerirán de 1 semana y 3 días respectivamente para ser 100% productivos operando la plataforma.
3. Los componentes para la integración deben funcionar sobre plataforma web.
4. Todos los sistemas componentes de la plataforma intercambiarán información mediante servicios web.
5. La información de las credenciales deberá ser común para todos los sistemas al igual que los datos de cada persona.
6. La plataforma podrá funcionar con los sistemas distribuidos en una red de buenas prestaciones.
7. Los componentes desarrollados para la integración deberán ser implementados en lenguaje PHP.
8. En cada acción que se realice sobre los sistemas de la plataforma deberá ser registrado quién y cuándo lo hizo.
9. La plataforma deberá funcionar 8 horas al día, se prevé un acceso semanal para mantenimiento.
10. La interfaz de la plataforma debe estar acorde con la identidad de la marca XILEMA.
11. Deben utilizarse tecnologías libres para el desarrollo de la plataforma.

12. La plataforma deberá funcionar sobre el sistema operativo GNU/Linux Nova.

2.2.3 Descripción de la arquitectura

Herramientas asociadas al desarrollo del sistema

Ingeniería de software asistida por computadoras (CASE): Visual Paradigm for UML

Se empleará Visual Paradigm for UML (VP-UML) como herramienta de diseño UML que permite modelar los artefactos generados durante todo el desarrollo del proyecto; así como para diseñar los prototipos de interfaz de usuario. Esta herramienta aunque no es libre, constituye la mejor opción para realizar estas tareas.

Entorno integrado de desarrollo (IDE): NetBeans

Se utilizará el NetBeans para desarrollar y depurar el código de los módulos de todos los subsistemas de la plataforma que se desarrollarán o personalizarán.

Marcos de trabajo (Frameworks) que soportarán el desarrollo: Symfony y JQuery

Se utilizará el framework Symfony para la programación de la lógica de las aplicaciones de la plataforma que se necesiten construir. En el caso del framework y librería de JavaScript JQuery se empleará para la creación de las interfaces de usuario de los diferentes módulos de gestión de la plataforma.

Lenguajes de programación: PHP y Javascript

Se elige PHP para la programación de las funcionalidades de cada subsistema, permitiendo construir un sistema web dinámico. Javascript se utilizará para manipular las interfaces del lado del cliente.

Gestor de bases de datos: PostgreSQL

Se empleará PostgreSQL por las ventajas que posee ante el desarrollo de este sistema. Es multiplataforma, tiene soporte nativo para PHP. También permite todo tipo de consultas a bases de datos. Brinda soporte multiusuario, para integridad referencial, transacciones y control de concurrencia, dispone de los tipos de datos del estándar SQL, así como soporte para tipos de datos creados por el usuario.

Protocolos de comunicación: SOAP, HTTP y HTTPS

Se empleará el protocolo HTTP por ser el protocolo estándar destinado a la web y es empleado en la mayoría de las aplicaciones de este tipo. El protocolo HTTPS será empleado en la comunicación entre los componentes de la plataforma, en los momentos que se requiera intercambiar información sensible entre ellos, como usuarios y contraseñas. Ambos protocolos serán los empleados en la comunicación. El protocolo SOAP cumplirá sus funciones específicamente sobre los servicios web, en la capa de mensajería de la arquitectura de un servicio web, para la codificación de los mensajes XML y que sean entendibles entre las aplicaciones de la plataforma.

Sistema de control de versiones: Subversion

Permitirá tener un control de los artefactos y códigos de las aplicaciones durante todo el desarrollo del proyecto hasta obtener el producto final. Y como herramienta para conectarse a Subversion y realizar operaciones sobre el repositorio se elige el Rapisvn, por su facilidad de uso.

Estructuración de los componentes

Estilos arquitectónicos usados

Luego de un profundo análisis de las diversas variantes de estilos arquitectónicos existentes, y partiendo de que una arquitectura se compone de varios estilos con el objetivo de tomar las ventajas de cada uno de ellos en busca de una mejor solución, se propone la utilización de SOA⁸ y presentación desacoplada. La arquitectura propuesta dispone además de elementos de otros estilos, pero se identifican los mencionados como de mayor peso y presencia en la solución [50].

¿Por qué SOA?

La necesidad de una interfaz, desde la cual se pueda acceder a todas las funcionalidades de la plataforma y de que todos sus sistemas componentes intercambien información mediante servicios web, evidencia la utilidad de aplicar SOA.

¿Por qué presentación desacoplada?

8 SOA, siglas en inglés de Arquitectura Orientada a Servicios.

El uso de este estilo se propone al querer simplificar el código de las interfaces con el objetivo de facilitar el proceso de desarrollo y que la plataforma pueda tener varias interfaces para una misma lógica de negocio.

La Figura 11 ilustra las relaciones entre los componentes de la PCM.

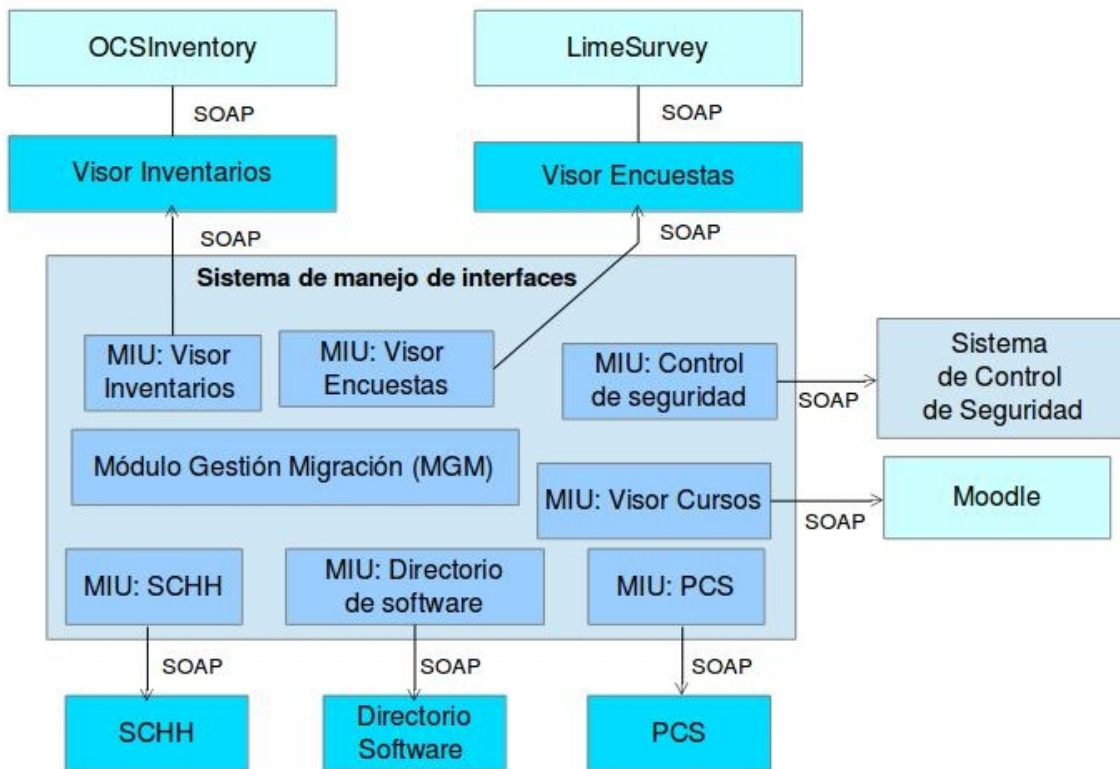


Figura 11: Relación entre los componentes de la plataforma de migración.

Descripción de los componentes

A continuación se describe cada uno de los componentes que integran la PCM.

Sistema de gestión de inventarios de hardware y software (OCSInventory NG)

Constituye el sistema encargado de realizar el inventario de hardware y software de todas las computadoras de la institución. OCSInventory NG trabaja usando una arquitectura cliente-servidor, durante la migración se instala un servidor y se despliega un cliente en cada computadora de los usuarios. La información de las aplicaciones instaladas en las computadoras y del hardware sobre el que se ejecuta el sistema operativo es enviada hacia el

servidor. Dicha información se provee a la plataforma mediante una capa de servicios web implementada en este sistema.

Sistema de gestión de encuestas LimeSurvey

Es el sistema que gestiona las encuestas empleadas en el levantamiento de información del personal de la entidad. El visor de encuestas asociado al mismo facilita su interacción con la plataforma. LimeSurvey es un proyecto foráneo [31] al que se le ha desarrollado una capa de servicios web [51] para facilitar su interacción con la PCM.

Visor de inventarios, visor de encuestas.

Representan las capas de servicios web implementadas en OCSInventory NG y LimeSurvey respectivamente.

Planificación, control y seguimiento (PCS)

El sistema de planificación, control y seguimiento es una solución destinada a la gestión del proyecto de migración, permitiendo administrar:

- ✓ Instituciones: Información de las instituciones a las que se le está realizando el proceso de migración.
- ✓ Usuarios: Personas de la institución y especialistas del equipo de migración que participan en el proceso.
- ✓ Proyectos: Proyectos de migración asociados a las instituciones.
- ✓ Tareas: Tareas específicas asociadas a los proyectos.
- ✓ Indicadores: Indicadores para medir los avances del proyecto de migración [52].

Directorio de software en línea

Sistema que posibilita realizar la búsqueda automatizada de las alternativas al software privativo detectado por el OCSInventory NG durante el levantamiento de información. El directorio posibilitará además, descargar software libre para Microsoft Windows que podrá ser usado en la ejecución del proceso de migración, permitiendo centralizar tanto el software libre para Windows, como para GNU/Linux en una única solución [53].

Las funcionalidades principales del directorio de software son:

- ✓ Gestionar software.
- ✓ Listar todas las versiones de un software.
- ✓ Listar el software dada su categoría por varios criterios (según cantidad de descargas, cantidad de visitas, cantidad de recomendaciones).
- ✓ Mostrar evolución del software privativo, en cuanto a los precios de sus versiones.
- ✓ Gestionar las alternativas de un software.
- ✓ Gestionar categorías de software.
- ✓ Gestionar licencias de software.
- ✓ Enviar recomendaciones de aplicaciones por correo electrónico.
- ✓ Gestionar plataformas de software (Windows, GNU/Linux, etc.)
- ✓ Buscar fichas de software con los criterios especificados.
- ✓ Gestionar comentarios asociados a alternativas.
- ✓ Gestionar repositorios de software libre.
- ✓ Listar todos los idiomas del software.
- ✓ Gestionar la evaluación de una versión de software.
- ✓ Guardar descarga de un software.

Sistema de certificación y homologación de hardware (SCHH)

El hardware detectado por el OCSInventory NG, así como el de los periféricos será certificado por este sistema para determinar su nivel de compatibilidad con GNU/Linux [54].

El SCHH contempla una amplia base de datos donde se encuentra la información de todos los periféricos que se irán certificando para los diferentes sistemas GNU/Linux. Dispone

además de una amplia colección de componentes de hardware certificados provenientes de sitios validados de internet, entre los que se encuentra por ejemplo OpenPrinting.

Los requisitos funcionales del SCHH son:

- ✓ Gestionar hardware.
- ✓ Gestionar certificación de determinado hardware.
- ✓ Gestionar categorías de hardware.
- ✓ Gestionar comentarios de categorías de hardware.
- ✓ Certificar hardware.
- ✓ Buscar hardware.
- ✓ Mostrar certificados de hardware por categorías.
- ✓ Importar reporte de hardware desde fichero generado por el sistema para el diagnóstico de compatibilidad de hardware para el sistema operativo Nova [55].
- ✓ Importar reporte de hardware (local) desde OCSInventory NG.
- ✓ Buscar hardware homólogo según características específicas.
- ✓ Listar hardware por categorías.
- ✓ Evaluar compatibilidad de hardware.
- ✓ Mostrar por ciento de compatibilidad en hardware específico.

Sistema de control de seguridad (SCS)

Es el sistema encargado de proveer las identidades y el control de acceso de manera centralizada a todos los componentes de la plataforma [50].

Las funcionalidades del SCS son:

- ✓ Gestionar usuarios.

- ✓ Activar/desactivar usuarios.
- ✓ Gestionar acciones.
- ✓ Gestionar sistemas.
- ✓ Gestionar recursos.
- ✓ Iniciar sesión.
- ✓ Verificar si usuario tiene permiso de realizar acción.
- ✓ Finalizar sesión.
- ✓ Verificar si una sesión esta activa.
- ✓ Gestionar reglas.
- ✓ Gestionar trazas.

Sistema para el manejo de interfaces (SMI)

Es el sistema encargado de gestionar las interfaces correspondientes a cada sistema anteriormente descrito, usando para cada uno un módulo de interfaz de usuario (MIU), además cuenta con un módulo destinado a la gestión del proceso de migración en su totalidad (MGM), que no responde a un sistema en específico, pero depende de todos ellos para su funcionamiento.

Módulo: Gestión de migración (MGM)

El módulo de gestión del proceso de migración será el centro de la plataforma, permitirá la interacción del resto de los sistemas componentes de la PCM. Será este módulo, quien, a partir de la gestión de los restantes, el encargado de darle respuesta a lo especificado en la sección *Solución propuesta* de este capítulo.

El MGM posee una amplia lista de funcionalidades para garantizar la automatización de la gestión del proceso de migración:

- ✓ Eliminar información asociadas a un proyecto de migración.

Estrategia para la migración a código abierto

- ✓ Mostrar información de un proyecto.
- ✓ Listar proyectos de migración.
- ✓ Listar computadoras a partir del OCSInventory NG de la entidad.
- ✓ Listar computadoras registradas a partir de filtros (departamentos, grupos).
- ✓ Mostrar información general de cada computadora registrada.
- ✓ Gestionar grupos de computadoras.
- ✓ Registrar computadora manual. (Para computadoras sin conexión, o aisladas de la red por problemas de seguridad).
- ✓ Listar dispositivos de hardware por computadora y mostrar el estado de compatibilidad.
- ✓ Listar dispositivos de hardware sin repetición, mostrar estado de compatibilidad.
- ✓ Registrar hardware de la entidad en el SCHH (Obtenidas del OCSInventory NG).
- ✓ Listar aplicaciones por computadora.
- ✓ Registrar aplicaciones al directorio de software (Obtenidas del OCSInventory NG).
- ✓ Registrar aplicaciones de forma manual (Aplicaciones propias diagnosticadas [Ver pág. 24]).
- ✓ Gestionar archivos de aplicaciones, si son desarrollos propios de la entidad.
- ✓ Gestionar perfiles de conocimientos.
- ✓ Listar características de una versión de software específica a partir del directorio de software en línea.
- ✓ Listar características a partir del resultado de la búsqueda consultada al directorio de software.
- ✓ Mostrar árbol jerárquico de categorías, aplicaciones y versiones de software del

directorio de software.

- ✓ Gestionar temas de entrenamiento.
- ✓ Crear curso asociado a un tema.
- ✓ Mostrar posibles alternativas libres.
- ✓ Gestionar registro de alternativa de software.
- ✓ Asignar curso de entrenamiento por puntuación obtenida en la encuesta a cada uno de los trabajadores.
- ✓ Registrar orden de migración de los servicios telemáticos alternativos teniendo en cuenta los servidores.
- ✓ Gestionar aplicaciones de la lista negra.
- ✓ Gestionar servicio telemático.
- ✓ Relacionar servicios telemáticos con otros u aplicaciones.
- ✓ Gestionar reglas asociadas a los sistemas operativos.
- ✓ Gestionar reglas asociadas a las aplicaciones.
- ✓ Gestionar reglas asociadas a los servicios de redes.
- ✓ Gestionar reglas asociadas a los dispositivos de hardware.
- ✓ Gestionar tipos de servicios de redes.
- ✓ Gestionar propiedades asociadas a un tipo de servicio de red.
- ✓ Gestionar encuestas.
- ✓ Gestionar secciones de encuestas.
- ✓ Gestionar preguntas asociadas a una sección de una encuesta.

- ✓ Gestionar servicios de red de la entidad.
- ✓ Exportar plan de migración.

Descripción de las relaciones más significativas

En aras de comprender mejor cómo funcionan las relaciones entre los sistemas componentes de la PCM se explican a continuación los dos tipos de interacción más significativos.

Interacción entre los sistemas y su MIU correspondiente

La Figura 12 ilustra la interacción entre el SCHH y su MIU correspondiente.

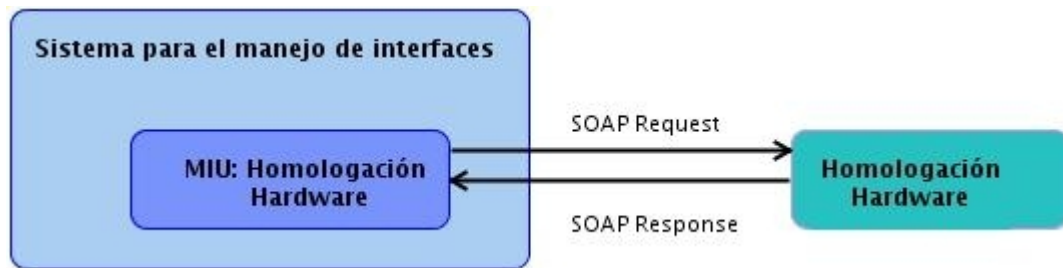


Figura 12: Interacción entre el SCHH y su MIU correspondiente.

La comunicación en SOAP siempre tiene un mensaje de solicitud (SOAP Request), donde se especifica qué servicio se quiere consumir y se pasan los parámetros que requiere el mismo. El sistema publicador del servicio solicitado enviará una respuesta (SOAP Response), que puede ser información que se necesite retornar, un mensaje de error o de confirmación [50].

Funcionamiento del sistema de control de seguridad de la PCM

En la PCM todo mensaje de solicitud va acompañado de un identificador de sesión asociado al usuario y las credenciales del sistema de manejo de interfaces de usuario. La *Figura 13* ilustra la interacción entre el SCHH, su MIU asociado y el SCS.

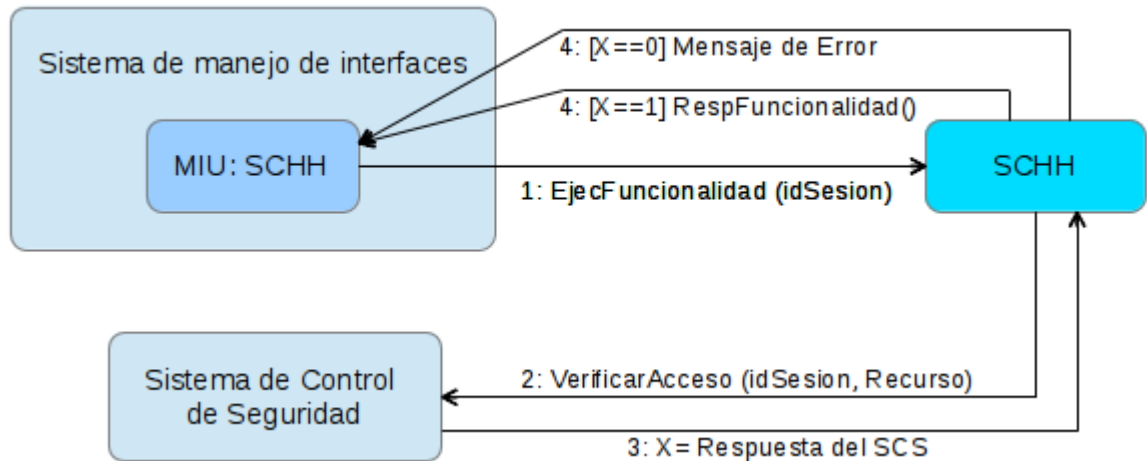


Figura 13: Funcionamiento de la seguridad en la PCM.

Cuando se desea ejecutar una de las funcionalidades del SCHH a través del MIU correspondiente se realiza la petición al mismo, dicha petición llevará consigo el identificador de la sesión (idSesion) del usuario autenticado en la PCM, el SCHH preguntará al SCS si el usuario posee acceso a ejecutar dicha funcionalidad, el SCS verificará en sus reglas y emitirá el valor 0 (cero) si no dispone de acceso a la funcionalidad y 1 (uno) en caso positivo. Dependiendo de la respuesta dada el SCHH enviará un mensaje de error (si la respuesta es 0) o el resultado de ejecutar la funcionalidad.

Distribución física del sistema

El uso de SOA en la arquitectura del sistema brinda la posibilidad de realizar despliegues del sistema en distintas variantes.

Para entidades que dispongan de un solo servidor para montar la PCM se recomienda un despliegue centralizado de la misma, donde todos los componentes, el SMI, SCS y el servidor de bases de datos permanezcan en un único nodo (Ver Figura 14). Una distribución segregada es más recomendada, pero requiere el uso de más servidores.

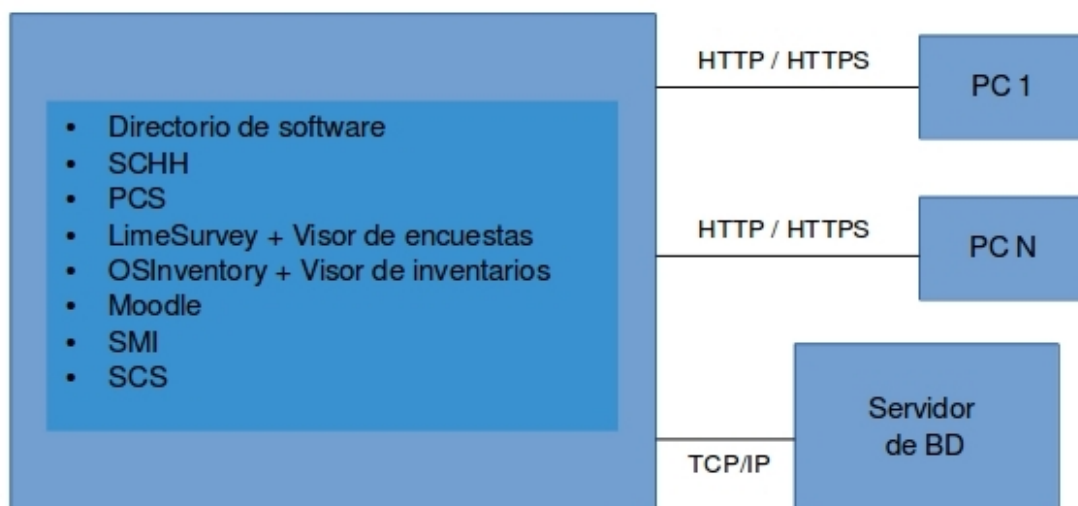


Figura 14: Diagrama de despliegue centralizado de la PCM.

2.3 Consideraciones finales

La estrategia para la realización de un proceso de migración propone el desarrollo de tres etapas: preparación, ejecución y consolidación las cuales están desglosadas en actividades específicas. La PCM permite la automatización parcial o total de un grupo importante de esas actividades. Actualmente está operativo el sistema de gestión de encuestas LimeSurvey, el directorio de software, SCHH, SCS, SMI y en proceso de integración el MGM. En desarrollo se encuentra sistema de PCS.

Capítulo 3 : Análisis de los resultados

La estrategia propuesta en el capítulo anterior es resultado del sostenido trabajo que vienen realizando los miembros de SIMAYS en aras de contribuir a la soberanía tecnológica del país.

En tal sentido y siendo consecuentes con el piloto de migración que lleva adelante el país orientado por el Grupo Ejecutivo Nacional, se inició en septiembre del 2014 el proyecto de migración de la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura e Industriales No.3, Contingente "Ñico López" (ECOAIN3).

Desde el 2012 y hasta la fecha se trabaja además en el desarrollo de la PCM, sistema del cual se tienen los primeros resultados. Los componentes funcionales de la PCM fueron usados en el proceso de migración desarrollado en el ECOAIN3, brindando los resultados esperados.

3.1 Caso de estudio: Proyecto de migración a código abierto en la ECOAIN3

El proyecto de migración a código abierto en la ECOAIN3 se desarrolló aplicando la propuesta de reestructuración enunciada en el capítulo 2 de la presente investigación.

3.1.1 Preparación para la migración

La ejecución del levantamiento de información se realizó - como establece la reestructuración propuesta – sobre las tecnologías, los usuarios y la institución. Resulta significativa la aplicación del sistema de gestión de encuestas LimeSurvey para diagnosticar los usuarios y OCSInventory NG para recopilar la información tecnológica. La información institucional fue entregada por parte de los directivos de ECOAIN3.

Es relevante destacar que un proceso de levantamiento de información similar fue realizado en Telemar (año 2010), pero en este caso las encuestas a los involucrados se realizaron manualmente mediante un formulario tradicional en papel. El inventario a la tecnología se realizó usando la herramienta privativa Everest.

Los resultados de las encuestas manuales a los usuarios tuvieron que ser digitalizados y los reportes HTML que exporta Everest fueron unidos en una carpeta para su análisis por parte de

los especialistas.

Análisis de la información diagnosticada

Continuando con la ejecución ordenada de las tareas propuestas para esta actividad, se desarrolló la consultoría en ECOAIND3. La definición de las estrategias de capacitación, sensibilización y soporte técnico se realizaron con éxito.

El reporte generado por el sistema OCSInventory NG de todas las aplicaciones de las computadoras de la institución (sin repeticiones) permitió la búsqueda de cada alternativa en el directorio de software en línea de la PCM.

Retomando el caso de Telemar, para realizar este proceso en dicha institución fue necesario primeramente realizar el listado de las aplicaciones a partir de cada reporte HTML de Everest, eliminando las repetidas y posteriormente realizar la búsqueda de las alternativas en internet.

Con un total de 9 especialistas, Telemar demoró 32 días hábiles para buscar las alternativas a 869 aplicaciones informáticas detectadas. Sacando el tiempo equivalente que tardaría un especialista dotado de todos los conocimientos que agrupan los 9, el mismo demoraría 10 meses aproximadamente para concretar la tarea. La búsqueda de las alternativas a las 1218 aplicaciones detectadas en ECOAIND3 haciendo uso del directorio de software tardó 3.5 días.

La certificación del hardware es otra actividad importante durante la etapa de preparación, el proceso tradicionalmente se ejecutaba buscando en sitios de referencia en la temática existentes en internet, posteriormente y partiendo del criterio de compatibilidad que daban los fabricantes se procedía a buscar el controlador recomendado y se realizaban las pruebas y configuraciones necesarias para que funcionara.

Dicho proceso para el caso del ECOAIND3 se realizó empleando el SCHH, el tiempo en obtener los resultados de certificación fue mucho menor, además evitó el movimiento de los dispositivos hacia el laboratorio de pruebas de la UCI, contribuyendo en ahorros económicos por concepto de movimiento de equipamiento y personal.

El plan de migración de ECOAIND3 contempló acciones para sensibilizar, capacitar y de una aceptada estrategia de soporte, elementos que posteriormente se pusieron en práctica.

3.1.2 Ejecución de la migración

Para darle cumplimiento al plan propuesto se desarrollaron las siguientes actividades:

- ✓ Ejecución de 3 actividades de sensibilización, una de ellas diferenciada para los directivos.
- ✓ Se desplegó el sistema de soporte técnico NovaDesk.
- ✓ Se instalaron aplicaciones libres sobre Microsoft Windows, luego fueron capacitados los usuarios divididos en tres grupos.
- ✓ Para los usuarios finales se impartió capacitación en:
 - ✓ LibreOffice Writer. (Procesador de textos)
 - ✓ LibreOffice Calc. (Hoja de cálculo electrónica)
 - ✓ LibreOffice Impress. (Editor de presentaciones)
 - ✓ LibreOffice Base (Impartido a un grupo reducido de usuarios, alternativa a Access).
- ✓ Para los usuarios del grupo de diseño se impartieron entrenamientos en:
 - ✓ Gimp. (Editor avanzado de imágenes de mapa de bits).
 - ✓ Inkscape. (Editor de imágenes vectoriales).
 - ✓ Edición de vídeo en GNU/Linux.
- ✓ Los administradores de red encabezaron el grupo final y fueron entrenados en los servicios telemáticos que fueron desplegados en esta etapa del proyecto.
- ✓ Fueron migrados los servicios telemáticos, desplegando una infraestructura completamente basada en código abierto.
- ✓ Posterior a la formación y migración de los servicios fueron desinstaladas las aplicaciones privativas de las computadoras de los usuarios.

- ✓ Fueron migradas las plantillas de documentos de la institución hacia el formato ODF.
- ✓ La ejecución de la migración culminó con la instalación de Nova GNU/Linux en sus versiones Ligerito y Escritorio 2013 en las computadoras, asignando cada versión en dependencia de las características de hardware.

La migración a código abierto en la empresa ECOAIND3 culminó en marzo del 2015 de manera satisfactoria. Cabe destacar que durante el tiempo de duración del proyecto no se trabajó de forma sostenida debido a interrupciones asociadas a falta de equipamiento, conectividad y a la logística del transporte.

3.2 Análisis de la eficiencia y eficacia

En aras de mostrar la mejora en cuanto a la eficiencia y eficacia del proceso fueron dimensionadas ambas variables y determinados los indicadores para evaluar el comportamiento de las mismas en TELEMAR y ECOAIND3 (Ver Tabla 8).

Se muestran además las tablas con los valores del cálculo de los indicadores definidos (Ver Tabla 9 y Tabla 10).

Tabla 8: Definición de indicadores de eficacia y eficiencia.

Variable	Dimensión	Indicadores
Eficacia en la ejecución de la migración a software libre.	Social	Por ciento de usuarios entrenados.
		Por ciento de usuarios sensibilizados.
	Tecnológica	Por ciento de aplicaciones libres migradas.
		Por ciento de computadoras de escritorio migradas.
		Por ciento de servicios telemáticos migrados.
Eficiencia en la ejecución de la migración a software libre	Tiempo	Razón promedio de tiempo destinada a la selección de una alternativa libre (Tiempo total de búsqueda y selección / Cantidad aplicaciones diagnosticadas).
		Duración del proyecto en días con respecto a la cantidad de computadoras y personas migradas (Cantidad de días de trabajo / Cantidad de personas).

Tabla 9: Cálculo de la eficacia.

Indicadores	TELEMAR	ECOIND3
<i>Dimensión social.</i>		
% Usuarios entrenados	41,17	88,67
% Usuarios sensibilizados	16,27	84,90
<i>Dimensión tecnológica.</i>		
% Aplicaciones libres migradas	99,40	99,58
% PC escritorio migradas	45,83	86,88
% Servicios telemáticos migrados	0*	100

* La migración de los servicios telemáticos para el caso de Telemar no es aplicable, pues en el alcance inicial del proyecto no estaba concebido este proceso.

Tabla 10: Cálculo de la eficiencia.

Indicadores	TELEMAR	ECOIND3
<i>Dimensión tiempo.</i>		
Tiempo promedio destinado a la selección de una alternativa libre.	2,72 h	0,022h (1,32 min)
Tiempo promedio que demora la realización de la migración de un elemento.	7,36 h	3,84h

Aunque ambas instituciones son semejantes en cuanto a cantidad de recursos humanos y tecnológicos, los autores del presente trabajo somos conscientes de que las condiciones en el sector empresarial cubano son variantes de una institución a otra, los directivos no son los mismos y el momento (2010 vs 2014) con respecto a la política de informatización del país es influyente en el grado de aceptación/rechazo. Sin embargo en ambos casos la decisión de enfrentarse a un proceso de migración fue por solicitud propia de las instituciones.

3.3 Valoración de la satisfacción de los expertos

Para reforzar la validación de los resultados de la propuesta fue aplicada la técnica IADOV a un grupo de expertos en ejecución de procesos de migración. El grupo seleccionado involucra 13 especialistas de 3 países (Cuba, Jamaica y Brasil).

Luego de la realización del cuadro lógico de IADOV la Tabla 11 muestra los resultados.

Tabla 11: Resultado de la aplicación de IADOV.

Resultado	Cantidad	%
Clara satisfacción	11	84,62
Más satisfecho que insatisfecho	1	7,69
No definida	1	7,69
Más insatisfecho que satisfecho	0	0
Clara insatisfacción	0	0
Contradictoria	0	0

Al calcular el índice de satisfacción se obtuvo un resultado de 0.88 superior al 0.65 definido por IADOV como mínimo para indicar satisfacción del grupo de encuestados.

$$ISG = \frac{11(+1) + 1(+0,5) + 1(0) + 0(-0,5) + 0(-1)}{13}$$

$$ISG = 0,88$$

3.4 Consideraciones finales

El servicio de migración a aplicaciones de código abierto al que fue sometido la ECOAIND3 permitió aplicar las etapas y actividades propuestas en la estrategia para el desarrollo del proceso de migración, resultando un proyecto exitoso.

Como se puede apreciar en la Tabla 10 del presente capítulo la versión existente de la PCM y los cambios propuestos en las actividades permiten ahorrar considerablemente el tiempo de desarrollo de las principales actividades del proceso de migración.

Por otra parte se puede apreciar el alto grado de satisfacción mostrado por los especialistas encargados de ejecutar procesos de migración con los nuevos cambios propuestos en esta investigación.

Conclusiones

Al culminar el desarrollo de la investigación, se puede concluir que:

- ✓ En todo proceso de migración a aplicaciones de código abierto existen dos componentes: social y tecnológica.
- ✓ El proceso de migración consta de tres etapas fundamentales: preparación, ejecución y consolidación.
- ✓ Existen puntos de contacto entre la migración de los servicios telemáticos y la del escritorio de los usuarios que debe ser tomada en cuenta.
- ✓ Para automatizar en alguna medida las tareas fundamentales de la migración se desarrolló el directorio de software, el sistema de certificación de hardware, y se encuentra en desarrollo el de planificación, control y seguimiento.
- ✓ La automatización de las actividades posibilita una disminución en el tiempo de ejecución del proceso de migración.
- ✓ Los especialistas encargados y con experiencia en la ejecución de procesos de migración están satisfechos con la propuesta realizada.
- ✓ La estrategia propuesta posibilita aumentar la eficiencia y eficacia del proceso de migración a código abierto.

Recomendaciones

- ✓ Liberar una nueva versión de la guía cubana de migración teniendo en cuenta los cambios metodológicos propuestos en la estrategia documentada en el capítulo 2 de la investigación.
- ✓ Aplicar la estrategia propuesta en los OACE que se encuentren ejecutando su proceso de migración.
- ✓ Continuar el desarrollo e integración de los componentes de la PCM.

Referencias bibliográficas

1. CALEA. *Los coletazos de la ley CALEA...o como nos espian...* [online]. 2010. Available from: <http://bandaancha.eu/articulos/coletazos-ley-calea-nos-espian-1838>
2. RUZ, Fidel Castro. *Mentiras deliberadas, muertes extrañas y agresión a la economía mundial.* *Granma* [online]. September 2007. Available from: <http://www.granma.cubaweb.cu/secciones/reflexiones/esp-049.html>
3. PDVSA. *El sabotaje contra la industria petrolera nacional* [online]. December 2002. Available from: http://www.pdvsa.com/index.php?tpl=interface.sp/design/readmenuhist.tpl.html&newsid_obj_id=119&newsid_temas=13
4. OTERO, German Sanchez. *La nube negra, paro petrolero en Venezuela* [online]. 2012. Available from: <http://www.embajadacuba.com.ve/noticias/presentan-en-maracaibo-la-nube-negra/>
5. CUBAVA. *Panorama en Cuba.* *Panorama en Cuba* [online]. December 2011. Available from: <http://miamigolinux.cubava.cu/que-es-linux/panorama-en-cuba/>
6. VILLAZÓN, Yoandy Pérez and SAMÓN, Ramón Paumier. *Guía Cubana de Migración a Software Libre.* 2009.
7. JAVIER MÉNDEZ PÉREZ. *Experiencias en la migración a Software Libre de la empresa Telemar.* PDF Digital. UCI : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2009.
8. MIGUEL RIVERO LOPEZ. *Aval de resultado introducido.* February 2012.
9. YURENIA HERNÁNDEZ BLANCO. *Consultoría en Migración a Código Abierto en la Empresa Constructora de Obras de Arquitectura No 24.* In : *V Taller de Software Libre y Código Abierto, UCIENCIA 2014* [online]. Cuba, 25 April 2014. ISBN 978-959-286-026-1. Available from: <http://uciencia.uci.cu/?q=node/3477>
10. RAMÓN PAUMIER SAMÓN, ABEL MENESES ABAD and YOANDY PÉREZ VILLAZÓN. *Miniguía Cubana de Migración a Software Libre.* 2009.
11. ESCALONA, OAM. *Informatizar: un objetivo estratégico, científico técnico y cultural.* [online]. 2013. Available from: gciencia.idict.cu/index.php/granmacion/article/download/90/269
12. MINREX. *La informatización en Cuba* [online]. 2012. Available from: http://www.cubaminrex.cu/sociedad_informacion/cuba_si/Masivo_TIC.htm
13. VELAZQUEZ, Livhy Barceló. *Software libre: experiencia positiva en la Aduana* [online]. May 2012. Available from: <http://www.radiorebelde.cu/noticia/software-libre-experiencia-positiva-aduana-20120531/>
14. ROBERTO MOREJON. *Cuba avanza en la informatización segura de la sociedad.* [online]. 17 February 2015. Available from:

<http://www.radiohc.cu/especiales/comentarios/46885-cuba-avanza-en-la-informatizacion-segura-de-la-sociedad>

15. ALMOND, Chris. *Linux Client Migration CookBook*. 2006.
16. VICTOR VAN REIJSWOUD. *Free and Open Source Software for Development* [online]. Polimetrica S.A, 2008. ISBN 9788876991318. Available from: http://books.google.com.cu/books?id=loIzeCCt6t0C&dq=partial+migration+foss&source=gbs_navlinks_s
17. FRÍAS, Hugo Rafael Chávez. *Decreto 3390*. 2004.
18. Julián Pérez Solís. *Brasil ahorra 123 millones de euros gracias al software libre* [online]. 2009. Available from: <http://www.siliconnews.es/2009/04/06/>
19. GILL, Peter. *HSBC to Standardize on Novells SUSE Linux* [online]. March 2007. Available from: <http://www.eweek.com/c/a/Linux-and-Open-Source/HSBC-to-Standardize-on-Novells-SUSE-Linux/>
20. IBM. *Linux is certified on all IBM Systems*. [online]. 2014. Available from: <http://www-03.ibm.com/linux/>
21. SERNA, Reinaldo Duque. *Linux is in Clermont*. [online]. 2008. Available from: <http://www.clermont.edu.co/linux/>
22. LOEK ESSERS. *Munich open source switch "completed successfully"* [online]. Change Management. Munich: IDG News Service, 2013. Available from: http://www.muenchen.de/rathaus/dms/Home/Stadtfinfos/Presse-Service/Rathaus-Umschau-2013/Halbjahr2/237_1.pdf 10-year project has been a success, according to city officials
23. J. Pomeyrol. *Múnich se ha convertido en un importante contribuidor al código abierto*. [online]. 8 September 2015. Available from: <http://www.muylinux.com/2015/09/08/munich-contribuidor-codigo-abierto>
24. Markus Feilner. *LiMux - the IT evolution - An open source success story like never before* [online]. Case of study. Unión Europea: JoinupEC, 2013. Available from: <https://joinup.ec.europa.eu/elibrary/case/limux-it-evolution-open-source-success-story-never>
25. *WollMux, das Briefkopf- und Formularsystem der* [online]. Munich, 2014. Available from: <http://www.wollmux.net/> The WollMux is an OpenOffice.org plugin with enhanced template, form, and autotext functionality.
26. MARCOS. *Viena: por qué se da marcha atrás con una parte de la migración a software libre* [online]. September 2008. Available from: <http://www.mastermagazine.info/articulo/13058.php>
27. DISTROWATCH. *Wienux* [online]. 2014. Available from: <http://distrowatch.com/table.php?distribution=wienux>

28. MARCOS. *Viena: sus marchas y contramarchas en la migración a Software Libre* [online]. June 2008. Available from: <http://www.mastermagazine.info/articulo/13057.php>
29. FINALWIRE LTD. *Computer Diagnostics & Network Audits Software By Lavalys* [online]. 2015. Available from: <http://www.lavalys.com/>
30. OCS INVENTORY TEAM. *OCS Inventory NG* [online]. PHP, MySQL, Perl. MODx, 2014. Available from: <http://www.ocsinventory-ng.org/en/>
31. CLEELAND, Jason. *LimeSurvey - the free & open source survey software tool!* [online]. PHP, MySQL. 2015. Available from: <http://www.limesurvey.org/>
32. MOODLE™. *Moodle.org: open-source community-based tools for learning* [online]. 2015. Available from: <https://moodle.org/?lang=en>
33. VERONICA BELMONT. *AlternativeTo - Social Software Recommendations* [online]. Cloud, 2014. Available from: <http://alternativeto.net/>
34. THELINUXFOUNDATION. *OpenPrinting* [online]. Cloud : Linux Foundation, [no date]. Available from: <http://www.linuxfoundation.org/collaborate/workgroups/openprintingSite> to certify printing on GNU/Linux
35. *Directrices IDA de migración a software de fuentes abiertas*. 2004.
37. CRISTO, Yenisleydis Cariaga. Estrategia de sensibilización para la migración a Software Libre. *NP*. 2012. P.4–7.
38. VILLAZÓN, Yoandy Pérez. *Estrategia para la migración a Software Libre de la República Popular de Angola*. 2010.
39. SUSANA SANCHEZ ORTIZ. *Estrategia de soporte técnico ara el proceso de migración a código abierto en los Organismos de la Administración Central del Estado*. UCI, 2015.
40. ABEL GARCIA VITIER. *Formación de consulores en Migración a Código Abierto*. 2014.
42. HERNÁNDEZ, Amaury Viera. Metodología para la migración de los servicios telemáticos. *NP*. 2014.
43. MENÉNDEZ, Ramiro Valdés. *Resolución 127/2007 del MIC*. 2007.
44. SGBD, Técnico. *Ficha de Migración de Entorno de Escritorio a SFA: Migración del Gobierno de Venezuela* [online]. 2012. Available from: <http://wiki.cenatic.es/wikiesp/index.php/>
45. VILLAZÓN, Yoandy Pérez. *Plan de migración a Software Libre del Archivo General de la Nación de la República Bolivariana de Venezuela*. 2010.
46. EDWARD M. CORRADO. *The Importance of Open Access, Open Source, and Open Standards for Libraries*. . 2015.

Referencias bibliográficas

47. FUENTES, Allan Pierra. *Nova, distribución cubana de GNU/Linux. Reestructuración estratégica de su proceso de desarrollo*. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011.
48. ROLDÁN, Dayron Pérez. *Sistema de clonación de imágenes de sistemas operativos*. Universidad de las Ciencias Informáticas, 2008.
49. ORTIZ, Susana Sanchez and BENITEZ, Alfredo Pérez. Sistema de soporte técnico NovaDesk. *Semana tecnológica de FORDES*. 2010.
50. GONZALEZ, Jailen Garcia and VITIER, Abel Garcia. *Integración de los componentes de la plataforma cubana de migración a Software Libre*. Centro de Software Libre : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.
51. PAJÓN, Mijares Amed Quintero. *Módulo de servicios web para limesurvey*. Centro de Software Libre: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011.
52. CALIXTO, Liset Martinez. *Sistema de planificación, control y seguimiento del proceso de migración a Software Libre*. Centro de Software Libre : Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.
53. LIMA, Yanirys Ortiz and ALVAREZ, Odaimy Acosta. *Directorio de software en línea*. Centro de Software Libre: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2010.
54. PÉREZ, Ricardo Ramón Carbajo. *Sistema de certificación y homologación de hardware*. Centro de Software Libre: Universidad de las Ciencias Informáticas, 2011.
55. MACHIN, Adrian Cruz and RUIZ, Roberto Menendez. *Sistema para el diagnóstico de compatibilidad de hardware para el sistema operativo Nova*. Centro de Software Libre,2012.