

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y MATEMÁTICA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

ACADÉMICO 

**SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE
DECISIONES PARA LA GESTIÓN DE
INFORMACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE
SUPERACIÓN PROFESIONAL EN LA
UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN “OSCAR LUCERO
MOYA”**

**Tesis en opción al título de Máster en
Matemática Aplicada e Informática para la
Administración**

Autor: Ing. Humberto Rodríguez Avila

Tutores: Dr.C. Sergio Cleger Tamayo
Dr.C. Reyner Pérez Campdesúñer
Dr.C. Rosa Isabel Urquiza Salgado

Holguín, enero de 2014

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, a mis hermanas, a mi esposa Carmen y a mi abuela Josefa.

AGRADECIMIENTOS

A mis tutores Sergio, Reyner y muy especial a Rosa, por todo el apoyo y confianza que han depositado en mí para la realización de este trabajo.

A mi esposa Carmen por la comprensión que me ha dado siempre, y por todo su apoyo.

A Pedri y Scull por su amistad y ayuda incondicional.

A mi familia, por su preocupación y constante apoyo.

A todos los que de una forma u otra colaboraron en la investigación,

MUCHAS GRACIAS

La capacitación continua es un requisito para todos los que buscan crecimiento profesional. En este contexto, las actividades de Superación Profesional permiten a los graduados universitarios superarse y mantenerse actualizados. La Universidad de Holguín, como institución encargada de preservar, desarrollar y promover la cultura, oferta de forma anual un amplio conjunto de cursos para satisfacer las necesidades de los profesionales del territorio. La extensa documentación generada por estos cursos y las constantes solicitudes de información requerida por la dirección de la institución y el Ministerio de Educación Superior imponen la necesidad de un mecanismo eficiente que gestione la información de estas actividades. Aun contando con un mecanismo de trabajo que guía el proceso de gestión de esta información, este proceso se ve afectado por la falta de centralización y homogeneidad de la información referente a actividades pasadas, entre otras deficiencias que dificultan el proceso de toma de decisiones por parte de la dirección de la institución.

En este trabajo se da una solución práctica a este problema, mediante la implementación de **Académico**, sistema de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional, haciendo uso de la suite de Inteligencia de Negocios SpagoBI y empleando como métodos de desarrollo de software la combinación de Scrum y Kanban. El mecanismo de evaluación sistemática aplicado permitió al cliente evaluar de forma gradual las funcionalidades del software implementadas. Este método favoreció la mejora continua del software y la satisfacción del cliente con el producto obtenido.

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE ACTIVIDADES DE SUPERACIÓN PROFESIONAL	9
1.1 Retos y perspectivas del posgrado en Cuba	9
1.1.1 Gestión de la educación de posgrado.....	11
1.2 Gestión de Actividades de Superación Profesional en la UHOLM	13
1.2.1 Deficiencias en el sistema de información de las ASP en la UHOLM	16
1.2.2 Sistemas informáticos vinculados al campo de acción declarado.....	19
1.3 Inteligencia de negocio para el apoyo a la toma de decisiones.....	20
1.3.1 Sistemas de apoyo a la toma de decisiones	21
1.3.2 Almacenamiento y representación de la información.....	26
1.4 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en contextos académicos	30
1.4.1 Metodologías y métodos de desarrollo de software	30
1.4.2 Arquitectura orientada a servicios.....	34
1.4.3 Tecnologías de Código Abierto para la Inteligencia de Negocio	37
1.5 Conclusiones del capítulo.....	42
CAPÍTULO 2. DESARROLLO DEL SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES PARA LA GESTIÓN DE ACTIVIDADES DE SUPERACIÓN PROFESIONAL	44
2.1 Desarrollo del sistema Académico	44
2.1.1 Pilas de productos	44
2.1.2 Planificación de Sprints.....	46
2.1.3 Evaluación de sprints.....	47
2.1.4 Construcción del Mercado de Datos y Modelo del Negocio.....	49
2.2 Valoración de los resultados obtenidos.....	55
2.2.1 Características y funcionalidades de Académico.....	56
2.2.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos del cliente.....	61
2.3 Conclusiones del capítulo.....	63
CONCLUSIONES GENERALES	65
RECOMENDACIONES	66
ANEXOS.....	I

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases de desarrollo de un sistema de BI.....	22
Figura 2 Representación de un EIS.....	25
Figura 3 Principales módulos de la suite SpagoBI.....	39
Figura 4 Interacción entre los principales módulos de SpagoBI.....	42
Figura 5 Tablero de tareas el 1er día del Sprint inicial.....	47
Figura 6 Gráfica de resultados del primer sprint.....	49
Figura 7 Modelo de Negocio vs Modelo Físico.....	51
Figura 8 Composición por cubos OLAP del BM de Académico.....	51
Figura 9 Modelo físico del Cubo Registro de ASP.....	52
Figura 10 Listados de Conjuntos de Datos publicados.....	55
Figura 11 Arquitectura general de Académico.....	57
Figura 12 Arquitectura orientada a servicios de Académico.....	57
Figura 13 Jerarquía de roles de Académico.....	58
Figura 14 Visualización de documentos analíticos por roles del sistema.....	59
Figura 15 Ejemplo de un documento de análisis multidimensional.....	59
Figura 16 Ejemplo de creación de un documento analítico ad hoc.....	60
Figura 17 Ejemplo de un documento analítico ad hoc creado.....	60
Figura 18 GSE vs GSR de los sprint.....	61
Figura 19 Representación del grado de satisfacción del cliente.....	62
Figura 20 Avance incremental de la calidad de los sprints.....	63
Figura 21 Proceso de formación de posgrado.....	XII
Figura 22 Modelo físico del Mercado de Datos y cubos OLAP.....	XIII

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diferencias entre los sistemas OLTP y OLAP.....	28
Tabla 2 REST vs SOAP.....	37
Tabla 3 Cuadro comparativo de tecnologías.....	38
Tabla 4 Resultados de la aplicación del Método Multicriterio.....	38
Tabla 5 Muestra de la pila de productos de Académico	46
Tabla 6 Evaluación de resultados del sprint.....	48
Tabla 7 Ponderación de los Criterios	II
Tabla 8 Evaluación de los Criterios.....	II
Tabla 9 Resultados del método multicriterio	III
Tabla 10 Fortalezas y debilidades de los modelos.	IV
Tabla 11 Característica generales de las metodologías de desarrollo de software ágiles.....	V
Tabla 12 Diferencias entre SCRUM y KANBAN.	VI
Tabla 13 Software Libre vs Código Abierto.....	VII
Tabla 14 Sistemas de gestión de actividades de posgrado.	VIII
Tabla 15 SCRUMBAN: Combinación de SCRUM y KANBAN.	IX
Tabla 16 Pila de productos de Académico.....	XI

INTRODUCCIÓN

La continua evolución de la sociedad moderna convierte la necesidad de hacer las cosas cada vez más rápidas y mejor en un requisito imprescindible para su desarrollo. En este sentido, la Gestión constituye una de las áreas de conocimiento con una mayor dinámica de desarrollo, producto del incremento de la competencia en el mundo empresarial. En los últimos años, la Administración por Procesos de Negocio y la Inteligencia de Negocio (BI – Business Intelligence) han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo empresarial mundial, al tratar de mejorar el desempeño (Eficiencia y Eficacia) de las organizaciones.

Los constantes cambios de entorno y el incremento gradual de la competitividad empresarial han contribuido paulatinamente a una evolución de la Gestión como disciplina. Esta evolución ha permitido la extensión de su radio de acción más allá del sector empresarial, siendo consideradas en la actualidad las universidades como esfera de gestión [1], [2], [3], [4].

En el entorno universitario, la gestión por procesos constituye un factor fundamental para el diseño de sistemas de gestión que cumplan con las exigencias actuales del Ministerio de Educación Superior (MES), referentes al incremento de la calidad, eficiencia y racionalidad de estos procesos. Las constantes transformaciones en las cuales se ven inmersos los procesos universitarios requieren la utilización de enfoques modernos de dirección, que garanticen una gestión universitaria de excelencia.

Las universidades, como instituciones encargadas de preservar, desarrollar y promover la cultura de la sociedad, cuentan con un grupo de procesos claves u operativos, que gestionan la Formación, Investigación y Extensión Universitaria, con el objetivo de alcanzar su misión con la sociedad. La educación de posgrado (componente del proceso de Formación) constituye una de las direcciones principales de trabajo de la educación superior en Cuba, y el nivel más alto de ese sistema, dirigido a promover la educación permanente de los graduados universitarios. Este proceso puede involucrar uno o más procesos formativos y de desarrollo, no sólo de enseñanza-aprendizaje, sino también de investigación, innovación, creación artística y otros, articulados armónicamente en una propuesta docente-educativa pertinente a este nivel [5].

La capacitación continua es un requisito para todos los que buscan crecimiento profesional. La competitividad del mercado laboral obliga a adquirir cada vez más conocimientos y prepararse para afrontar los nuevos desafíos del mundo laboral. En este contexto, las actividades de Superación Profesional (ASP) constituyen herramientas básicas para los graduados universitarios que ejercen su profesión, pero desean superarse y mantenerse actualizados. A través de dichas actividades se intentan ampliar y desarrollar formalmente las habilidades que los profesionales ya poseen [6].

La educación de posgrado, a la vez que atiende las demandas de capacitación que los profesionales reclaman, se anticipa a los requerimientos de la sociedad, creando las capacidades para enfrentar nuevos desafíos sociales, productivos y culturales. En Cuba esta actividad tiene dos direcciones: la Superación Profesional y la Formación Académica de Posgrado. La primera es de carácter masivo y tiene como formas fundamentales el Curso de Posgrado, el Entrenamiento y el Diplomado. Por su parte, la Formación Académica de Posgrado es selectiva y adopta las formas de la Especialidad, la Maestría y el Doctorado; a los egresados finalmente se les reconoce un título oficial, en los dos primeros casos; o un grado científico, en el último. El MES, que constituye el órgano rector en la definición y el control de las estrategias de posgrado a escala nacional, cuenta con una Dirección de Posgrado especializada para la atención institucional y metodológica de todas las actividades de educación de posgrado que se realicen en el país [5].

Los organismos de la administración central del Estado, las empresas e instituciones educativas y culturales, los gobiernos de los territorios, las asociaciones de profesionales, las organizaciones políticas y de masas, así como otras entidades, trazan los planes de formación de sus profesionales de acuerdo con sus necesidades y los ejecutan en alianza con los centros de educación superior (CES) del país, brindándoles el apoyo necesario en recursos materiales y humanos. Los CES cuentan con mecanismos de trabajos que guían el proceso de gestión de las ASP. Cada año, los centros universitarios ponen a disposición de las entidades un Plan de Superación Profesional (PSP), que tiene como objetivo contribuir a la formación permanente y la actualización sistemática de los graduados universitarios de sus territorios, el perfeccionamiento del desempeño de sus actividades profesionales y académicas, así como al enriquecimiento de su cultura general integral. En la actualidad, estas actividades de formación posgraduada representan un medio decisivo para cumplir con el llamado de la dirección del país [7], respecto a la formación y capacitación continua de profesionales que respondan y se anticipen al desarrollo tecnológico en los principales sectores de la economía.

El PSP tiene su origen en el conjunto de solicitudes provenientes de las organizaciones del territorio a partir del diagnóstico de sus necesidades de aprendizaje y capacitación. Estas solicitudes son recibidas por la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado (VRIP) de los CES, en las que existe un metodólogo que se encarga de distribuirlas a los diferentes Vicedecanos de Investigación y Posgrado (VDIP) o Jefes de Áreas, según corresponda. Cada VDIP realiza una nueva distribución de las solicitudes hacia los departamentos más afines, donde finalmente el Jefe de Departamento realiza la asignación final al profesor que conformará e impartirá la actividad. El PSP es complementado con un grupo de ofertas internas de las diferentes áreas, tomando como base la larga y permanente relación de trabajo con el entorno profesional.

Un estudio de los PSP de la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya” (UHOLM) correspondientes al período 2006-2012 permitió conocer los resultados obtenidos por la universidad en estas actividades. Considerando integralmente la etapa, se ofertó a los profesionales del territorio 2556 cursos, 318 diplomados y 90 entrenamientos, con una variada gama de temáticas dirigidas prioritariamente a sectores tales como el empresarial, el turístico, el níquel, la cultura, el agropecuario y la capacitación de los cuadros de todos los municipios de la provincia de Holguín [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14]. El análisis de estas cifras evidencia que la actividad de la educación de posgrado en la UHOLM puede considerarse positiva, al brindar como promedio 365 cursos, 45 diplomados y 13 entrenamientos por año. A pesar de la cantidad planificada, en el año 2012 sólo se pudo dar respuesta al 85% de las solicitudes recibidas [15], muchas de estas actividades fueron prorrogadas o canceladas, por varios factores, encontrándose entre los más comunes: insuficiente matrícula, no presentarse los trabajadores cuyas empresas habían solicitado esos temas de capacitación, no acudir otros que pudieran estar interesados y ausencia en la institución del personal docente asignado [16]. Estos hechos provocan insatisfacciones en los profesionales del territorio y afectan el cumplimiento del PSP de la UHOLM.

Para determinar las dificultades existentes en la realización del proceso analizado se desarrollaron entrevistas al personal vinculado laboralmente y encuestas a profesionales del territorio; además de revisiones de balances de posgrado anuales (Universidad, facultades y departamentos docentes), así como otros informes rendidos por la VRIP a solicitud del MES y otras instancias. A continuación se reflejan las deficiencias encontradas respecto a la gestión de información y toma de decisiones relacionadas con las ASP.

Deficiencias en la gestión de información de las ASP:

1. No se dispone de un medio de suscripciones, mediante el cual el personal de la universidad y del territorio pueda ser informado sobre la próxima apertura de una ASP. El mecanismo empleado propicia la desinformación del personal matriculado cuando ocurren cambios de última hora;
2. El proceso de solicitudes de ASP por parte de las entidades del territorio se realiza a través de diferentes medios (llamada telefónica, correos electrónicos, visita personal al campus). Sin embargo, su propia naturaleza afecta el proceso de identificación de las necesidades de capacitación del territorio (datos parciales e incompletos) y por consiguiente la elaboración del plan de superación anual de UHOLM;
3. El proceso de matrícula se realiza de forma personal, este hecho no favorece a los profesionales del territorio, quienes en su gran mayoría se encuentran vinculados a la producción y se les dificulta ausentarse en su centro de trabajo para realizar estos trámites, que con frecuencia requieren de más de una visita al centro para ser completados;
4. La asignación de los temas solicitados a UHOLM hacia las facultades/áreas se realiza mediante correo electrónico, este medio no provee un mecanismo de retroalimentación que permita al metodólogo de la VRIP conocer el estado actual de una solicitud en un momento determinado;
5. Las evidencias de las ASP se envían a través de correo electrónico y posteriormente se introducen sus datos de forma manual en tablas Excel. Estos hechos inciden negativamente en el tiempo requerido para la confección de los informes y provocan errores a la hora de manipular los datos.

Deficiencias en la gestión de información estratégica que apoye la toma de decisiones:

6. No existe un mecanismo que posibilite una búsqueda rápida de información referente a estudiantes de posgrado, que pudiera ser consultada ante una solicitud de ingreso en un programa de formación académica, o de una plaza para trabajar en la propia institución, para conocer si se han utilizado las vías de superación ofertadas. En ambos casos suele haber varios interesados, es pequeña la capacidad de respuesta y sería útil contar con estos elementos para preparar la entrevista;

7. La inexistencia de un archivo histórico que almacene los datos referentes a las ASP de años anteriores dificulta la confección de informes, tanto los solicitados habitualmente por el MES como por otras instituciones y no favorece la toma de decisiones en los diferentes niveles organizativos de la institución;
8. No se puede realizar un diagnóstico preciso de las necesidades de aprendizaje, tanto a nivel individual (de cada profesor), como de las necesidades colectivas a nivel de Departamento Docente, Centro de Estudio y Filial Universitaria Municipal (FUM) que favorezca el proceso de formación de posgrado;
9. El mecanismo empleado para la gestión de ASP dificulta la obtención de información estratégica que apoye al proceso de toma de decisiones por los directivos académicos. La información se encuentra dispersa en un conjunto de informes digitales no homogéneos, lo cual dificulta el proceso de transformación de la información almacenada en conocimiento que apoye la toma de decisiones.

Los resultados expuestos evidencian el gran volumen de información que maneja la UHOLM. Sin embargo, los mecanismos empleados para la gestión de la información histórica de este proceso resultan deficientes, al no facilitar la transformación de esos datos registrados en información estratégica que apoye la toma de decisiones y contribuya de manera efectiva al desarrollo de la educación de posgrado.

La situación antes descrita dio paso a formular el **problema de la investigación**: ¿cómo favorecer el proceso de toma de decisiones en la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM?

El problema antes planteado se enmarca en el **objeto de estudio**: la gestión de procesos de educación de posgrado en entornos universitarios.

Para resolver el problema científico identificado, se propuso el siguiente **objetivo**: desarrollar un sistema informático para la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM, que apoye el proceso de toma de decisiones mediante el uso de técnicas de Inteligencia de Negocio.

El objetivo delimita el **campo de acción**: informatización del proceso de gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM para apoyar el proceso de toma de decisiones.

Para guiar la investigación se plantearon las **preguntas científicas** siguientes:

- ¿Cuáles son los fundamentos teóricos de la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en las universidades?
- ¿Cuál es el estado actual del uso de herramientas informáticas para la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM?
- ¿Cómo mejorar el proceso de gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM?
- ¿Cómo desarrollar un sistema informático que apoye al proceso de toma de decisiones para la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM?
- ¿Qué resultados se obtienen con la implementación del sistema informático propuesto?

Para cumplir el objetivo de la investigación y dar respuesta a las preguntas formuladas se realizaron las **tareas científicas** siguientes:

1. Compilar los fundamentos teóricos de la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en las universidades.
2. Diagnosticar la situación actual de la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM.
3. Compilar los fundamentos teóricos de la gestión de procesos del negocio, sistemas de apoyo a la toma de decisiones y tendencias actuales basadas en el uso de Software Libre y de Código Abierto para el desarrollo de sistemas informáticos.
4. Emplear un método de desarrollo de software que facilite el diseño e implementación del sistema informático propuesto.
5. Diseñar e implementar un sistema informático basado en técnicas de inteligencia de negocio, que apoye el proceso de toma de decisiones para la gestión de información de las Actividades de Superación Profesional.
6. Evaluar de forma sistemática el grado de satisfacción del cliente ante las funcionalidades del sistema implementadas.

Para cumplir las tareas planteadas se emplearon diferentes **métodos de investigación** teóricos, empíricos y estadísticos:

Dentro del primer grupo, el **análisis y síntesis** se utilizó para el procesamiento de los fundamentos teóricos y la caracterización del problema de la investigación, descomponer mentalmente el procesamiento de la información en sus partes, así como en la elaboración de las conclusiones parciales y generales de la investigación. Mediante el método **histórico-lógico** se realizó un estudio del proceso a informatizar, principios y herramientas utilizadas para ayudar dicho proceso en la UHOLM. La **modelación** se utilizó durante la etapa de desarrollo del sistema propuesto, para facilitar un mayor entendimiento de los diferentes procesos que se realizan y de los requisitos funcionales del sistema. El **enfoque sistémico** permitió modelar el objeto de estudio mediante la determinación de sus componentes y las relaciones entre ellos. Además, facilitó la representación abstracta del proceso a informatizar, lo que posibilitó crear las bases para desarrollar el sistema informático propuesto.

En el grupo de los métodos empíricos, la **observación** permitió conocer el comportamiento real del personal que labora en el desarrollo del objeto de investigación. La **entrevista** ofreció la posibilidad de conocer cómo se realiza el flujo de información referente a la gestión de Actividades de Superación Profesional en la UHOLM, así como las deficiencias actuales que presentan este proceso. La **revisión de documentos** permitió conocer los principios en los que se sustenta la gestión de Actividades de Superación Profesional; así como constatar la correcta realización de los procedimientos establecidos para este proceso en el período analizado, y valorar sus posibles deficiencias. Además, se pudo identificar cuáles son las posibles decisiones a tomar para dar solución a problemas detectados. La **encuesta** se utilizó para conocer las deficiencias existentes en el proceso de divulgación de la información de este proceso y determinar el grado de satisfacción del cliente durante todo el proceso de desarrollo del sistema propuesto.

Por último en el grupo de los **estadísticos**, se utilizó el “Método multicriterio de apoyo a la toma de decisiones por puntuación”, para realizar el proceso de selección de la solución de Inteligencia de Negocio más apropiada para el desarrollo de aplicación propuesta; además del uso de técnicas estadísticas para el procesamiento y análisis de las evaluaciones periódicas del sistema por parte del cliente.

Para el desarrollo del sistema propuesto en la investigación se tuvieron en cuenta las características

de los sistemas de información para ejecutivos. El sistema fue desarrollado mediante el uso de tecnologías de Software Libre (FS - **Free Software**) y de Código Abierto (OP- **Open Source**). Para la modelación del sistema informático se empleó una combinación de los métodos de desarrollo ágiles SCRUM y KANBAN.

Las principales fuentes bibliográficas utilizadas en la investigación fueron un conjunto de materiales, gracias a cuyos basamentos científicos fue posible determinar el soporte técnico necesario, la forma adecuada para implementar el sistema propuesto y la elaboración del presente trabajo.

En aras de presentar los resultados alcanzados por la investigación, se ha dividido el presente documento en dos capítulos:

En el Capítulo 1, “Fundamentación teórica para el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en la gestión de Actividades de Superación Profesional”, se realiza un estudio sobre temas relacionados con el objeto de la investigación y elementos que permiten lograr el objetivo trazado, como los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, la gestión de los procesos del negocio; además, se describen las principales tecnologías analizadas para el desarrollo del sistema propuesto.

En el Capítulo 2, “Desarrollo del sistema de apoyo a la toma de decisiones para la gestión de Actividades de Superación Profesional”, se describe cada una de las etapas concebidas por el método de desarrollo empleado. Dentro de los elementos que se analizan, resalta la evaluación sistemática del sistema empleando los métodos SCRUM y KANBAN para el proceso de desarrollo.

Al finalizar el documento se exponen las conclusiones generales. En las recomendaciones se mencionan algunas consideraciones que pueden tenerse en cuenta para el perfeccionamiento del sistema de información de las ASP. Finalmente, se incluye la relación de la bibliografía consultada y se presentan los anexos necesarios para complementar la información suministrada.

Capítulo 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA PARA EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES EN LA GESTIÓN DE ACTIVIDADES DE SUPERACIÓN PROFESIONAL

En el capítulo se realiza un análisis del objeto de estudio de la investigación, con el propósito de obtener el conocimiento necesario acerca de los procesos sobre los cuales se sustenta la gestión de las Actividades de Superación Profesional y conocer las deficiencias que presenta su sistema de información en la UHOLM. Se exponen cuáles son los principios fundamentales de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, en especial los dirigidos a ejecutivos y la gestión de los procesos del negocio. Se describen además las principales tecnologías disponibles para el desarrollo de la solución propuesta, así como una descripción más detallada de las que fueron seleccionadas.

1.1 Retos y perspectivas del posgrado en Cuba

Los imperativos que la sociedad contemporánea demanda hoy día a la educación superior no excluyen el proceso de formación de posgrado. Los profesionales universitarios egresados reclaman su derecho de superación y conocer las especificaciones sobre la calidad de la educación ofrecida por la institución a la que ingresan y desarrolla su formación; las universidades han de ofrecer evidencias a la sociedad de la calidad de su acción y gestión. Ello demuestra que los resultados de los procesos universitarios deben estar sometidos permanentemente a la evaluación por parte de sus principales protagonistas: profesores y estudiantes de posgrado [17].

La educación de posgrado se encuentra influenciada por una serie de factores que han generado la necesidad de profundizar en los procedimientos de la misma para satisfacer las necesidades de la sociedad. Esta situación ha sido objeto de investigación por varios analistas [17], [18], quienes han identificado una serie de factores que inciden de forma negativa en el proceso de gestión de posgrado y resumen en sus análisis cómo la educación de posgrado hoy día debe dar respuestas a las necesidades impuestas por:

- El aumento considerable de las matrículas, pues más de medio millón de profesionales participan en actividades de posgrado anualmente en Cuba;
- Las exigencias de respuestas cada vez más rápidas;
- La educación progresiva desde el puesto de trabajo;
- Los profesionales más comprometidos con su sociedad;

- La mayor presencia de la innovación y la creación de conocimientos en las soluciones de esos problemas;
- El impacto del posgrado cubano en la formación de especialistas extranjeros suma ya más de 1 500 másteres de 71 países y alrededor de 840 doctores de 62 naciones (fundamentalmente de México, Colombia, Brasil y Venezuela), formados en la Isla hasta el año 2011.

Estos aspectos marcan un considerable reto a las instituciones de educación superior en relación con la calidad del posgrado, particularmente a los profesores que los imparten y a los profesionales que participan.

La educación de posgrado es un proceso totalmente vinculado a los programas y políticas de desarrollo de los países, y específicamente de los territorios a los cuales las universidades se asocian. El vínculo de las universidades con las entidades de producción y servicios de sus territorios se consolida cada vez más, sobre la base de las acciones conjuntas que se desarrollan entorno a todos los procesos universitarios y de posgrado.

“El posgrado es un proceso que involucra la producción, transferencia, adaptación, diseminación y aplicación de conocimientos. Por ello la actividad de posgrado está o debe estar profundamente articulada a los sistemas de innovación, ciencia y tecnología en un país cualquiera y debe ser atendida como una de las variables que definen el éxito de estos últimos” [5].

“Se le concibe como la formación de nivel avanzado, cuyo propósito central es la preparación para la docencia, la investigación, la aplicación tecnológica o el ejercicio especializado de una profesión” [17].

Los investigadores de las tendencias del posgrado en Iberoamérica reafirman la necesidad de que las universidades hagan corresponder sus potencialidades científicas y académicas con la satisfacción de las necesidades de superación de los profesionales de sus territorios. Los proyectos de investigación, desarrollo e innovación constituyen uno de los principales medios para estos vínculos, junto a las actividades de posgrado, que por su esencia formativa, transformadora y de colaboración los apuntalan.

Las definiciones antes expuestas permiten un acercamiento al concepto de pertinencia de posgrado, definida por [17] como *“la respuesta que dan sus actividades a las necesidades del desarrollo económico y social del territorio y del país, a partir de la integración de la universidad y las entidades,*

cuyos profesionales demandan de la superación permanente para la solución de los problemas científicos, tecnológicos y artísticos que se insertan en las políticas y programas de desarrollo”.

El uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) juega un papel muy importante en la superación profesional, puesto que contribuyen a que la información de los posgrados obtenga una mayor divulgación. Esta alternativa demanda la existencia de un mecanismo que potencie y facilite la comunicación entre las instituciones del MES y las entidades de producción y servicios.

1.1.1 Gestión de la educación de posgrado

La educación de posgrado, a la vez que atiende demandas de capacitación que el presente reclama, se anticipa a los requerimientos de la sociedad, creando las capacidades para enfrentar nuevos desafíos sociales, productivos y culturales. Ésta se estructura de forma general en dos subsistemas o vertientes [5]:

La **Educación Posgraduada Continua o Superación Profesional**: esta modalidad se refiere a un sistema de actividades de aprendizaje y consolidación profesional como expresión de la creación intelectual. Está controlada institucionalmente y dirigida a los profesionales graduados. Como formas de esta modalidad se consideran las siguientes: cursos, entrenamientos y diplomados. La misma implica un desarrollo personal más libre en sus formas, pero debe ser considerada como un derecho y un deber de todo egresado. Por otra parte, el **Posgrado Académico o Formación Académica** se refiere a un sistema de actividades de aprendizaje exigente, regulado a nivel nacional y ejecutado institucionalmente con la debida autorización, otorga un título académico o un grado científico y está orientada con énfasis hacia la creación o producción de conocimientos intelectuales prácticos y humanísticos en el ámbito del pensamiento científico. Como formas de esta modalidad se consideran las especialidades, maestrías y los estudios doctorales.

La presente investigación se centrará en la modalidad de **Superación Profesional**, la cual comprende las actividades que a continuación se presentan [5]:

El **curso** posibilita la formación básica y especializada de los graduados universitarios; comprende la organización de un conjunto de contenidos que abordan resultados de investigación relevantes o asuntos trascendentes con el propósito de complementar o actualizar los conocimientos de los profesionales que los reciben.

El **entrenamiento** facilita la formación básica y especializada de los graduados universitarios, particularmente en la adquisición de habilidades y destrezas y en la asimilación e introducción de nuevos procedimientos y tecnologías con el propósito de complementar, actualizar, perfeccionar y consolidar conocimientos y habilidades prácticas.

El **diplomado** tiene como objetivo la especialización en un área particular del desempeño, y propicia la adquisición de conocimientos y habilidades académicas, científicas y/o profesionales en cualquier etapa del desarrollo de un graduado universitario, de acuerdo con las necesidades de su formación profesional o cultural. Está compuesto por un sistema de cursos y/o entrenamientos y otras formas articuladas entre sí, que culmina con la realización y defensa de un trabajo ante un tribunal.

El curso y el entrenamiento pueden tener carácter independiente y/o formar parte de diplomados o de formas organizativas del posgrado académico. Por otra parte, el diplomado puede tener carácter independiente y/o formar parte de formas organizativas del posgrado académico [19].

Para lograr una correcta gestión y dirección de la educación de posgrado, el MES cuenta con una Dirección de Posgrado, quien se encarga de la atención institucional y metodológica de todas las actividades de este género que se realicen en el país. Además, existe una Comisión Asesora para la Educación de Posgrado (COPEP), quien representa el órgano asesor de la dirección del MES para el trabajo de la educación de posgrado en Cuba [5]; la cual incluye entre sus principales funciones:

- Asesorar y proponer acciones para la adopción de políticas, estrategias y objetivos en torno a la educación de posgrado en Cuba;
- Asesorar en la revisión y elaboración de las normas y procedimientos que rigen el desempeño de la educación de posgrado en el país;
- Asesorar en la definición de estándares y criterios de calidad del posgrado.

Para complementar las funciones de estas instituciones en la base, se dispone de comisiones de posgrado y consejos científicos en los diferentes centros, facultades, unidades de ciencia y técnica, y comisiones de grados científicos. Estas comisiones y consejos tienen como principal misión el asesoramiento a los órganos de dirección institucionales sobre las actividades de educación de posgrado que desarrollen. Analizan los asuntos relacionados con la calidad del desarrollo de las actividades de educación de posgrado y con su repercusión económica y social, así como evalúan periódicamente la gestión del centro o facultad en cuanto a la educación de posgrado [5].

La custodia de la documentación correspondiente a los programas de posgrado, según se establece en el artículo 54 de las Normas y Procedimientos para la Gestión del Posgrado [19], es responsabilidad del Secretario General o Docente de la universidad, facultad o centro autorizado. A tal efecto, existe un Manual de Normas y Procedimientos para el Trabajo de las Secretarías en las Instituciones de Educación Superior [20]. El secretario tiene la responsabilidad por la elaboración, orden, actualización, conservación y custodia de la documentación generada por los programas de posgrado. Por otra parte, la Secretaría General o Docente garantizará el registro, procesamiento, control, conservación y custodia de la documentación relacionada con la educación de posgrado que desarrolla la institución.

1.2 Gestión de Actividades de Superación Profesional en la UHOLM

La UHOLM cuenta con una estructura organizativa, aprobada por el MES, para desarrollar sus diferentes procesos claves o sustantivos. La misma está compuesta por la rectoría, secretaría general, la asesoría jurídica, los auditores internos y cinco vicerrectorías: Docente (VRD), Universalización y Extensión (VRUE), Económica (VRE), Investigación y Posgrado (VRIP) y Administrativa (VRA) [21].

La VRIP, como su propio nombre indica, es la encargada de controlar los procesos referentes a ciencia e innovación tecnológica y posgrado. Para el desempeño de sus funciones es dirigido por un Vicerrector de Investigación y Posgrado, quien cuenta con un Director de Ciencia e Innovación y Posgrado, así como con un equipo de metodólogos, uno de los cuales es el encargado directamente de organizar y llevar el control de las actividades de formación de posgrados. En lo adelante, se le denominará Metodólogo de Posgrado de la VRIP (MP-VRIP).

En dos campus diferentes, la sede “Oscar Lucero Moya” y la sede “Celia Sánchez Manduley”, se distribuyen ocho facultades, cada una de las cuales cuenta con un Vicedecano de Investigación y Posgrado (VDIP) y un Técnico de Posgrado (TP) para el control de documentación. A su vez, las facultades se componen de uno o más departamentos; en algunos casos, también en su estructura entran los Centros de Estudios.

Además de las facultades, existen áreas subordinadas a la VRD que desarrollan actividades de posgrado, entre las cuales figura el Centro de Estudios de Ciencias de la Educación Superior (CECES), así como algunos departamentos docentes (Marxismo-Leninismo y Cultura Física y Deportes), el departamento de Extensión Universitaria y la Residencia Estudiantil. Como característica distintiva de estas áreas resalta que en las mismas no existe una responsabilidad

administrativa específica para las funciones relacionadas con el proceso de posgrado, por lo que la gestión se hace de manera diferente, según establece el responsable directo de la sub-área. Por último, existen las Filiales Universitarias Municipales (FUM), ubicadas en los municipios de la provincia, que desarrollan un amplio proceso de solicitud y ejecución de actividades. En cada FUM hay un subdirector, con funciones análogas a las de los VDIP.

El proceso de formación de posgrado en la UHOLM incluye un conjunto de actividades y tareas para cumplir sus objetivos. En el año 2012, se propuso un procedimiento para la gestión integrada de los procesos en universidades [21], en el cual se identifican 10 actividades claves para el desarrollo del subproceso de Superación profesional:

1. Actualizar las fortalezas académicas de la Universidad por facultades y centros de estudio.
2. Actualizar las herramientas para el diagnóstico de las necesidades de aprendizaje.
3. Confeccionar el balance de superación profesional de la Universidad.
4. Enviar el balance de superación profesional a las empresas, centros de estudio y departamentos docentes.
5. Impartir taller de posgrado a capacitadores y directivos de la Universidad y las empresas.
6. Diagnosticar o brindar asesoramiento para el diagnóstico de las necesidades de aprendizaje.
7. Gestionar conformación del PSP.
8. Gestionar ejecución del PSP.
9. Controlar el cumplimiento del PSP.
10. Acreditar y otorgar a los participantes los certificados de participación en el programa de superación profesional.

A continuación se detalla cómo transcurre el proceso de las actividades 7, 8 y 9 en la UHOLM.

La VRIP de la UHOLM conforma anualmente el PSP con los cursos, entrenamientos y diplomados ofertados por las facultades y demás áreas de la universidad.

Las diferentes actividades ofertadas surgen a partir de peticiones de temas realizadas a la UHOLM por los capacitadores de las entidades del territorio. Este proceso se inicia en el mes de septiembre de cada año, cuando el capacitador solicita a la universidad el tipo particular de capacitación que requieren sus trabajadores. Para facilitar el proceso de solicitudes, desde el año 2011 se realiza por parte de la VRIP un taller de posgrado para los capacitadores, donde se exponen los resultados del

PSP, las fortalezas académicas de la universidad y se propone un cronograma para la concepción del PSP.

Luego de haber finalizado esta primera parte, el MP-VRIP chequea las solicitudes recibidas y las distribuye por las áreas según corresponda. El proceso concluye según la fecha límite que se establece por la universidad a las empresas del territorio.

El VDIP de cada facultad, o el jefe del área de subordinación central cuando corresponde, es el encargado de realizar una nueva clasificación de los temas enviados por el MP-VRIP y los distribuye a los departamentos; es entonces cuando se reorganizan los temas, se definen los cursos y se realiza la asignación a los profesores. Ocurre con frecuencia que el jefe de departamento o área recibe ayuda de un asesor (profesor) designado por él para realizar este proceso. Por ejemplo, los departamentos de la Facultad de Informática y Matemática cuentan hace varios años con la figura de un asesor que centra la elaboración del PSP anualmente y chequea su cumplimiento.

Una vez planificado y conformado el programa del curso, el profesor debe enviar el mismo a su jefe de departamento (o directamente al asesor del mismo, según se defina), para que lo evalúe y emita su aprobación. En el mes de noviembre, cada departamento o área envía su propuesta al VDIP para su revisión final. El documento elaborado contiene la información de los cursos en respuestas a las necesidades de capacitación del territorio, así como las ofertas propias de la institución. El VDIP revisa las propuestas de los departamentos para el PSP de su facultad, de ser necesario solicita información adicional de algunos de los cursos ofertados. Luego de esta segunda revisión, el VDIP envía la propuesta final al MP-VRIP en los primeros días del mes de diciembre. Finalmente, se elabora el PSP de la UHOLM para el próximo año mediante la integración de los planes confeccionados por las facultades, áreas subordinadas a la Vicerrectoría Docente y las FUM.

Una vez conformado el PSP, el técnico de posgrado de cada facultad o área es el responsable de llevar el control de parte de la documentación que genera el mismo. A continuación se presentan las tareas que están a su cargo:

- Entregar previamente al profesor, recibir y conservar luego, el modelo de asistencia y evaluación, que es llenado por el profesor durante el curso;
- Confeccionar manualmente un libro de entrega de certificados de estudiantes y profesores con nombre y apellidos, folio del curso y fecha de entrega. Al finalizar el curso, éste debe ser firmado por estudiantes y profesores, como constancia del otorgamiento del certificado;

- Asentar en el Registro de Estudiantes de Posgrado los datos de los cursantes, el folio, número, nombre del curso, profesor y fecha en que se impartió, para luego llenar los certificados;
- Almacenar la ficha de matrícula donde se solicita información como nombre y apellidos, nombre del posgrado, folio, centro laboral, teléfono, organismo, de qué es graduado, número de carné de identidad, si es profesor a tiempo completo o profesor a tiempo parcial, sexo. En el caso del profesor que lo imparte, debe llenar una ficha de posgrado que lleva nombre y apellidos, nombre del posgrado, folio, centro laboral, ocupación; entre otros aspectos.

El estudiante que no sea graduado de nivel superior, al finalizar el curso recibe un certificado registrado como Curso de Superación, mientras que el graduado de nivel superior recibe uno como Curso de Posgrado.

En el caso de los diplomados, el proceso es similar al curso, pero los departamentos o áreas suelen proponerlos sin necesidad de que existan peticiones de capacitación, y su formalización sigue un proceso diferente. Inmediatamente que se hace la propuesta, el Decano nombra un Comité Académico, integrado por profesores con categoría docente superior (Titular o Auxiliar) y a su Coordinador. Este órgano elabora el programa de posgrado, que debe ser presentado y aprobado por el Consejo Científico Asesor del área. Los diplomados pueden ser mejorados mediante sugerencias hechas por las propias empresas. El requisito fundamental para participar en estos es ser graduado de Nivel Superior. Para solicitar matrícula, deben presentar ante la secretaría correspondiente la carta de autorización del centro laboral, la carta donde solicita la participación en el diplomado, fotocopia del certificado de graduado de nivel superior (así como presentar el original, para realizar el cotejo), su currículum y una foto. El Comité Académico se reúne y aprueba las solicitudes, de acuerdo a la capacidad del diplomado y requisitos del programa.

El siguiente sub-epígrafe refleja las principales deficiencias encontradas en el proceso de gestión de información de las ASP en la UHOLM.

1.2.1 Deficiencias en el sistema de información de las ASP en la UHOLM

En la actualidad, la UHOLM cuenta con métodos de trabajos orientados a la gestión de ASP, que persiguen guiar el desarrollo de las mismas y además establecer todas las fases necesarias en el ciclo de administración de los mismos. Aun contando con dichos métodos de trabajos, el proceso de gestión de ASP en la UHOLM presenta deficiencias, lo que perjudica la calidad de este proceso.

Para determinar las dificultades existentes en la realización de los procesos analizados se realizaron entrevistas al personal vinculado laboralmente (MP-VRIP, VDIP, técnicas de posgrado, profesores), así como encuestas a clientes de las ASP. El análisis de estas acciones determinó que los mecanismos empleados presentan deficiencias que ralentizan el proceso de gestión de información en la UHOLM. A continuación se presentan las deficiencias encontradas respecto a la gestión de información y toma de decisiones relacionadas con las ASP.

Deficiencias en la gestión de información de las ASP:

1. La divulgación del PSP resulta poco eficiente por los medios a través de los cuales se realiza (correo electrónico). No se dispone de un medio de suscripciones mediante el cual los interesados de la universidad y del territorio puedan ser informados sobre la próxima apertura de una ASP. El mecanismo empleado propicia la desinformación de los matriculados cuando ocurren cambios de última hora, tales como variación de fechas y horarios programados, así como cambios en los locales previstos para el desarrollo de las actividades; hechos que contribuyen a la cancelación de ASP y generan insatisfacciones en los estudiantes;
2. El proceso de solicitudes de ASP por parte de las entidades del territorio se realiza a través de diferentes medios (llamada telefónica, correos electrónicos, visita personal al campus). Sin embargo, la propia naturaleza de tales medios afecta el proceso de identificación de las necesidades de capacitación del territorio (datos parciales e incompletos), y por consiguiente la elaboración del plan de superación anual de UHOLM. Además, esta situación favorece la desmotivación de los organismos en el proceso de búsqueda de superación;
3. El mecanismo de matrícula de ASP se realiza de forma personal por parte de los interesados. En su gran mayoría, estos trabajadores se encuentran vinculados a la producción y se les dificulta ausentarse en su centro de trabajo para realizar estos trámites, que con frecuencia requieren de más de una visita al centro (uno de los dos campus UHOLM) para ser completados;
4. La asignación de los temas de ASP solicitados por las entidades del territorio al personal calificado (profesor) transcurre por una serie de delegaciones (Metodólogo de la VRIP → VDIP, VDIP → Jefe de Departamento, Jefe de Departamento → Profesor), realizada mediante correo. El medio empleado no provee un mecanismo de retroalimentación que permita al metodólogo de la VRIP conocer el estado actual de una solicitud en un momento determinado. Ocurre con frecuencia que desde las entidades desean conocer si se podrá o no satisfacer sus necesidades de capacitación. Sin embargo, por la falta de este mecanismo

de retroalimentación entre la VRIP y las áreas, no se puede dar una respuesta inmediata al solicitante, requiriendo que el mismo se comunique en otra ocasión para conocer la respuesta;

5. Las evidencias de las ASP se envían a través de un proceso similar al de asignación, pero en sentido contrario. Esta información de forma usual se envía por medio de correo electrónico y posteriormente se extraen sus datos para su posterior introducción de forma manual en tablas Excel. Estos hechos inciden negativamente en la integridad de los datos, en el tiempo requerido para la confección de los documentos y provoca errores a la hora de manipular los datos, que se reflejan en los resultados de los informes generados;

Deficiencias en la gestión de información estratégica que apoye la toma de decisiones:

6. No existe un mecanismo que posibilite una búsqueda rápida de información referente a estudiantes de posgrado, que pudiera ser consultada ante una solicitud de ingreso en un programa de formación académica, o de una plaza para trabajar en la propia institución para conocer si se han utilizado las vías de superación ofertadas. En ambos casos suele haber varios interesados, es pequeña la capacidad de respuesta y sería útil contar con estos elementos para preparar la entrevista. El asentamiento manual de los datos referentes a estudiantes que cursaron las diferentes ASP no propicia un desarrollo viable de las operaciones antes mencionadas, desaprovechando la información implícita de los mismos;
7. La inexistencia de un archivo histórico que almacene los datos referentes a las ASP de años anteriores dificulta la confección de informes, tanto los solicitados habitualmente por el MES como por otras instituciones. Además, no facilita el proceso de evaluación del personal docente respecto al cumplimiento de las ASP asignadas y no favorece la toma de decisiones en los diferentes niveles organizativos de la institución;
8. La universidad y las diferentes áreas no disponen de la información necesaria para realizar un diagnóstico preciso de las necesidades de aprendizaje, tanto a nivel individual (de cada profesor), como de las necesidades colectivas a nivel de Departamento Docente, Centro de Estudio y Filial Universitaria Municipal que favorezca el proceso de formación de posgrado del próximo año, contribuyendo así a satisfacer las necesidades de superación de las entidades del territorio;
9. El mecanismo empleado para la gestión de ASP dificulta la obtención de información estratégica que apoye al proceso de toma de decisiones por los directivos académicos. La

información se encuentra dispersa en un conjunto de informes digitales no homogéneos (.doc, .docx, .xls, .xlsx, .pdf), lo que dificulta el proceso de transformación de la información almacenada en conocimiento que dé respuesta a los informes solicitados por organismos superiores y apoye la toma de decisiones.

Una vez diagnosticada la situación existente en la UHOLM respecto al proceso de gestión de ASP, se desarrolló una búsqueda de aplicaciones informáticas, que pudieran solventar total o parcialmente las deficiencias detectadas. Los resultados de este estudio se exponen en el siguiente sub-epígrafe.

1.2.2 Sistemas informáticos vinculados al campo de acción declarado

Como parte de la investigación se realizó un estudio en el que se detectaron algunos sistemas informáticos que permiten la gestión parcial o total del proceso de formación de posgrado, en particular las ASP. Sin embargo, la mayoría de ellos resultan sistemas de datos transaccionales que no facilitan el proceso de transformación de sus datos en conocimiento. Además, fueron implementados según las características propias de los métodos de trabajos utilizados en las empresas desarrolladoras e instituciones de otras naciones, por lo que sería muy compleja la etapa de mantenimiento para adaptarlos a las características de la UHOLM. Gran parte de los existentes fueron desarrollados con tecnologías propietarias y las instituciones que los mantienen no permiten su libre empleo (ver Anexo 7).

Luego del análisis de los resultados del estudio realizado, se corroboró la inexistencia de una aplicación informática en el territorio nacional que cumpla con los requerimientos solicitados por el cliente. Las deficiencias en los mecanismos empleados para la gestión de la información histórica de las ASP, antes expuestas, no permiten la transformación de los datos registrados en los diferentes niveles organizativos de la universidad (VRIP, facultad, departamento y centro de estudio) en información estratégica que apoye la toma de decisiones y contribuya de manera efectiva al desarrollo de la educación de posgrado en la UHOLM. Por esta razón, el desarrollo de un sistema informático para la gestión de información estratégica de las ASP en la UHOLM, que apoye el proceso de toma de decisiones mediante el uso técnicas de Inteligencia de Negocio, constituye una buena alternativa para poner a disposición de los directivos académicos de la universidad la información correcta, en el lugar y momento adecuado para incrementar su efectividad y eficiencia.

1.3 Inteligencia de negocio para el apoyo a la toma de decisiones

El desarrollo y evolución de las tecnologías de la información, los bajos costos de la tecnología para el almacenamiento de datos y la Internet, han propiciado el almacenamiento de grandes volúmenes de datos por parte de personas y organizaciones. La necesidad de transformar tales datos en información, y luego esta información en conocimiento que apoye la toma de decisiones, dio surgimiento a nuevo campo conocido como Inteligencia de Negocios (BI - **Business Intelligence**). Este proceso constituye una alternativa prominente para poner a disposición de los tomadores de decisiones de las organizaciones, la información correcta, en el lugar y momento adecuado para incrementar su efectividad y eficiencia. Vercellis define a BI como *“un conjunto de modelos matemáticos y metodologías de análisis que explotan los datos para generar información y conocimiento útil para procesos complejos de toma de decisiones”* [22].

Otra definición de BI es planteada por Moss [23], quien expresa que es la combinación de técnicas y herramientas, que posibilitan aprovechar la información estratégica subyacente en los datos operacionales generados por los sistemas operaciones de una organización. Esta combinación tiene como propósito principal el apoyo al proceso de toma de decisiones.

Estas herramientas y metodologías tienen en común las siguientes características [24]:

1. *Accesibilidad a la información*: los datos constituyen la fuente principal de este concepto. Lo primero que debe garantizar este tipo de herramientas y técnicas será el acceso a los datos con independencia de su procedencia;
2. *Apoyo a la toma de decisiones*: más que presentar información, se busca que los usuarios finales tengan acceso a herramientas de análisis que les permitan seleccionar y manipular sólo aquellos datos que les interesen y les sean útiles para tomar cualquier decisión;
3. *Orientación al usuario final*: se busca independencia entre los conocimientos técnicos de los usuarios y su capacidad para utilizar estas herramientas.

La BI permite la construcción de modelos con la finalidad de representar, mejorar y ofrecer nuevas alternativas en cuanto al desempeño y actuación de las organizaciones. Mediante la integración, almacenamiento y procesamiento de grandes volúmenes de datos, la BI transforma los datos en conocimiento para apoyar el proceso de toma de decisiones en tiempo real, a través del análisis y la exploración [25]. Entre las principales técnicas de análisis de datos aplicadas en el proceso de transformación para obtener conocimiento se encuentran: la Minería de Datos, la Minería de Textos,

los Algoritmos Genéticos y el Procesamiento Analítico en Línea (OLAP - OnLine Analytical Processing).

La actividad de proveer soporte de conocimiento a los trabajadores a través de la integración de procesos de toma de decisiones y tecnologías de la información se denomina gerencia de conocimiento [22]; mientras que el principal propósito de un sistema de BI es proveer conocimiento a los trabajadores mediante el uso de herramientas y metodologías que les permitan tomar decisiones más efectivas en un menor tiempo.

1.3.1 Sistemas de apoyo a la toma de decisiones

A medida que la competencia y la velocidad de los negocios han aumentado, también se ha incrementado la necesidad de obtener información de manera más rápida y eficiente. La cantidad de datos disponible para cada empresa crece de manera exponencial, presentando un reto en su manejo coherente, y la producción de los reportes necesarios para apoyar el proceso de toma de decisiones. Una decisión puede ser descrita como la respuesta a un problema o la elección entre distintas alternativas para conseguir un objetivo [22].

El proceso de toma de decisiones involucra al personal de diferentes áreas organizativas de una entidad, por lo que en correspondencia con su área de competencia, éstos pueden tomar diferentes tipos de decisiones: de planeación estratégica, de control administrativo y de control operacional. La necesidad de transformar los datos en información, y a su vez esta información en conocimiento, representó un factor fundamental para el surgimiento de sistemas de apoyo a la toma de decisiones.

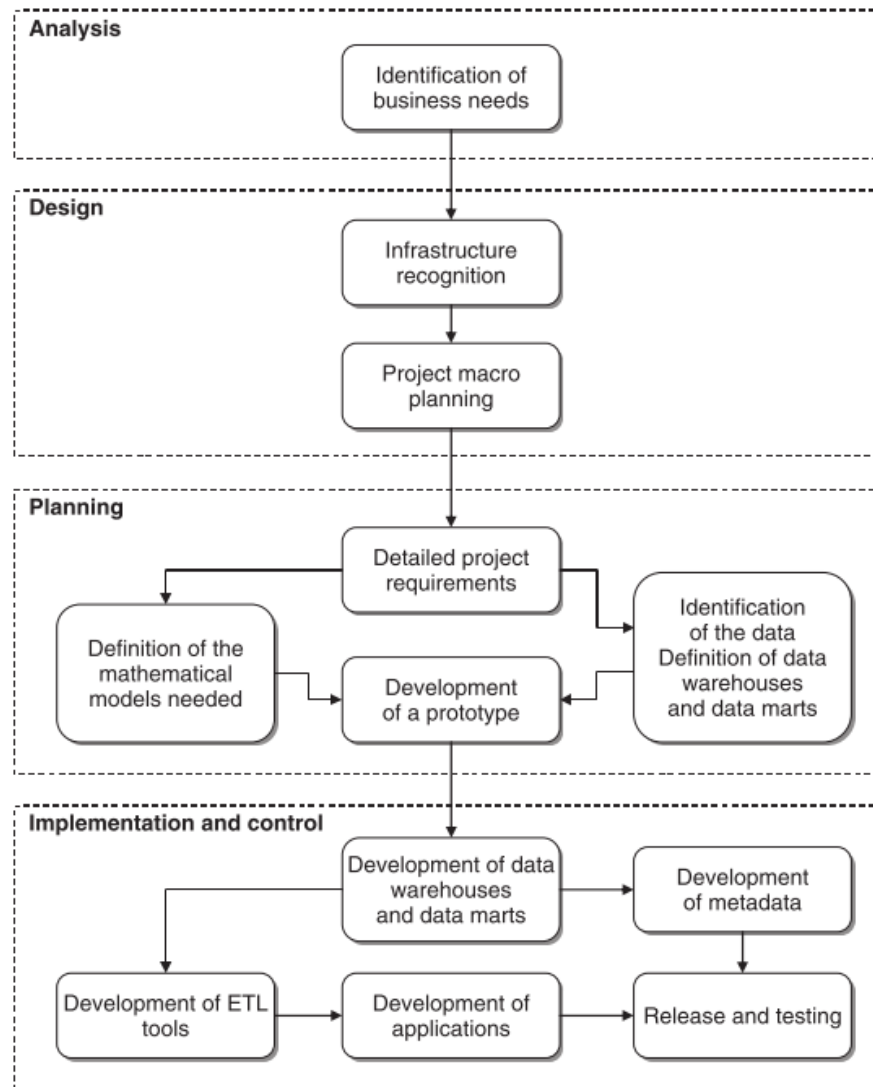


Figura 1 Fases de desarrollo de un sistema de BI. Fuente: [22]

La Figura 1 representa las cuatro fases de desarrollo de sistemas de BI [22]:

1. **Análisis:** durante esta primera fase se identifican las necesidades de la organización que deberán ser solventadas con la implementación del sistema BI. Esta fase se desarrolla mediante entrevistas a personal involucrado en el proceso a diferentes niveles;
2. **Diseño:** esta fase incluye dos sub-fases y está dirigida a derivar un plan provisional de la arquitectura global, previendo cualquier desarrollo en el futuro cercano y la evolución del sistema a medio plazo;
3. **Planeación:** en esta etapa se definen y describen con mayor detalles las funciones del sistema, así como, se evalúan los datos existentes y otros que pudieran ser recuperados externamente;

4. Implementación y Control: en esta fase final se desarrollan las infraestructuras de información que alimentarán el sistema de BI. Luego se desarrolla el núcleo de las aplicaciones de BI que permitirá la ejecución de los análisis planificados. Finalmente, el sistema es liberado para la prueba y el uso.

Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (DSS- **Decision Support System**) pueden agruparse en cuatro grandes grupos, en dependencia de su objetivo y recursos utilizados para lograr la implementación de sus funcionalidades [26], [27], [22].

- Sistemas expertos de ayuda a la toma de decisiones (EDSS – **Expert Decision Support System**): permiten la carga de bases de conocimiento que se integran por una serie de reglas de sentido común para que diferentes usuarios las consulten y apoyen la toma de decisiones.
- Sistemas de información administrativa (AIS - **Administrative Information Systems**): dan soporte a un espectro más amplio de tareas organizacionales, encontrándose a medio camino entre un DSS tradicional y una aplicación CRM (**Customer Relationship Management**) /ERP implantada en la misma organización.
- Sistemas de información ejecutiva (EIS - **Executive Information Systems**): constituyen el tipo de DSS que más se suele emplear en la BI, ya que proveen a los directivos de un acceso sencillo a información interna y externa de su organización, que es relevante para sus factores claves de éxito.
- Sistemas de apoyo a decisiones de grupo (GDSS – **Group Decision Support Systems**): son sistemas basados en computadoras que apoyan la realización de tareas entre grupos de personas con un objetivo común.

Un DSS es una herramienta de mucha utilidad en BI, enfocada al análisis de los datos de una organización a partir de diferentes variables de negocio. En principio, puede parecer que el análisis de datos es un proceso sencillo, y fácil de conseguir mediante una aplicación hecha a medida o un ERP (**Enterprise Resource Planning**) sofisticado. Sin embargo, estas aplicaciones suelen disponer de una serie de informes predefinidos en los que presentan la información de manera estática, pero no permiten profundizar en los datos, navegar entre ellos ni manejarlos desde distintas perspectivas, entre otras posibilidades.

Cohen [26] define a los DSS como: *“Los sistemas de apoyo a las decisiones son un conjunto de programas y herramientas que permiten obtener de manera oportuna la información que se requiere durante el proceso de la toma de decisiones que se desarrolla en un ambiente de incertidumbre...”*

su objetivo real es proporcionar la mayor cantidad de información relevante en el menor tiempo posible”.

Los DSS tienen como propósito fundamental apoyar y facilitar este proceso, a través de la obtención oportuna y confiable de información relevante [27]. Aunque este tipo de herramientas permite dar un valor agregado al proceso de toma de decisiones, no toma decisiones por el personal de la organización. Los DSS suelen requerir (aunque no es imprescindible) un motor subyacente, que facilite el análisis casi ilimitado de los datos para hallar las causas raíces de los problemas/particularidades de la organización. En las últimas décadas se ha constatado la conveniencia de desarrollar estos sistemas bajo la arquitectura cliente/servidor, con la utilización de tecnología Web por las ventajas que provee. Los DSS permiten resolver gran parte de las limitaciones de los programas de gestión de información [28].

A continuación se reflejan algunas de sus principales características:

- Conseguir las respuestas de aquellas preguntas que son claves para el desarrollo y éxito de una organización;
- Informes dinámicos, flexibles e interactivos, ofreciendo alta flexibilidad y brindando la información en el momento oportuno;
- Reunir, normalizar y centralizar toda la información de la empresa, en un almacén de datos, logrando que todas las decisiones estratégicas se basen en la misma información, y eliminando así las islas que suelen producirse por la falta de integración. El proceso de Extracción, Transformación y Carga de Datos (ETL - **Extraction, Transformation and Load**) previo a la implantación de un DSS garantiza la calidad y la integración de los datos entre los diferentes sistemas de la entidad;
- Rapidez en el tiempo de respuesta, ya que la base de datos subyacente suele ser un almacén de datos corporativo (DW – **Data Warehouse**) o un mercado de datos (DM – **Data Mart**). Tales bases de datos están optimizadas para el análisis de grandes volúmenes de información;
- Analizar la raíz de los problemas, explorando la información desde múltiples perspectivas en varios niveles de detalles;
- Cada usuario dispone de información adecuada a su perfil, no se trata de que todo el personal de la empresa tenga acceso a toda la información, sino a la que necesita para realizar su trabajo de una forma más eficiente;

- Aprender de errores pasados, brindando datos históricos relevantes, a fin de que una organización aprenda de su historia, de sus mejores prácticas, y que pueda evitar tropezar de nuevo con los mismos errores del pasado.

El sistema propuesto en esta investigación se enmarca en el grupo de los EIS. Este tipo de DSS está enfocado en las necesidades de información de los ejecutivos, permite un acceso sencillo a los datos de la organización, navegar entre ellos y manejarlos desde distintas perspectivas [26]. Un EIS permite conocer el estado actual de una entidad, dejando la proyección o visualización de la información para escenarios futuros en un plano secundario. La Figura 2 presentan algunas de las principales características de los EIS [26], [29], [30], para una mayor comprensión de la misma fueron identificadas las partes fundamentales de la figura.



Figura 2 Representación de un EIS. Fuente: elaboración propia

- Libre interacción con el sistema por parte de los directivos sin la necesidad de intervención de terceros (1);
- Diseño adecuado a las necesidades y particularidades de la dirección administrativa de la entidad; cada directivo obtiene la información que le corresponde en un formato específico (2);
- La usabilidad y consistencia de sus interfaces de usuario facilitan la interacción persona-ordenador (2);
- El acceso en línea de la información proporciona a los ejecutivos elementos que favorecen el proceso de toma de decisiones (3);

- Permiten la extracción (5) de información estratégica de los datos (4) y dar seguimiento a la misma (6).

Con el empleo de EIS, las organizaciones pueden alcanzar grandes mejoras en el desarrollo de sus procesos [26], [29], al disponer de:

1. Mejores reportes corporativos o divisionales, gracias a:
 - a. Mejoras en el proceso de recolección de la información. La dirección administrativa se dedica al análisis de información, no a su proceso de obtención.
 - b. Mejoras en la integridad de los datos. La información manejada por todos los directivos de la entidad proviene del mismo origen.
 - c. Mejoras en el proceso de obtención de la información. La dirección administrativa dispone de información más relevante en menor tiempo.
2. Mejoras en los procesos de planeación y pronóstico. Los directivos disponen de elementos informativos más sustanciales para tomar decisiones administrativas.
3. Habilidad de realizar análisis específicos sobre datos históricos almacenados en sus bases de datos. La información extraída posibilita al ejecutivo la flexibilidad de manipular información de acuerdo a sus necesidades.

De forma general, estos sistemas se caracterizan por ser implementados principalmente con una arquitectura cliente servidor y por tener una baja latencia de respuesta ante las peticiones de sus usuarios, gracias al medio de persistencia utilizado para almacenar sus datos.

1.3.2 Almacenamiento y representación de la información

La necesidad de sintetizar grandes volúmenes de datos para obtener información estratégica para la toma de decisiones, ha requerido la implementación de nuevas estructuras que proporcionen una mayor eficiencia en el almacenamiento y representación de los mismos. Para obtener una mejor presentación y análisis de la información surgen los DW [31].

Los DW son bases de datos (DB – **Data Bases**) de sólo lectura que sirven como soporte al proceso de toma de decisiones. Estos datos se encuentran organizados para permitir operaciones OLAP, más que para procesar transacciones en tiempo real, como ocurre en los sistemas de proceso de transacciones en línea (OLTP - **OnLine Transactional Processing**), cuyo fin es el análisis, la obtención de resúmenes e informes complejos y la extracción de conocimiento. La persistencia de

la información de una forma homogénea y fiable permite la consulta y el tratamiento jerarquizado de la misma.

Un DW es, ante todo, un repositorio de datos disponibles para desarrollar arquitecturas de BI y DSS, mediante la integración de múltiples fuentes de datos heterogéneas (en su gran mayoría). El término data warehousing representa el conjunto de actividades interrelacionadas involucradas en diseñar, implementar, y usar un DW. La Tabla 2 expone las principales diferencias existentes entre los sistemas OLTP y OLAP.

A pesar de las notables ventajas que proveen los DW al proceso de toma de decisiones, estos afrontan importantes barreras para su utilización en empresas de pequeño y mediano tamaño. Los DW son empleados principalmente para resolver problemas de análisis de grandes volúmenes de información, para organizaciones donde una pequeña diferencia en el valor de una variable puede significar una gran diferencia durante el proceso de toma de decisiones. Para minimizar riesgos y producir una primera entrega en tiempos razonables, han surgido las implementaciones restringidas de los DW, conocidas como DM.

Los DM son sistemas que recolectan los datos requeridos por un departamento específico de una compañía, con el propósito de realizar análisis de BI y apoyar la toma de decisiones. Por lo tanto, un DM puede ser considerado como un DW funcional o departamental de un tamaño más pequeño, y centrado en un tipo de información específica. Es decir, un DM contiene un subconjunto de los datos almacenados en el DW de la organización. Los DW y DM comparten el mismo framework tecnológico. Con el propósito de implementar aplicaciones de BI, algunas organizaciones escogen diseñar y desarrollar de forma incremental una serie de DM integrados en lugar de un DW central de datos, para reducir el tiempo de implementación y las incertidumbres conectadas con el proyecto [22].

El procesamiento analítico de los DW puede ser esencialmente de tres tipos:

- ROLAP (Relational OnLine Analytic Processing), implementa sobre tecnología relacional, pero disponen de algunas facilidades para mejorar el rendimiento. Los datos son almacenados evitando las agregaciones, y las tablas se encuentran desnormalizadas.
- MOLAP (Multidimensional OnLine Analytic Processing), almacena físicamente los datos en estructuras multidimensionales de manera que la representación externa y la interna coincidan.
- HOLAP (Hybrid OnLine Analytic Processing), constituye un sistema híbrido entre MOLAP y

ROLAP, que combina estas dos implementaciones para almacenar algunos datos en un motor relacional y otros en una base de datos multidimensional.

Características	OLTP	OLAP
volatilidad	datos dinámicos	datos estáticos
oportunidad	solo datos actuales	datos actuales e históricos
dimensión tiempo	implícito y actual	explícito y variante
granularidad	dato detallado	dato agregado y consolidado
actualización	continua e irregular	periódica y regular
actividades	repetitivas	imprevisibles
flexibilidad	baja	alta
desempeño	alto, pocos segundos por consulta	quizás pobre, para consultas complejas
usuarios	empleados	tomadores de decisiones
funciones	operacionales	analíticas
propósito de uso	transacciones	consultas complejas y soporte a decisiones
prioridad	alto desempeño	alta flexibilidad
métricas	tasas de transacciones	efectividad de respuesta
tamaño	megabytes hasta gigabytes	gigabytes hasta terabytes

Tabla 1 Diferencias entre los sistemas OLTP y OLAP. Fuente: [22]

Elementos de un modelo multidimensional

El diseño de DW y DM es basado en un paradigma multidimensional para la representación de los datos. Este modelo provee al menos dos ventajas: en el lado funcional, puede garantizar rápidos tiempos de respuesta aún al ejecutar consultas complejas; mientras en el lado lógico las dimensiones por naturaleza propician una buena correspondencia de criterios seguidos por los tomadores de decisiones en sus análisis [22].

Es ideal su utilización en los almacenes de datos, dadas las características de estos. Este tipo de diseño tiene como ventaja sobre el modelo entidad – relación, que es muy flexible, no está normalizado y orientado a los intereses de un usuario final, aunque esto trae consigo que puedan existir inconsistencias en los datos. Con la utilización de un modelo multidimensional se disminuye la cantidad de tablas y relaciones entre ellas, lo que agiliza el acceso a los datos [32]. La

representación multidimensional es basada en un esquema de estrella, que contiene dos tipos de tablas de datos:

- **Tablas de hechos:** contienen los datos cuantitativos (hechos) que serán utilizados por los analistas de negocio para apoyar el proceso de toma de decisiones. Este tipo de estructura posee llave compuesta, formada por la composición de las llaves primarias de las tablas dimensionales a las que está relacionada.
- **Tablas de dimensiones:** definen cómo están los datos (cualitativos) organizados lógicamente y proveen el medio para analizar el contexto del negocio. Estas tablas corresponden a las entidades almacenadas en el DW, en la mayoría de los casos se derivan de forma directa de las tablas almacenadas en los sistemas OLTP. Cada dimensión de la tabla es a menudo internamente estructurada según relaciones jerárquicas.

Un DW incluye varias tablas de hechos, interconectadas con tablas de dimensiones, conectadas a su vez con otras tablas de dimensiones.

Procesamiento Analítico en Línea

Para un uso más eficaz de los almacenes y mercados de datos en el análisis de datos en línea, se usa la tecnología de OLAP, que permite presentar a los usuarios la información de una forma intuitiva y natural, con lo que pueden ver y entender de forma sencilla la información de sus bases de datos y reconocer mejor su valor. Ello permite a los DSS proporcionar respuestas rápidas a consultas analíticas complejas e iterativas.

El OLAP entrega la información a los usuarios en forma de cubos multidimensionales, es decir, la información puede ser vista desde varias dimensiones; además, permite incluir nuevos campos con valores pre-calculados que no se realizarán en el momento de la solicitud, por lo que constituye una entrega optimizada. La facilidad de la navegación, más la velocidad con que se realiza ésta, permite al usuario ver y analizar la información más eficientemente.

OLAP es un componente clave en el proceso de data warehousing y los servicios proporcionan la funcionalidad esencial para una gran variedad de aplicaciones, que van desde reportes corporativos hasta soporte avanzado de decisiones [33].

Un análisis multidimensional de datos corporativos, que soporte los análisis del usuario y unas posibilidades de navegación para obtener la información deseada, es la principal característica de la funcionalidad de los sistemas OLAP.

1.4 Tecnologías y herramientas para el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en contextos académicos

Para el desarrollo de la presente investigación se realizó un análisis sobre las tendencias y tecnologías actuales en el desarrollo de software. A continuación se resumen las analizadas para el desarrollo de trabajo.

1.4.1 Metodologías y métodos de desarrollo de software

El proceso de desarrollo de software define un conjunto de filosofías, fases, procedimientos, reglas, técnicas, herramientas y documentación de actividades que guían los esfuerzos de las personas implicadas en un proyecto. La selección de la metodología o marco de trabajo correcto representa un paso fundamental para guiar el proceso de desarrollo de un software [34].

Para el desarrollo del sistema propuesto fueron estudiadas las principales metodologías y métodos de desarrollo de software utilizadas por la comunidad internacional. Como primer paso, se realizó un análisis comparativo de las principales fortalezas y debilidades de los modelos de desarrollo de software empleados en la actualidad, para determinar qué metodología o método de desarrollo resultaba más apropiado para la presente investigación. Se llegó a la conclusión de que los modelos Incremental y Espiral resultaban los más adecuados (ver Anexo 3). A partir de este resultado, se procedió a realizar un análisis de las metodologías y métodos de desarrollo de software que implementaran estos modelos y se adaptaran a las características requeridas por el proyecto: diseño e implementación rápido, retroalimentación con el usuario y equipo de desarrollo pequeño (desarrollador y cliente). A continuación se presentan algunas de las metodologías y métodos analizados:

Metodologías:

- Programación Extrema (XP - **Extreme Programming**): es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo [35], [36];
- Desarrollo de Software Adaptable (ASD - **Adaptive Software Development**): metodología iterativa, orientada a los componentes software más que a las tareas y tolerante a los cambios [37], [38];
- ICONIX: proceso relativamente pequeño al igual que XP, pero no descarta las etapas de

análisis y diseño. Utiliza el Lenguaje de Modelado Unificado (UML - Unified Modeling Language) en sus etapas, de modo que se pueden seguir los requerimientos y adaptarse a nuevos cambios [39], [40].

Métodos o marcos de trabajo:

- SCRUM: define un marco para la gestión de proyectos y está especialmente indicada para proyectos con un rápido cambio de requisitos. SCRUM es un marco de trabajo de desarrollo adaptativo, iterativo e incremental, orientado a las personas. El desarrollo de software se realiza mediante iteraciones, denominadas sprints y reuniones a lo largo del proyecto para coordinación e integración [41], [35], [42], [43];
- KANBAN: es una aproximación a la gestión del cambio. No es un proceso de desarrollo de software o de gestión de proyectos, simplemente es una aproximación a la introducción de cambios en el ciclo de vida de desarrollo de software o metodología de gestión de proyectos ya existente [44], [45], [46].

En su totalidad, las metodologías y métodos analizados se clasifican dentro del grupo de ágiles [38], [43], [38], que se caracterizan por tener una alta simplicidad, velocidad de desarrollo y carácter adaptativo. En un modelo adaptativo el objetivo es dar al producto el mayor valor posible de forma constante. Se tomó en consideración el estudio de este grupo, respecto a las metodologías tradicionales basadas en un modelo predictivo (MetVisualE, Métrica, RUP¹), por las siguientes características implicadas en el proceso de desarrollo del software propuesto:

- incremental (versiones de software pequeñas, con ciclos rápidos),
- cooperativo (retroalimentación constante entre desarrolladores y clientes),
- straightforward (facilidad de aprendizaje y buena documentación),
- adaptable (habilidad de realizar cambios de último momento).

Luego de analizadas las principales características de las metodologías y métodos estudiados (ver Anexo 4), así como cuánto se ajustaban a las necesidades de desarrollo, documentación del sistema y equipo de desarrollo (una persona), se decidió adoptar el empleo de los métodos SCRUM y KANBAN de forma conjunta.

¹ RUP - Rational Unified Process

Métodos de desarrollo seleccionado para guiar la presente investigación

SCRUM y KANBAN son métodos adaptativos que siguen los principios de desarrollo ágiles y lean² [43] de anticipación y la adaptación; diferentes a los de la gestión de proyectos tradicional: planificación y control para evitar desviaciones sobre el plan. Al estar basados en un modelo adaptativo, estos métodos permiten disponer en el menor tiempo posible un producto o servicio de valor para el cliente, y mantener éste en evolución continua para aumentar sus funcionalidades, o al menos mantenerlo [47]. Estas características han propiciado su empleo en compañías tales como Microsoft, Google, Yahoo!, Lockheed Martin, Motorola, Cisco, entre otros. A continuación se presentan las principales características que incidieron en la selección de estos métodos:

- Ambos son ágiles y lean
- Emplean sistemas de planificación de tipo pull
- Establecen límites del trabajo en proceso
- La visibilidad del proceso es la base de su mejora
- Tienen como objetivo la entrega temprana y frecuente de software
- Trabajo en equipos auto-organizados
- Ambos necesitan la división del trabajo en partes.
- El plan del producto es revisado y mejorado de forma continua en base a datos empíricos (velocidad / tiempo de entrega)

Como cualquier herramienta, SCRUM y KANBAN no son ni perfectas ni completas, además, establecen un conjunto de restricciones y directrices que deben cumplirse para su uso (ver Anexo 5). En este sentido, dadas las características del sistema a desarrollar (EIS) y la composición del equipo de desarrollo (una persona), se realizó una selección de las restricciones y directrices a seguir, así como la hibridación de otras para tomar lo mejor de ambos métodos (ver Anexo 8).

La selección del tiempo de duración de los sprints y el número de historias a incluir en estos, fueron dos aspectos fundamentales durante la fase de selección y fusión de las características de los métodos de desarrollo seleccionados. Para determinar los valores de estos últimos se tomó como referencia el trabajo presentado por Kniberg [42], quien utilizó el cálculo de los recursos disponibles para el sprint mediante el empleo de las siguientes fórmulas:

² Lean: término empleado para referirse al Sistema de Producción Toyota (TPS), método de manufactura empleado por la compañía Japonesa.

$$V_E = DH_D \times F_D \text{ (Fórmula 1)}$$

donde:

$V_E =$ *velocidad estimada*

$DH_D =$ *días – hombre disponibles*

$F_D =$ *factor de dedicación*

Para el cálculo de V_E se tuvieron en consideración las características particulares del equipo de desarrollo y el factor de dedicación, siendo este último un parámetro crítico y decisivo para realizar esta estimación, producto a las condiciones de desarrollo del producto (un desarrollador a tiempo parcial).

$$DH_D = H_D \times D_D \text{ (Fórmula 2)}$$

donde:

$H_D =$ *hombres disponibles*

$D_D =$ *días disponibles*

El factor de dedicación es una estimación del grado de concentración de que dispondrá el equipo para el desarrollo del sprint. Para determinar este valor se realizó un estudio del factor de dedicación del equipo en los últimos sprints del último proyecto realizado, mediante la siguiente fórmula:

$$F_D = V_R / H_D \text{ [42] (Fórmula 3)}$$

donde:

$V_R =$ *velocidad real*

$H_D =$ *hombres disponibles*

La velocidad real es el promedio de las estimaciones iniciales que se completaron por sprints en el último proyecto.

La evaluación del software propuesto se realizó durante todo el proceso de desarrollo mediante una estrecha comunicación entre el equipo de desarrollo y el cliente, facilitando la valoración sistemática del software durante cada iteración (una semana). Para determinar la calidad de cada uno de los

sprints se realizó el procesamiento de las evaluaciones realizadas por el cliente por cada una de las funcionalidades (requerimientos) incluidos en el sprint, mediante la siguiente fórmula:

$$CS_j = \sum_{i=1}^n PH_i (GSR_i - GSE_i) \text{ (Fórmula 4)}$$

$$CS_j \geq 0 \text{ Buena, } CS_j < 0 \text{ Mala}$$

donde:

$CS_j =$ Calidad del sprint j

$PH_i =$ Importancia o ponderación de la funcionalidad i dada por el cliente

$GSR_i =$ Grado de satisfacción real del cliente con el resultado de la funcionalidad i

$GSE_i =$ Grado de satisfacción esperado del cliente con el resultado de la funcionalidad i

Este proceso culmina con la representación de los resultados obtenidos por parte del equipo mediante diferentes gráficos que facilitan su análisis. La retroalimentación continua entre el desarrollador y el cliente del sistema permite dar un seguimiento de la evolución del software y evaluar de forma continua en qué grado se cumplieron los requerimientos del cliente, tomando como base un factor de satisfacción previo establecido por éste.

1.4.2 Arquitectura orientada a servicios

El desarrollo tecnológico y la evolución de las tecnologías de la información (IT – Information Technologies) en los últimos años han propiciado la optimización de los procesos de negocios de las organizaciones, aumentando su competitividad y crecimiento. Este desarrollo ha posibilitado la integración de aplicaciones de diversas áreas funcionales de una organización, con el objetivo de presentar la información extraída de los sistemas OLTP de una forma coherente y sistemática, que posibilite el proceso de toma de decisiones por parte de los directivos de la institución. La integración de diferentes sistemas (heterogéneos) de una organización ha sido posible mediante el uso de la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA - Service Oriented Architecture) [48], [49], [50].

SOA se basa en la utilización de un conjunto de servicios para dar soporte a los requisitos de negocio de las organizaciones. Permite el desarrollo de aplicaciones dinámicas que facilitan la obtención de información estratégica fundamental para el crecimiento y la competitividad de la entidad [48]. A continuación se presentan algunos de los beneficios de las soluciones SOA desde la perspectiva empresarial:

- Apoyo a la toma de decisiones: los directivos de las organizaciones disponen de información estratégica, gracias a la integración de la información del negocio mediante servicios;
- Incremento de la productividad: el rápido acceso a la información permite aumentar la productividad individual de los empleados;
- Potencia la retroalimentación entre clientes y proveedores: facilita el proceso de comunicación gracias a la integración de información de diferentes sistemas de una forma más sencilla.

Por otra parte, la orientación a servicios supone un marco conceptual mediante el cual se puede simplificar la creación y mantenimiento de sistemas, aplicaciones integradas, y una fórmula para alinear los recursos de IT con el modelo de negocio y las necesidades de cambio que le afectan.

- Productividad y flexibilidad: la estrategia de orientación a servicios permite obtener una mayor productividad de los recursos de IT existentes. Además, promueven el desarrollo de aplicaciones que ofrecen capacidades avanzadas y multifuncionales para las organizaciones con independencia de las plataformas y lenguajes de programación que soportan los procesos;
- Desarrollo rápido y económico: el desarrollo de software como servicios (SaaS³) facilita la creación de un repositorio de servicios reutilizables, que pueden ser combinados para satisfacer las necesidades de información de cada directivo, en correspondencia a su grado de responsabilidad. Esto permite reducir el costo del ciclo de desarrollo del software, eliminar redundancias en el código y obtener un producto acabado en un menor tiempo;
- Seguridad y adaptabilidad: las soluciones orientadas a servicios proporcionan una infraestructura común para desarrollar servicios seguros, predecibles y gestionables. Esta arquitectura facilita la posibilidad de incorporar nuevos servicios y funcionalidades para gestionar nuevos procesos de negocio de la organización.

Por otra parte, se conoce como análisis y diseño orientado a servicios a la metodología que permite modelar y diseñar aplicaciones SOA. Esta arquitectura se emplea como marco de trabajo para el desarrollo de software, así como un marco de trabajo de implementación. SOA se basa en el principio de Proveedor-Consumidor, donde el primero brinda un servicio en respuesta a una llamada o petición desde un consumidor, y el segundo consume el resultado del servicio provisto por un

³ SaaS - Software As A Service

proveedor [48]. El principio de su concepción resulta la principal diferencia de SOA con otras arquitecturas o paradigmas de desarrollo de software (Orientado a Objetos), la misma se construye sobre la base de un conjunto de servicios con un alto grado de interoperabilidad y un bajo grado de acoplamiento.

Los servicios Web son componentes de software que permiten a los usuarios usar aplicaciones de negocio que comparten datos con otros programas modulares, a través de Internet o una Intranet. Son aplicaciones independientes de la plataforma que pueden ser fácilmente publicadas, localizadas e invocadas mediante protocolos Web estándar, como:

- **Hypertext Transfer Protocol** (HTTP) es el protocolo de bajo nivel usado en Internet e Intranets;
- **eXtensible Markup Language** (XML): es usado como formato general para describir modelos, formatos, y tipos de datos. Todos los servicios Web son basados en XML, XSD ⁴ y XML namespaces.

Estos dos estándares generales existían antes del surgimiento de los servicios Web y fueron utilizados para desarrollar las primeras propuestas de éstos en la segunda mitad de la década del 90. Luego surgieron nuevos estándares específicos para la implementación de servicios Web como:

- **Web Services Description Language** (WSDL): utilizado para describir interfaces de servicio, es decir, se encarga de describir el servicio Web cuando éste es publicado;
- **Universal Description, Discovery and Integration** (UDDI): estándar para manejar servicios Web (publicación y localización de los servicios);
- **Simple Object Access Protocol** (SOAP): estándar que define el protocolo del servicio Web. Mientras HTTP(S) es el protocolo de bajo nivel, SOAP es el formato específico para intercambiar datos de servicios Web sobre este protocolo;
- **REpresentational State Transfer** (REST): estándar de arquitectura software para sistemas hipermedia distribuidos, permite describir interfaz Web de una forma simple mediante el uso XML y HTTP, sin las complejidades de los protocolos basados en patrones de intercambio de mensajes como SOAP y WSDL.

En la actualidad, REST y SOAP se encuentran entre los estándares más empleados por el mundo empresarial, determinando su utilización de acuerdo a las necesidades y requerimientos de los servicios a implementar [51]. La simplicidad de uso han convertido a REST en el principal candidato

⁴ XSD - **XML Schema Definition**

para la implementación de servicios Web, siendo utilizado por compañías como: Facebook, Twitter, Microsoft, Yahoo!, Amazon, eBay, entre otros. La Tabla 2 muestra las principales diferencias existentes entre los estándares REST y SOAP.

	REST	SOAP
Formato del mensaje	XML	XML dentro de una envoltura SOAP
Interfaz de definición	ninguna	WSDL
Transporte	HTTP	HTTP, FTP, MIME, JMS, SMTP, etc.
Complejidad de implementación	baja	alta

Tabla 2 REST vs SOAP. Fuente: elaboración propia

Tomando como partida lo reflejado en este sub-epígrafe, se valoró durante el proceso de selección de la herramienta de BI a utilizar para el desarrollo del sistema propuesto, su capacidad para dar soporte una arquitectura de software orientada a servicios.

1.4.3 Tecnologías de Código Abierto para la Inteligencia de Negocio

La aparición de los paradigmas de Software Libre y Código Abierto (**FLOSS – Free/Libre and Open Source Software**) siempre ha generado controversia en el mundo informático. FLOSS se denomina a un tipo de software patentado que permite a sus usuarios estudiar, modificar y mejorar su diseño mediante la disponibilidad de su código fuente. Aunque comparten modelos de desarrollo análogos, estos paradigmas presentan diferencias en sus aspectos filosóficos (ver Anexo 6). Por una parte, el software libre se enfoca en las libertades filosóficas que les otorga a los usuarios, mientras que el software de código abierto se enfoca en las ventajas de su modelo de desarrollo.

El paradigma FLOSS ha contribuido a polarizar más el mercado de herramientas informáticas en segmentos tales como las compañías ya consolidadas (Microsoft, Oracle, Apple) y las PYMEs. En estas últimas, las necesidades del software libre es más latente y sus demandas han propiciado la aparición de productos de alta competencia para ofrecer soluciones a una amplia gama de necesidades. La empresa común no está dispuesta a aventurarse a la adquisición de un producto BI cuando el costo del software puede superar el costo del hardware, por lo que la opción del FLOSS puede desempeñar un rol decisivo en la toma de decisiones, a la hora de emprender el rumbo de una compañía [52].

La selección de la herramienta de BI a emplear para el desarrollo de la presente investigación tuvo como base un amplio estudio de sus características y el tipo de licencia de software sobre la cual se distribuye, para determinar la más adecuada acorde con los requerimientos del sistema. Se

prestó especial atención al tipo de licencia de software, ya que ésta establece los términos y condiciones para la utilización del programa informático, siendo éste un factor clave para el proceso de selección.

La Tabla 3 muestra las principales características de algunas de las soluciones de BI (Community Version) más destacadas en el mundo del código abierto analizadas.

Herramienta	Integración de datos	Análisis	Reportes	Dashboards	Licencia
Pentaho [53]	x	x	x		GLP ⁵
Jaspersoft [54]	x	x	x		LGPL ⁶
SpagoBI [55], [56]	x	x	x	x	MPL2 ⁷

Tabla 3 Cuadro comparativo de tecnologías. Fuente: elaboración propia

Para realizar el proceso de selección de la solución de BI más apropiada para el desarrollo de aplicación propuesta, se seleccionó el “Método multicriterio de apoyo a la toma de decisiones por Puntuación (Scoring)” [57], [58]. Este método proporciona una manera rápida y sencilla para identificar la mejor alternativa en un problema de decisión multicriterio, además ha sido empleado por desarrolladores en investigaciones similares [52].

Luego de transitadas las etapas propuestas por el método antes planteado y efectuado el modelo para el cálculo de la puntuación (ver Anexo 1), se obtuvo como resultado que la solución BI “SpagoBI” obtiene la ponderación más alta de $S=72$ (ver Anexo 2), y por lo tanto representa la mejor alternativa para el desarrollo del sistema. La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos al aplicar el método de scoring.

Criterios	Ponderación (W_i)	Pentaho (r_{i1})	Jaspersoft (r_{i2})	SpagoBI (r_{i3})
Integración de datos	3	5	4	4
Análisis	4	4	5	5
Reportes	4	4	4	5
Dashboard	4	3	1	5
Puntuación $S(j)$		59	52	72

Tabla 4 Resultados de la aplicación del Método Multicriterio. Fuente: elaboración propia

⁵ GPL - General Public License

⁶ LGPL - Lesser General Public License

⁷ MPL2 - Mozilla Public License

Suite SpagoBI

Es una suite de BI 100% de código abierto, completa y flexible que abarca todas las áreas de la BI con soluciones innovadoras, provee a los usuarios (desarrolladores, evaluadores y administradores) un conjunto de herramientas (motores analíticos, servicios) para su trabajo diario. Desarrollado por la compañía italiana Engineering Group, Spago ha sido implementado sobre el principio “the right tools for the right user” para maximizar la efectividad del análisis de datos. Además, su arquitectura ha sido diseñada para obtener de forma balanceada la flexibilidad de los proyectos de código abierto y la calidad de las soluciones empresariales.

SpagoBI es liberado bajo la licencia MPL versión 2 la cual garantiza que éste sea 100% de código abierto por siempre, al proteger la libertad de su código y permitir su uso comercial, como resultado del desarrollo de modelos de negocios propios del ecosistema de sus usuarios. Esta característica de “puro código abierto” y el conjunto de funcionalidades de BI ofrecidas, incidieron significativamente en el proceso de selección de la suite de BI a emplear, respecto a las otras suites analizadas (Pentaho, JasperSoft) que poseen una licencia dual para sus productos, es decir una versión empresarial (proprietary) y otra libre (community).

Arquitectura Modular de SpagoBI

SpagoBI está basado en una arquitectura modular sustentada en cinco módulos principales como se aprecia en la Figura 3.

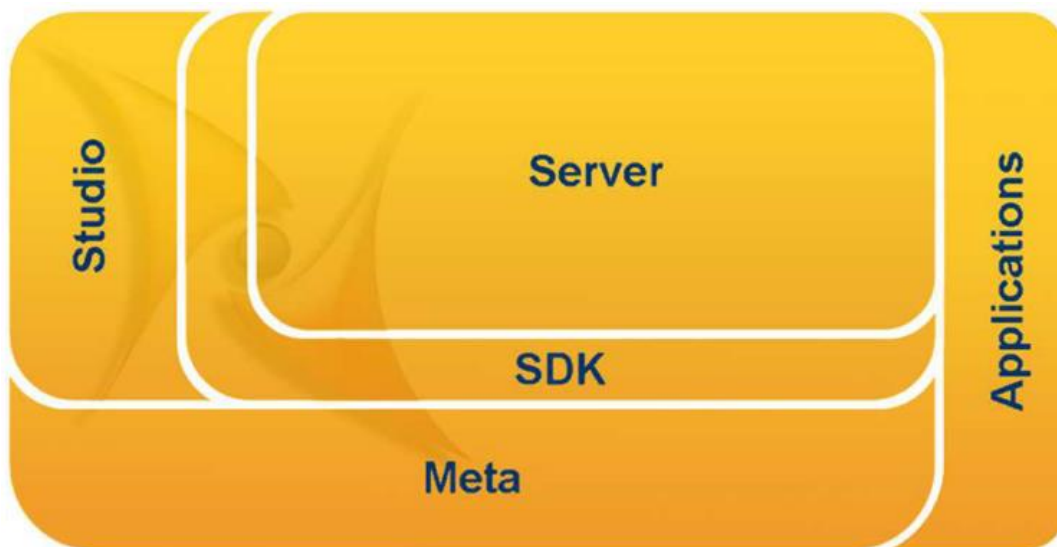


Figura 3 Principales módulos de la suite SpagoBI. Fuente: [56]



SpagoBI Server: núcleo de la suite que ofrece todas las funcionalidades principales y analíticas;



SpagoBI Meta: entorno para definir y administrar los modelos de negocio y metadatos⁸;



SpagoBI Studio: entorno de desarrollo;



SpagoBI SDK: capa de integración que permite a herramientas y aplicaciones externas interactuar con SpagoBI Server;



SpagoBI Applications: colección de modelos verticales enfocados sobre un dominio particular de negocios.

A continuación se realiza una descripción más profunda de las herramientas de la suite utilizadas en la investigación.

SpagoBI Server: aplicación Web de BI que unifica el acceso por parte de los usuarios finales a funcionalidades tales como:

- Reportes: desarrollo de reportes estructurados, exportables en varios formatos;
- Análisis Multidimensional: navegación de datos a través de jerarquías y dimensiones;
- Gráficos: componentes gráficos e interactivos;
- Minería de Datos: modelos y algoritmos para encontrar patrones de información ocultos en grandes volúmenes de datos;
- Free Inquiry (QbE): permite la construcción gráfica de consultas y creación de formas de selección personalizadas conducidas por datos;
- Filtrado de Datos (Smart Filter): permite la creación dinámica de formularios de búsquedas, sobre los dominios de datos predefinidos;
- Ad hoc reporting (Worksheet): permite al usuario final la construcción de nuevos análisis datos de forma dinámica;
- Localización Inteligente: permite establecer una correlación entre datos geográficos y datos de negocio;
- Real-time: permite la construcción de Dashboards y Consolas para monitorear eventos en tiempo real y actividades sobre los datos;
- Cockpits Interactivos: permite agregar varios documentos en una sola vista, para mejorar la usabilidad y acceso de los mismos;

⁸ Metadatos – En el dominio de BI significa datos utilizados para describir y enriquecer los datos originales [56].

- **KPI (Key Performance Indicator):** permite la creación, administración, visualización y exploración de modelos jerárquicos KPI;
- **Office automation:** publicación de documentos personales en entornos de BI;
- **ETL:** provee de un mecanismo para la extracción, transformación y carga de datos, incluyendo la migración de datos para/desde sistemas operacionales;
- **Herramientas Colaborativas:** facilita la organización de bitácoras con comentarios y notas;
- **Procesamiento Externo:** facilita la interacción bidireccional con sistemas operacionales y/o externos;
- **Master data:** administración manual de datos.

Desde el punto de vista tecnológico SpagoBI es una aplicación Web desplegada en un servidor de aplicaciones JEE⁹ tal como: Tomcat, JBoss, WebSphere, etc. Puede ejecutarse en cualquier sistema operativo que soporte JVM¹⁰ 1.5 o superior y trabajar con repositorios de datos privados publicados en Sistemas Gestores de Bases Datos (DBMS - DataBases Management Systems) tales como: MySQL, PostgreSQL, Oracle, Ingres, HSQL. Posee una buena compatibilidad con los navegadores Web actuales (Internet Explorer, Firefox, Opera, Safari) y Puede ser integrado en portales Web como: Liferay, eXo, WebSphere [56].

SpagoBI Studio: entorno gráfico basado en la plataforma Eclipse¹¹ para desarrollar, probar y desplegar documentos analíticos (Reportes, Gráficos, Dashboard) en uno o más servidores SpagoBI.

SpagoBI Meta: entorno gráfico basado en la plataforma Eclipse¹² para desarrollar modelos de negocio (capa semántica) y desplegarlos en servidores SpagoBI. Esta aplicación permite la exploración de modelos de negocios antes de diseñar un modelo analítico.

SpagoBI SDK: colección de servicios Web, indicadores (tags) y API ¹³JavaScript que permiten la interacción e integración del servidor de SpagoBI con otras aplicaciones.

⁹ JEE - Java Enterprise Edition

¹⁰ JVM – Java Virtual Machine

¹¹ <http://www.eclipse.org>

¹² <http://www.eclipse.org>

¹³ API – Application Programming Interface

SpagoBI Applications: representa las aplicaciones desarrolladas sobre SpagoBI las cuales pueden ser instaladas por el administrador. Una aplicación de SpagoBI se compone en la mayoría de los casos de: un Modelo de Datos, Datos o un proceso ETL para la carga de datos desde fuentes personalizadas, y Documentos Analíticos (reportes, gráficos, cockpits, etc.).

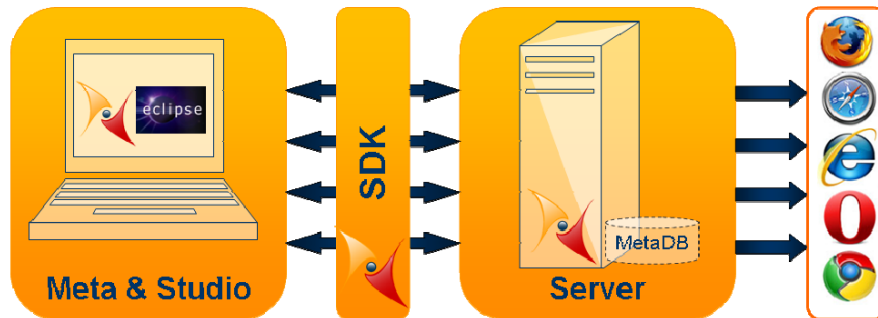


Figura 4 Interacción entre los principales módulos de SpagoBI. Fuente: [56]

La Figura 4 representa cómo se produce la interacción entre los módulos de SpagoBI. En este ejemplo se evidencia cómo el módulo SpagoBI Server es el único módulo que ofrece un entorno Web para ejecutar los diferentes tipos de análisis al usuario. Además, cómo el SDK permite la interacción de los módulos Meta & Studio, principalmente para acciones como autenticación y enviar o recibir modelos de datos, documentos analíticos o conjuntos de datos.

1.5 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se ofreció una visión de los principales conceptos relacionados con el objeto de estudio. Se describieron los fundamentos teóricos en los cuales se sustenta la gestión de ASP. Se detectaron las principales deficiencias en el sistema de información de las ASP en la UHOLM, lo que favoreció el proceso de captura de los requisitos funcionales del sistema propuesto. Se abordaron temas relacionados con la metodología de desarrollo de software, tecnologías y herramientas para el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en contextos académicos. A continuación se presentan los principales aspectos abordados en capítulo:

1. Las deficiencias detectadas en el sistema de información de las ASP que se desarrollan en la UHOLM demuestran que existe falta de planificación, organización y control en la gestión de las mismas;
2. Conforme a las necesidades que existen en el proceso de gestión de las ASP, el sistema a desarrollar se puede clasificar como un sistema de información para ejecutivos;

3. La tecnología SaaS provee un marco adecuado para la construcción del sistema propuesto y su futura integración con otros sistemas;
4. El empleo de la suite SpagoBI permite alcanzar mayor productividad por parte del desarrollador, así como obtener una aplicación con una interfaz caracterizada por su usabilidad y flexibilidad, que satisfaga las necesidades particulares de cada directivo;
5. La combinación de los métodos de desarrollo de software SCRUM y KANBAN permite diseñar, implementar y evaluar el sistema propuesto de forma sistemática, gracias a la naturaleza adaptativa, iterativa e incremental de los mismos; además de facilitar el proceso de retroalimentación entre el desarrollador y el cliente.

Capítulo 2

DESARROLLO DEL SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES PARA LA GESTIÓN DE ACTIVIDADES DE SUPERACIÓN PROFESIONAL

En el capítulo se expone el trabajo realizado para el desarrollo del sistema informático propuesto **Académico** guiado por la combinación de los métodos de desarrollo SCRUM y KANBAN. Se describe la arquitectura modular del sistema y los resultados obtenidos en las evaluaciones sistemáticas realizadas. El capítulo culmina con la valoración de los resultados alcanzados durante las evaluaciones realizadas y las principales conclusiones obtenidas con el desarrollo del producto informático.

2.1 Desarrollo del sistema **Académico**

A continuación se describen las actividades realizadas en el desarrollo del sistema **Académico**, para lo cual se siguió el conjunto de reglas resultante (ver Anexo 9) de la combinación de los métodos ágiles SCRUM y KANBAN. Mediante el empleo de los artefactos que proveen estos métodos se desarrollaron las cinco etapas del ciclo de vida del modelo de desarrollo ágil: concepto, especulación, exploración, revisión, cierre [47]. Además, se tuvieron en cuenta las características técnicas de software/hardware de las aplicaciones Web y sistemas de información para ejecutivos, para el diseño e implementación del sistema propuesto.

2.1.1 Pilas de productos

El modelo de desarrollo ágil establece como primera fase dentro del ciclo de vida de un software la creación de una visión del producto o servicio que se desea obtener. En esta fase se confecciona la pila de productos o listado de funcionalidades a implementar, y se determina el equipo de trabajo.

La Pila de Productos constituye el núcleo de SCRUM y KANBAN. Ésta es, básicamente, una lista priorizada de requisitos/historias/funcionalidades, que se corresponde a las necesidades que el dueño del producto (cliente) desea ver implementadas en el sistema, descritas usando la terminología del cliente. La implementación de la misma se lleva a cabo mediante el uso de una electrónica de cálculo, la determinación de los campos a incluir en la pila de productos o historias estuvo en correspondencia con la bibliografía consultada y los resultados obtenidos en las experimentaciones realizadas por la comunidad internacional [42], [43], [44]. A continuación se presentan los campos incluidos en la pila de productos.

- **ID** – número auto-incremental que funciona como un identificador único, garantiza no perder la traza de las historias cuando se produce un cambio de nombre de las mismas.
- **Nombre** – descripción corta de la historia lo suficientemente clara para que el cliente comprenda su significado, así como para distinguirla de las otras historias (2 a 10 palabras).
- **Importancia** – índice de importancia (valor de ponderación) que el cliente da una historia. Por ejemplo, 10 o 150. Más alto = Más importante.
- **Estimación inicial** –valoración inicial del equipo (un desarrollador) acerca de cuánto trabajo es necesario para implementar la historia, comparada con otras historias. La unidad son “puntos de historia” y se corresponde a “días-persona ideales”.
- **Comprobación** – descripción a alto nivel de cómo se demostrará esta historia en el Demo al final del sprint;
- **Nivel** – representa una categorización básica de la historia que especifica el nivel del área a la que está destinada, por ejemplo: “Vicerrectoría”, “Facultad” o “Departamento/Centro de Estudio”. De esta manera, el cliente puede filtrar fácilmente “Vicerrectoría” y realizar las acciones deseadas;
- **Notas** – cualquier otra información, clarificación, referencia a otras fuentes de información.

La Tabla 5 representa una porción de la Pila de Productos desarrollada para la implementación de **Académico**, la versión completa puede ser consultada en el Anexo 9. Para facilitar su visibilidad, algunos de los nombres de los campos son presentados con contracciones léxicas.

A diferencia de un documento de requisitos del sistema, la pila de productos nunca se da por completa; está en continuo crecimiento y evolución para reflejar los cambios de las necesidades del cliente, nuevas ideas, dificultades técnicas, etc. Los elementos de la Pila de Producto pueden variar significativamente en tamaño y esfuerzo. Aquellos que requieran un mayor esfuerzo son divididos en partes más pequeñas durante el taller de refinamiento de la Pila de Producto o la Reunión de Planificación del sprint, y los elementos pequeños pueden ser combinados [42], [44], [59].

ID	Nombre	Imp.	E. I.	Comprobación	Nivel	Notas
...
15	Cantidad de cursos solicitados por empresas y % de cumplimiento por parte de ellos (matrícula real)	78	7	Matricular un nuevo estudiante de la empresa X en un curso Y, y comprobar que el resultado de la historia se haya actualizado	Vicerrectoría, Facultad	-
	Cantidad de estudiantes matriculados en un año por las diferentes actividades de superación profesional, por sexo, cuántos son profesores a tiempo parcial, cuántos a tiempo completo	70	8	Matricular un nuevo estudiante de cada sexo en un curso Y, y comprobar que el resultado de la historia se haya actualizado	Vicerrectoría, Facultad	
...

Tabla 5 Muestra de la pila de productos de Académico

2.1.2 Planificación de Sprints

Una vez confeccionada la pila de productos y establecidos los índices de importancia de cada una de las historias, se procede a realizar la planificación del sprint. El propósito de esta actividad es proporcionar al equipo suficiente información para trabajar en un período determinado, y para ofrecer al cliente suficiente confianza como para permitirse [42].

Esta actividad se divide en dos partes fundamentales, la primera establece los elementos de la Pila de Productos que el cliente está interesado en implementar y la meta del sprint. Además, de llegar a un acuerdo sobre la fecha del lanzamiento del Demo del sprint. La segunda fase de esta reunión se centra en la selección de las historias que el equipo decide comprometer para el final del sprint, así como la planificación detallada de las tareas a desarrollar para implementar dichas historias [42], [44], [46]. La selección de las historias está dada por el orden de importancia asignado por el cliente y el tiempo establecido para la duración del sprint (una semana).

La selección del tiempo de duración de los sprints y el número de historias a incluir en estos se determinó mediante el cálculo de los recursos disponibles para el sprint mediante el empleo de la Fórmula 1, la que arrojó el siguiente resultado:

$$V_E = DH_D \times F_D$$

$$V_E = 6 \times 4 = 24 \text{ puntos historia (ph)}$$

La velocidad estimada para el primer Sprint fue de 24 *ph*, lo que significó que el equipo tuvo que añadir historias al sprint hasta que sumara aproximadamente 24. Para los sucesivos cálculos de

V_E siempre se tuvo en cuenta el factor de dedicación y la velocidad real del último sprint, y se procedió a realizar el mismo proceso.

La parte final de la planificación del sprint consiste en realizar una segmentación en tareas de las historias seleccionadas para lograr una correcta implementación de las mismas. Para esta última parte se empleó un tablero para visualizar el flujo de trabajo del equipo, donde cada una de las tareas se representó mediante anotaciones (post-it).

La Figura 5 muestra una imagen del día inicial de primer sprint de **Académico**. Como se puede observar, el tablero de tareas se encuentra dividido en varias columnas, cada una de las cuales representa el estado actual de cada una de las historias de la Pila de Productos. Mediante esta vía se dio cumplimiento a las únicas normas que impone KANBAN: visualizar el flujo de trabajo (1) y limitar el trabajo en progreso (2).



Figura 5 Tablero de tareas el 1er día del Sprint inicial.

2.1.3 Evaluación de sprints

La evaluación/revisión o simplemente Demo de cada sprint, representa una actividad importante para evaluar los resultados obtenidos en el sprint. Esta actividad se caracteriza por proveer una fuerte retroalimentación entre el cliente y el equipo de desarrollo, así como un gran impulso para acabar completamente las funcionalidades del sistema y entregarlas.

Luego de concluido cada sprint (1 semana), el equipo de desarrollo presenta al cliente el resultado de las funcionalidades comprometidas para el sprint (demo). Este momento propicia un intercambio

de ideas y opiniones entre ambas partes, que permiten de una forma iterativa mejorar el proceso de desarrollo del sistema. Una vez presentado el demo, el equipo de desarrollo solicita al cliente evaluar los resultados obtenidos (ver Tabla 6), teniendo en cuenta el grado de satisfacción deseado de cada elemento de la pila del sprint, asignado previamente durante la planeación (ver Tabla 5) del mismo. Una vez concluida la recolección de las evaluaciones finales por cada una de las funcionalidades implementadas en el sprint, se realiza un análisis de éstas para determinar en qué grado o porcentaje (calidad) fueron satisfechas las necesidades del cliente. Este resultado, junto a las nuevas ideas generadas durante el proceso de retroalimentación del demo, permite al equipo de desarrollo trazar nuevas estrategias para mejorar los resultados de los próximos sprints.

ID	Historias	PH	GSE	GSR	...
...
5	Cantidad de cursos solicitados por empresas y % de cumplimiento por parte de ellos (matrícula real)	78	7	8	...
6	Relación de empresas que piden años tras años los mismos cursos, con nivel de cumplimiento por parte de ellos (matrícula real que termina)	75	8	7	...
7	Cantidad de cursos solicitados por empresas en un año a los que no se da respuesta porque no llegan a 10 las personas solicitantes	73	8	8	...
8	Cantidad de cursos solicitados en un año por una sola empresa, aunque sea para 10 o más personas	70	7	8	...
9	Relación de empresas que piden años tras años los mismos cursos, con nivel de cumplimiento por parte de ellos (matrícula real que termina)	66	7	8	...
10	Cantidad de estudiantes matriculados en un año por las diferentes actividades de superación profesional, por sexo, cuántos son profesores a tiempo parcial, cuántos a tiempo completo	63	7	8	...
...

Tabla 6 Evaluación de resultados del sprint

La Tabla 6 muestra un ejemplo de la pila de productos de un sprint, la cual incluye tres columnas claves para el proceso de evaluación del sprint:

- **Importancia (PH)** – índice de importancia o ponderación que el cliente da a una historia o funcionalidad del sistema;
- **Grado de satisfacción esperado (GSE)** – índice de satisfacción mínimo que el cliente espera del resultado final de una historia. Este campo permitirá al equipo evaluar el grado en que el mismo cumplió con las expectativas del cliente para una historia. Este valor estará dado en una escala de 1 a 10 puntos;

- **Grado de satisfacción real (GSR)** – índice de satisfacción otorgado por el cliente al resultado final de una historia o requerimiento.

Para determinar la calidad de cada uno de los sprints se realizó el procesamiento de las evaluaciones realizadas por el cliente por cada una de las funcionalidades (requerimientos) incluidos en el sprint, mediante el empleo de la Fórmula 4. Una vez realizada la prueba de calidad de cada sprint, se graficaron los resultados obtenidos por parte del equipo de desarrollo para facilitar su análisis. La Figura 6 muestra un ejemplo de una gráfica de resultados de un sprint.

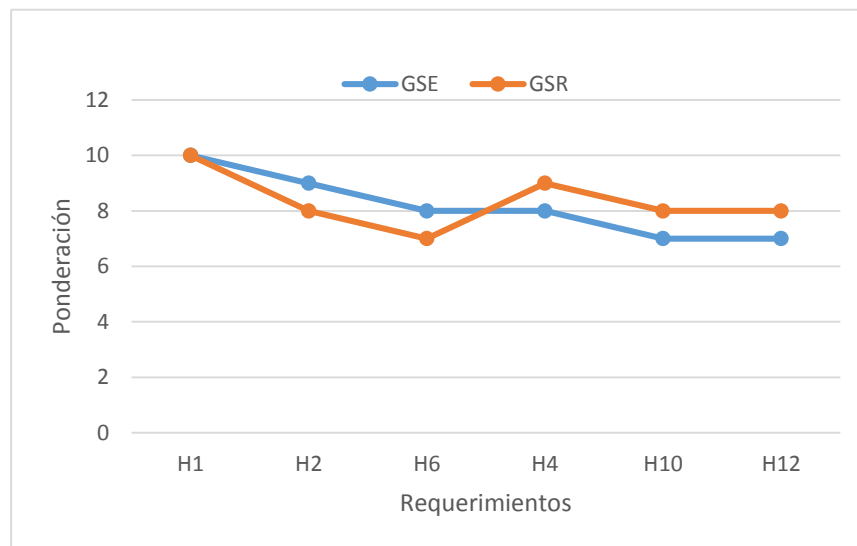


Figura 6 Gráfica de resultados del primer sprint

El método de entrega temprana y frecuente de software (sprints) de conjunto al mecanismo de evaluación empleado, facilita que el equipo de desarrollo conozca los aspectos a los que deben dedicar mayor parte de su trabajo para lograr incrementar la satisfacción del cliente. Para complementar esta última parte, se optó por una estrategia de diseño incremental manteniendo el diseño simple desde el principio y mejorarlo de forma continua, en lugar de conseguir que todo funcione desde el principio y entonces presentárselo al cliente.

2.1.4 Construcción del Mercado de Datos y Modelo del Negocio

Las características particulares del método de desarrollo utilizado permitieron gradualmente identificar necesidades de análisis analítico requeridos por el cliente, y de esta forma posibilitar una construcción iterativa del mercado de datos propuesto a partir de los datos extraídos del módulo OLTP GEASP [60]. Para guiar este último proceso se adaptó al contexto de desarrollo de

Académico la propuesta de Bernabeu [61] para la construcción del componente analítico de un sistema BI.

Una vez completada la generación del modelo físico del DM (ver Anexo 11), se procedió a desarrollar los modelos de negocio (BM - **Business Model**) y los conjuntos de datos (dataset) a ser utilizados para la confección de los documentos analíticos, y su posterior despliegue en el servidor SpagoBI de **Académico** mediante el empleo de la herramienta “SpagoBI Meta”.

Para el desarrollo de **Académico** se desarrollaron varios conjuntos de datos con el propósito de construir varias capas semánticas sobre el DM de las ASP para redefinir los datos de un dominio específico (universidad, áreas, subáreas) en términos de elementos de negocio. De esta forma se provee a cada uno de los directivos de las diferentes áreas de la UHOLM la posibilidad de modelar y acceder a los datos desde su perspectiva, en lugar desde la percepción del gestor de base de datos. El proceso no consiste en crear nuevas estructuras de datos, sino, realizar un mapa entre la vista de negocio (modelo de negocio) y la técnica (modelo físico).

El objetivo perseguido con lograr un desacoplamiento del BM y el modelo físico del DM es proveer a los usuarios de **Académico** (usuarios del negocio), una vista personalizada y transparente de los datos de su interés, sin afectar la estructura física o estructura subyacente de la base de datos. La Figura 7 muestra un ejemplo de los beneficios que se obtienen con el desacoplamiento antes mencionado en términos de mayor legibilidad para el usuario final (`Request record` vs `request_record`), así como las posibilidades de enriquecer los modelos de negocio con la incorporación de campos calculados.

Como resultado de este proceso se obtuvieron las implementaciones de cuatro cubos multidimensionales para facilitar el análisis de información estratégica de las ASP por parte de los directivos académicos de la UHOLM. La Figura 8 muestra la composición por cubos multidimensionales del BM de **Académico** una vez concluida su construcción.

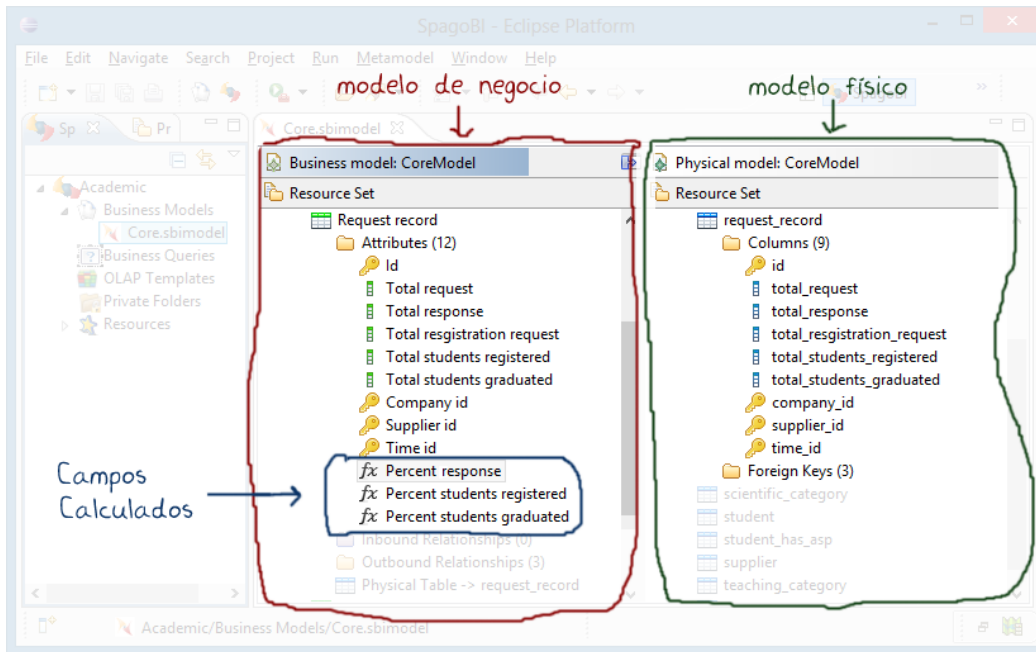


Figura 7 Modelo de Negocio vs Modelo Físico

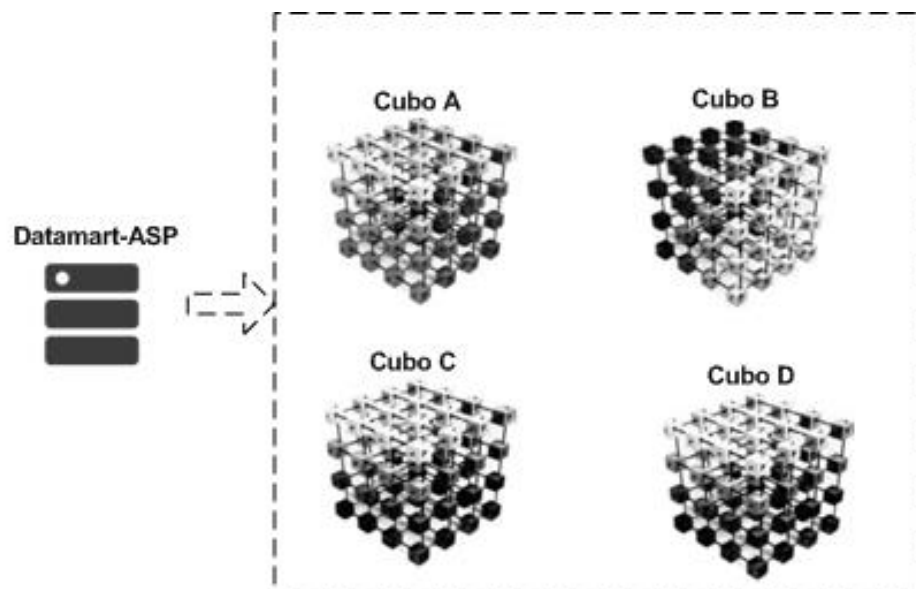


Figura 8 Composición por cubos OLAP del BM de Académico

Como se puede apreciar en la anterior figura el BM para las ASP implementado sustenta sus bases analíticas en cuatro cubos OLAP los cuales responden a las necesidades requeridas por el cliente. La Figura 9 muestra un ejemplo del modelo físico de uno de los cubos desarrollados, para esta modelación y la administración de las bases de datos fue empleada la herramienta de código abierto “MySQL Workbench Community¹⁴”. Para la implementación de los cubos del DM de ASP se utilizó

¹⁴ <http://www.mysql.com/products/workbench/features.html>

el servidor ROLAP “Mondrian¹⁵” por ser una herramienta de código abierto que permite generar el back-end para los motores analíticos SpagoBIJPivotEngine y SpagoBIJPaloEngine provistos por la suite BI empleada. Mondrian permite que las estructuras OLAP, tales como cubos, dimensiones y medidas, sean mapeadas directamente sobre las tablas y columnas del DM creado. Es decir, permite la construcción de cubos OLAP en memoria que pueden ser accedidos por los usuarios (clientes) a través de la interfaz Web de **Académico**.

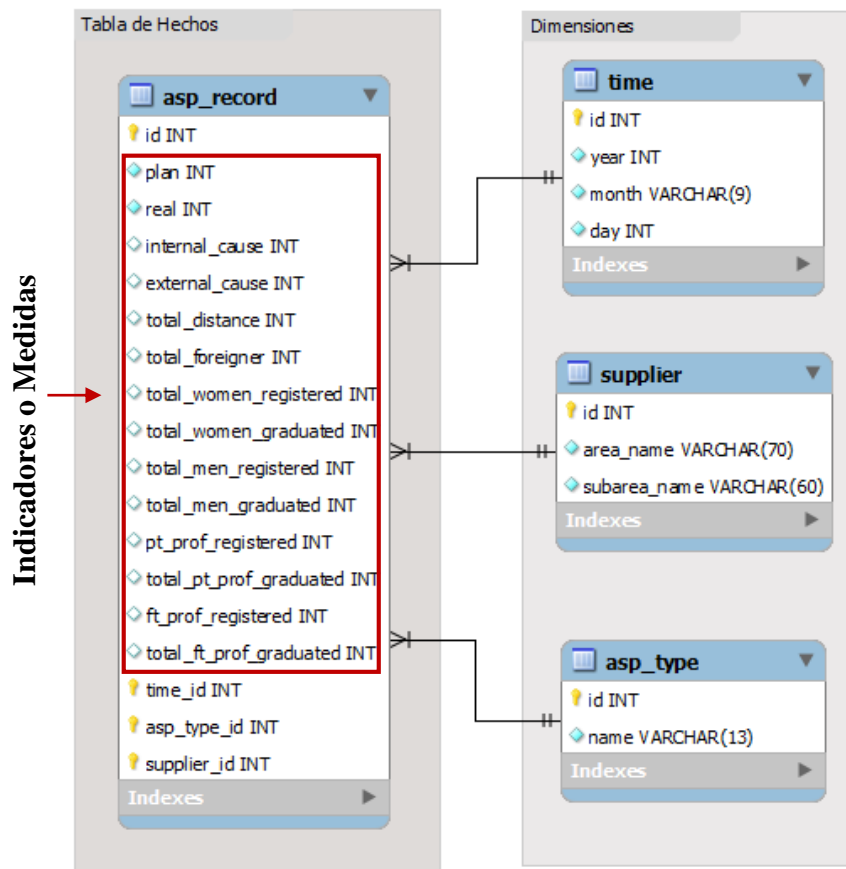


Figura 9 Modelo físico del Cubo Registro de ASP

Dado que la fase de desarrollo de los cubos OLAP de **Académico** se realizó de una forma iterativa e incremental producto del método de desarrollo, se tomó la decisión de crear dimensiones compartidas (shared dimensions) en el esquema general implementado. Esta filosofía permite garantizar la reutilización de dimensiones por los diferentes cubos del esquema creado, además de

¹⁵ <http://mondrian.pentaho.com/>

proveer un considerable beneficio en tiempo de ejecución y propiciar la implementación de dimensiones basadas en roles [62].

Cubos implementados

- Registro de ASP
- Peticiones de ASP
- Peticiones- Áreas
- Profesor-Categoría

Dimensiones compartidas

- Tiempo: contendrá el registro de las fechas en que se realizan las actividades (peticiones, ASP, etc.). Para esta dimensión se definieron los atributos: año, mes y día;
- Tipo de ASP: contendrá el registro de los diferentes tipos de ASP;
- Proveedor: contendrá el registro de los diferentes proveedores de ASP. En este contexto se refiere a proveedor, a las diferentes de áreas (Facultad, VRD, etc.) y subáreas (Dpto. Ingeniería Informática, CECES, etc.) de la UHOLM;
- Entidad: contendrá el registro de las entidades del territorio que demandan los servicios de superación;
- Categoría Docente: contendrá el registro de las diferentes categorías docentes del MES;
- Categoría Científica: contendrá el registro de las diferentes categorías científicas del MES.

A continuación se presenta la estructura de cada uno de los cubos implementados.

Cubo Registro de ASP

El modelo físico de este cubo se basa en una tabla de hechos, tres tablas de dimensiones y catorce indicadores o medidas.

- Tabla de Hechos *Registro de ASP* (asp_record): contendrá información referente a las ASP tales como: plan y real de ASP impartidas en un año, total de cursos suspendidos por causas ajenas a la UHOLM (insuficiente matrícula) o propias, total de mujeres y hombres matriculados, total de mujeres y hombres graduados, total de profesores a tiempo parcial matriculados, total de profesores a tiempo parcial graduados, total de profesores a tiempo completo matriculados, total de profesores a tiempo completo graduados, total de ASP a

distancia y en el extranjero. Todos estos indicadores podrán ser filtrados y analizados por cada una de las áreas y subáreas de UHOLM, así como por fecha (año, mes);

- Tabla de Dimensión *Tiempo*;
- Tabla de Dimensión *Proveedor*;
- Tabla de Dimensión *Tipo de ASP*.

Cubo Peticiones de ASP

El modelo físico de este cubo se basa en una tabla de hechos, tres tablas de dimensiones y catorce indicadores o medidas.

- Tabla de Hechos *Registro de Peticiones* (*request_record*): contendrá información referente a las ASP tales como: total de peticiones de las entidades, total de peticiones satisfechas por parte de la UHOLM, total de matrícula solicitada por las entidades, total de estudiantes matriculados, total de estudiantes graduados. Todos estos indicadores podrán ser filtrados y analizados por cada una de las entidades, así como por fecha (año, mes);
- Tabla de Dimensión *Tiempo*;
- Tabla de Dimensión *Proveedor*;
- Tabla de Dimensión *Entidad*.

Cubo Peticiones- Áreas

El modelo físico de este cubo se basa en una tabla de hechos, dos tablas de dimensiones y cuatro indicadores o medidas.

- Tabla de Hechos *Registro de Peticiones por Área* (*area_response_record*): contendrá información referente al total de peticiones de ASP recibidas e impartidas por cada una de las áreas y subáreas de UHOLM en una fecha determinada, así como el total de estudiantes matriculados y graduados;
- Tabla de Dimensión *Tiempo*;
- Tabla de Dimensión *Proveedor*;

Cubo Profesores-Categorías

El modelo físico de este cubo se basa en una tabla de hechos, cuatro tablas de dimensiones y un indicador o medida.

- Tabla de Hechos *Registro de Categoría* (*category_record*): contendrá información referente al total de ASP impartidas por cada una de las áreas y subáreas de UHOLM en una fecha determinada;
- Tabla de Dimensión *Tiempo*;
- Tabla de Dimensión *Proveedor*;
- Tabla de Dimensión *Tipo de ASP*.

Para concluir esta fase de desarrollo se realizó la publicación del BM, los conjunto de datos y la plantilla OLAP creada en el servidor SpagoBI de **Académico** (ver Figura 10).

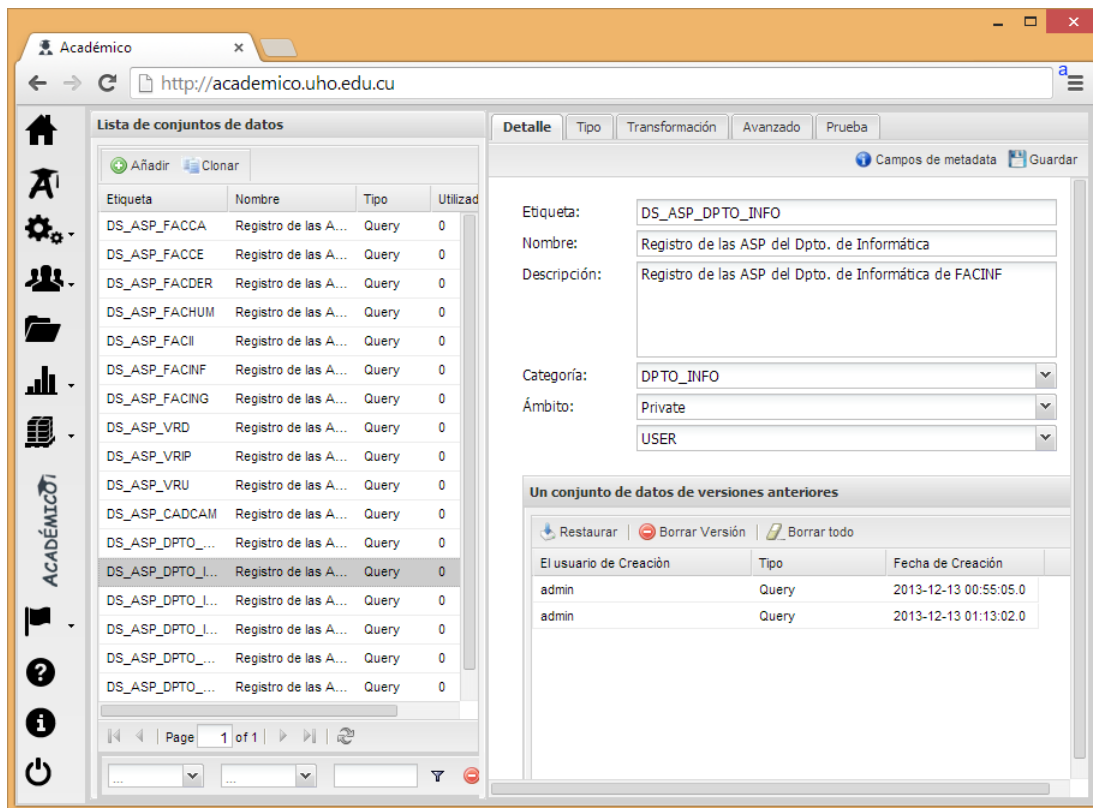


Figura 10 Listados de Conjuntos de Datos publicados

2.2 Valoración de los resultados obtenidos

A continuación se expondrán los principales resultados obtenidos en la presente investigación. Además se realiza un análisis del cumplimiento de los objetivos propuestos mediante un resumen de las evaluaciones sistemáticas realizadas durante el desarrollo de **Académico**.

2.2.1 Características y funcionalidades de Académico

La aplicación informática desarrollada es un sistema EIS cuyo objetivo principal es apoyar el proceso de toma de decisiones en la gestión de ASP en la UHOLM. **Académico** mediante la implementación de técnicas SaaS y de BI, permite poner a disposición de los directivos académicos de la UHOLM información estratégica que, antes de su implementación, en el mejor escenario demandaba de un arduo proceso manual por parte de todo el personal involucrado en la gestión de estas actividades.

Académico fue desarrollado basado en una arquitectura cliente-servidor soportado por el uso de la tecnología Web actual y la suite SpagoBI. Sus bases arquitectónicas y tecnológicas garantizan la disposición por parte de la UHOLM de un sistema flexible, robusto, seguro y de fácil mantenimiento. Construido sobre los principios de los EIS, garantiza la extracción de información de los sistemas OLTP disponibles en la UHOLM para la gestión de la educación de posgrado y su posterior transformación en conocimiento, para facilitar la labor de los directivos académicos de esta institución.

La concepción de la arquitectura del sistema propuesto, aunque en esta primera versión (1.0) sólo apoyará el proceso de toma de decisiones de las ASP (Módulo OLTP - GEASP), está basada en pequeños módulos que informatizarán cada una de las actividades del proceso de formación de posgrado (ver Anexo 10). La Figura 11 muestra la arquitectura general de **Académico** en su versión 1.0. En ella, el sistema poblará su bases de datos y DM a partir de los datos almacenados por el módulo GEASP [60], el cual constituye uno de los módulos en que sustenta sus bases **Académico**, y el que fuera desarrollado explícitamente para propiciar el lanzamiento de esta versión.

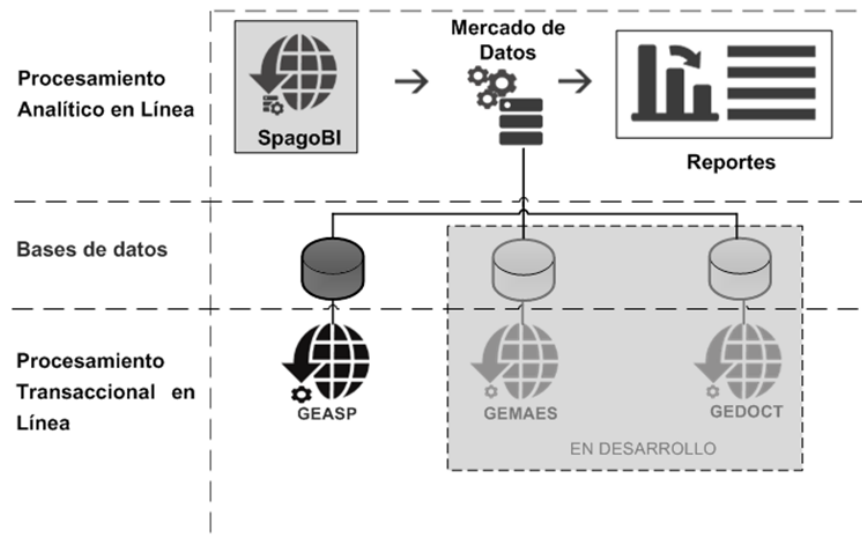


Figura 11 Arquitectura general de Académico

En un futuro próximo se complementará el DM creado con los datos recopilados por los módulos GEMAES (gestión de maestrías) y GEDOCT (gestión de doctorados). Como todo software desarrollado bajo los principios de una arquitectura orientada a servicios, **Académico** posibilita que los propios módulos de los que extrae la información almacenada en su base de datos, así como otros sistemas y sitios como el portal de intranet e internet de UHOLM (ver Figura 12), puedan consumir servicios que éste provee para facilitar el acceso a la información, teniendo en consideración el grado de visibilidad de la misma.

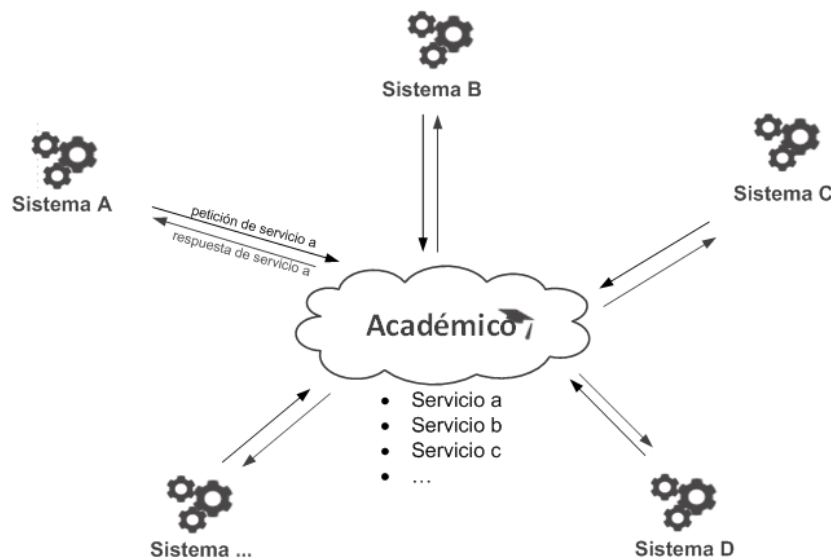


Figura 12 Arquitectura orientada a servicios de Académico

Para facilitar el acceso a la información según las necesidades de los directivos y técnicos que trabajan en el proceso que se informatiza, **Académico** adopta un sistema de ficheros para organizar los documentos analíticos en jerarquías y directorios. Además se define una serie de roles y usuarios del sistema, cada uno de los cuales tiene especificados los niveles de acceso y visibilidad de la información. La Figura 13 representa la jerarquía de 5 niveles de roles del sistema propuesto.

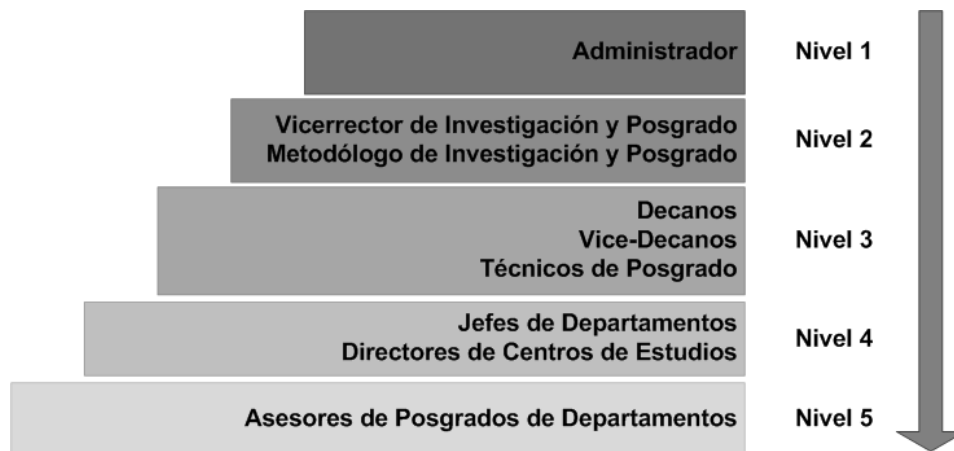


Figura 13 Jerarquía de roles de Académico

La facilidad de uso y usabilidad del sistema fueron aspectos a los cuales se prestó una principal atención durante todo el desarrollo de **Académico**, para facilitar la adaptación de sus usuarios y disminuir la resistencia al cambio. En este sentido, obtener una interfaz de usuario sencilla y amigable fueron otros de los objetivos perseguidos durante la etapa de diseño y desarrollo. A continuación se muestran algunas de las pantallas de **Académico** que reflejan sus principales funcionalidades.

La Figura 14 representa la vista de exploración de documentos correspondiente al rol: VICERRECTOR DE INV. Y POSGRADO, en la que se visualizan los diferentes documentos de análisis multidimensional creados por el desarrollador y asignados a este rol. Por otra parte, la Figura 15 muestra un ejemplo de un documento de análisis multidimensional, que permite la visualización de la información desde diferentes dimensiones, así como la posibilidad de aplicar filtros a la información mostrada. En el ejemplo sólo se visualizan los resultados correspondientes a cuatro medidas (de un total de 16) de las ASP pertenecientes a la Facultad de Informática y Matemática (FACINF) en el año 2011.

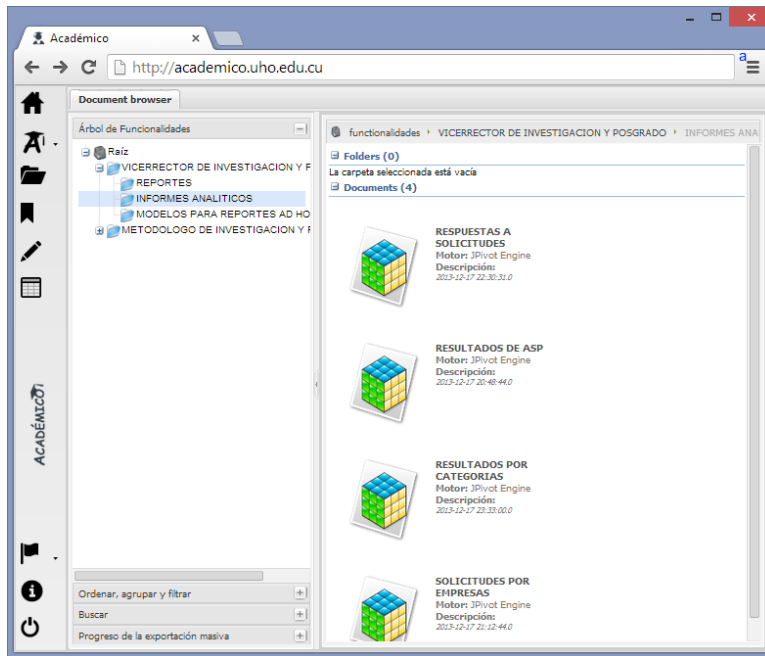


Figura 14 Visualización de documentos analíticos por roles del sistema

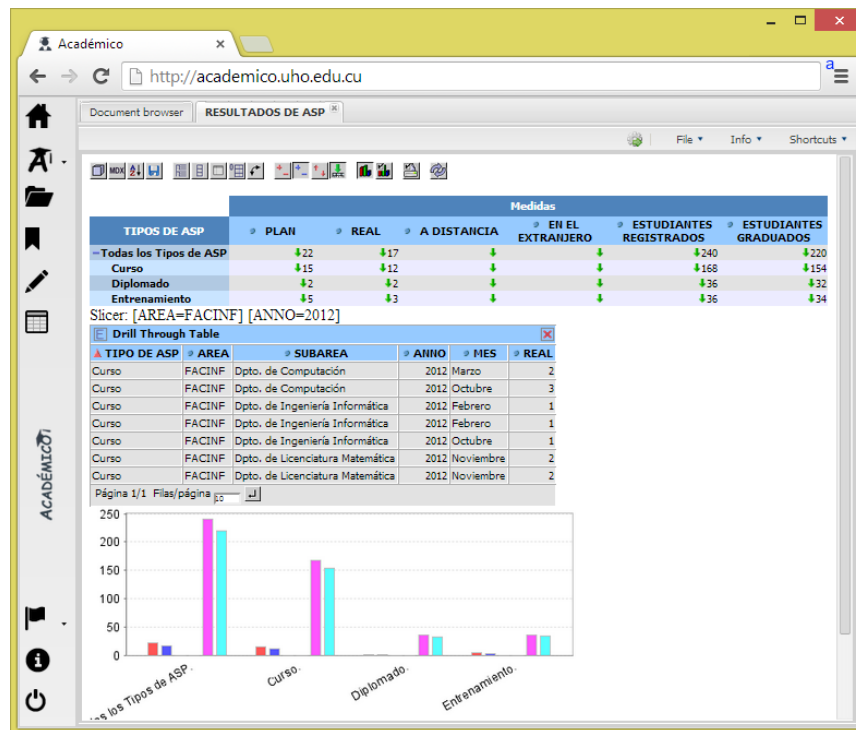


Figura 15 Ejemplo de un documento de análisis multidimensional

La Figura 16 representa la pantalla del primer paso para crear un documento analítico ad hoc por parte de un usuario del sistema. Mientras, la Figura 17 muestra el resultado final del documento creado. Todos los documentos analíticos desplegados en **Académico**, pueden ser exportados a diversos formatos.

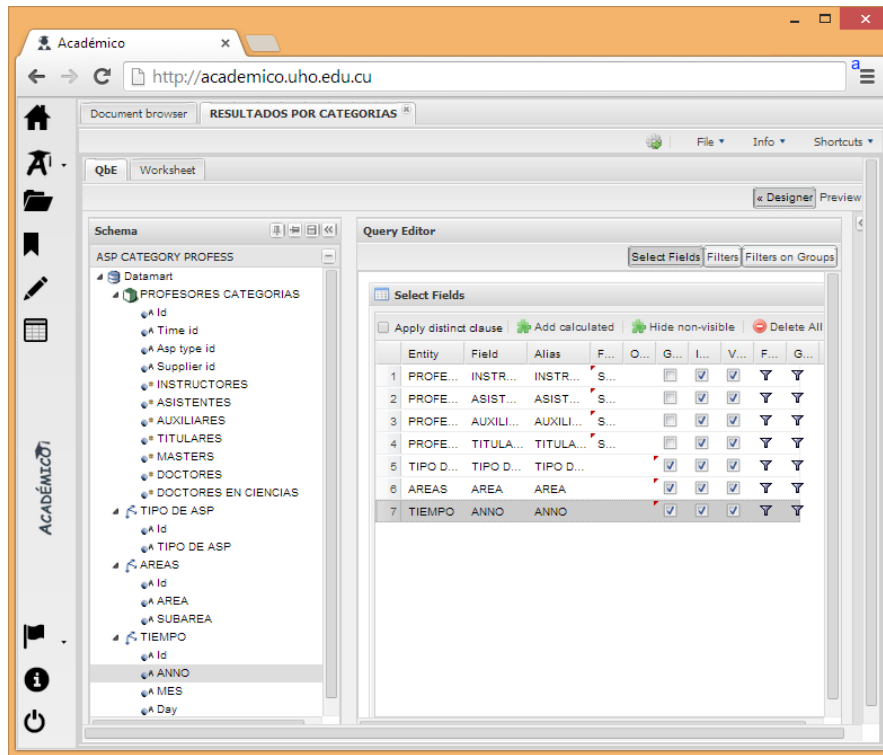


Figura 16 Ejemplo de creación de un documento analítico ad hoc

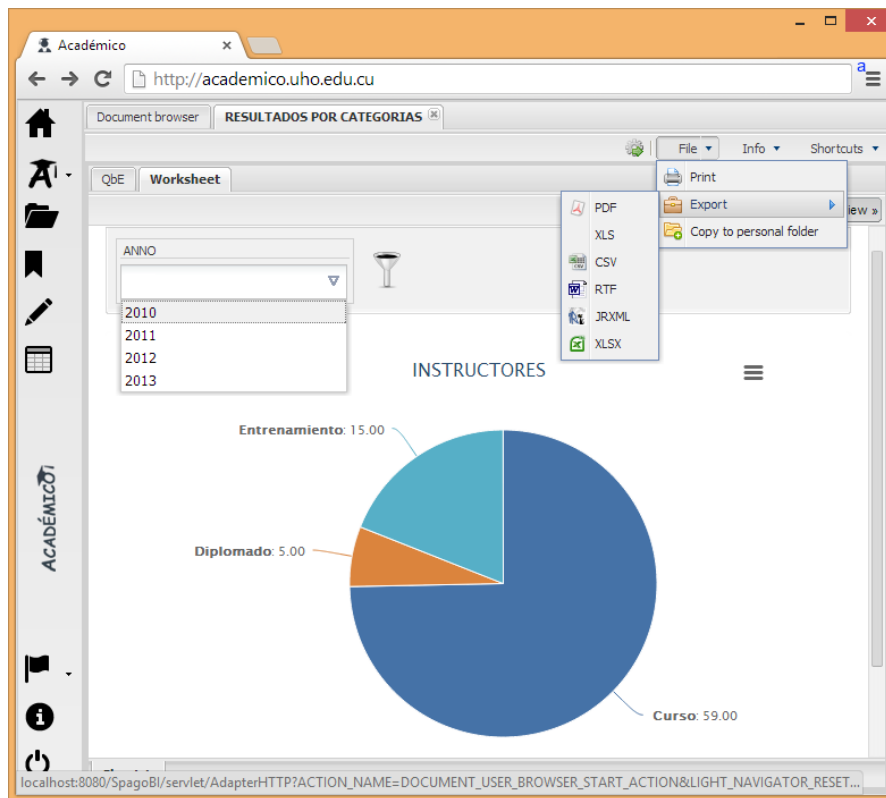


Figura 17 Ejemplo de un documento analítico ad hoc creado

2.2.2 Evaluación del cumplimiento de los requisitos del cliente

El desarrollo de **Académico** estuvo guiado por una combinación de los métodos de desarrollo ágiles SCRUM y KANBAN, que permitieron la realización de una evaluación sistemática del producto por parte del cliente. Una vez concluido un sprint, el equipo de desarrollo presentaba un demo que mostraba las nuevas funcionalidades al cliente y éste a su vez establecía el grado de satisfacción alcanzado para cada una de las historias incluidas en el sprint, valor que era comparado en el grado de satisfacción esperado establecido durante la fase de planeación del sprint. De esta forma se realizó un sistema de evaluación sistemático, que incluía al cliente como experto principal para la valoración del sistema. Este mecanismo permitió al equipo de desarrollo trazar nuevas y mejores estrategias para obtener una mejora continua de **Académico** y satisfacer las necesidades del cliente. La Figura 18 muestra un resumen de los resultados de los GSR obtenidos durante las evaluaciones de los sprints.

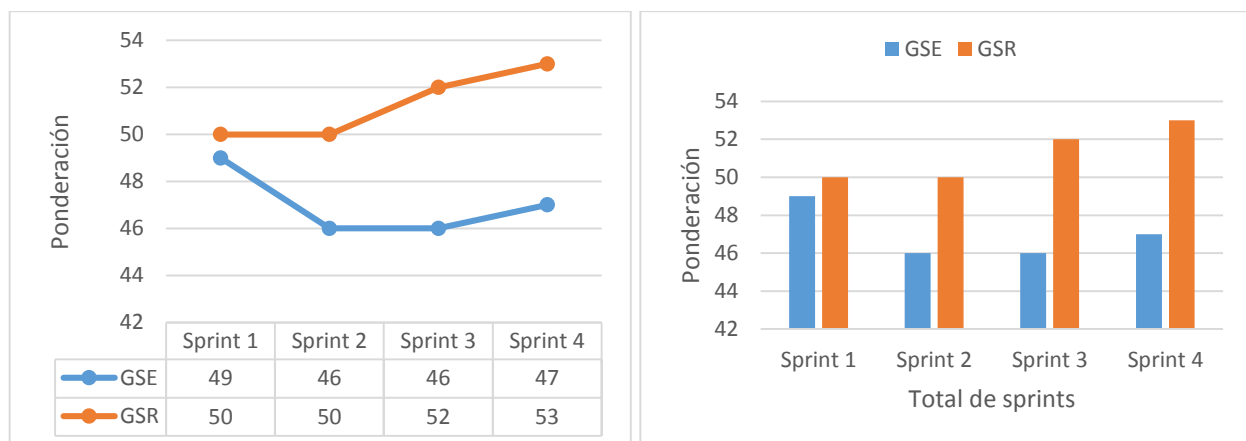


Figura 18 GSE vs GSR de los sprint

Como se puede apreciar en la Figura 19, en cada uno de los sprints realizados el cliente expresó un 83.33% de grado de satisfacción superior al esperado, el 12.50% del grado de satisfacción real fue igual al esperado, y sólo el 4.17% (un requerimiento) del grado de satisfacción real fue inferior al esperado.

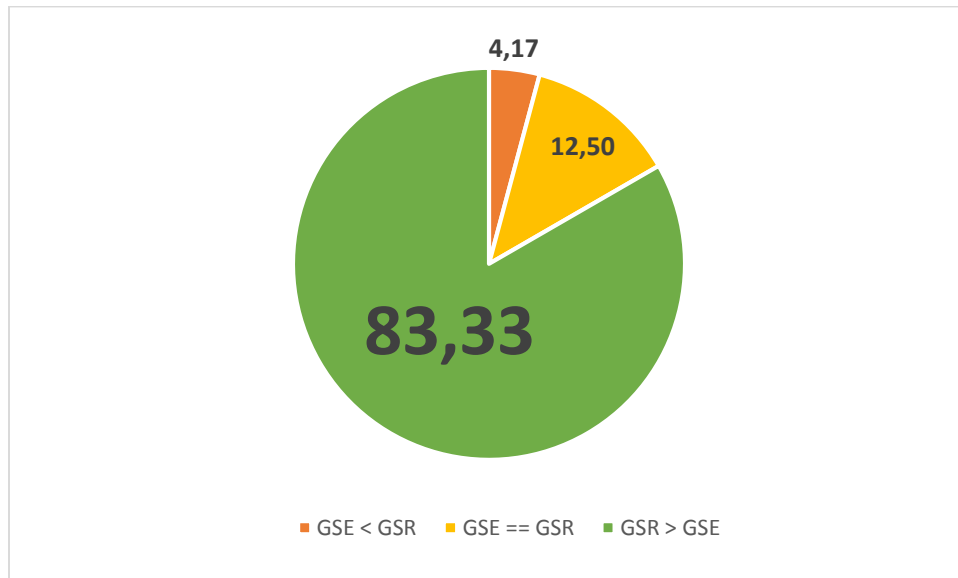


Figura 19 Representación del grado de satisfacción del cliente

Las evaluaciones de calidad obtenidas en cada uno de los sprints desarrollados evidencian un avance incremental de la calidad (ver Figura 20) en el desarrollo de **Académico**.

Luego de realizadas las evaluaciones sistemáticas de cada sprint y analizados sus resultados, se puede afirmar que el usuario del sistema se encuentra satisfecho con las funcionalidades implementadas en el mismo, cumpliendo así con el objetivo trazado en presente investigación. El mecanismo de evaluación empleado facilitó una retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, permitiendo a este último implementar nuevas y mejores estrategias para obtener una mejora continua del sistema y satisfacer las necesidades del cliente.

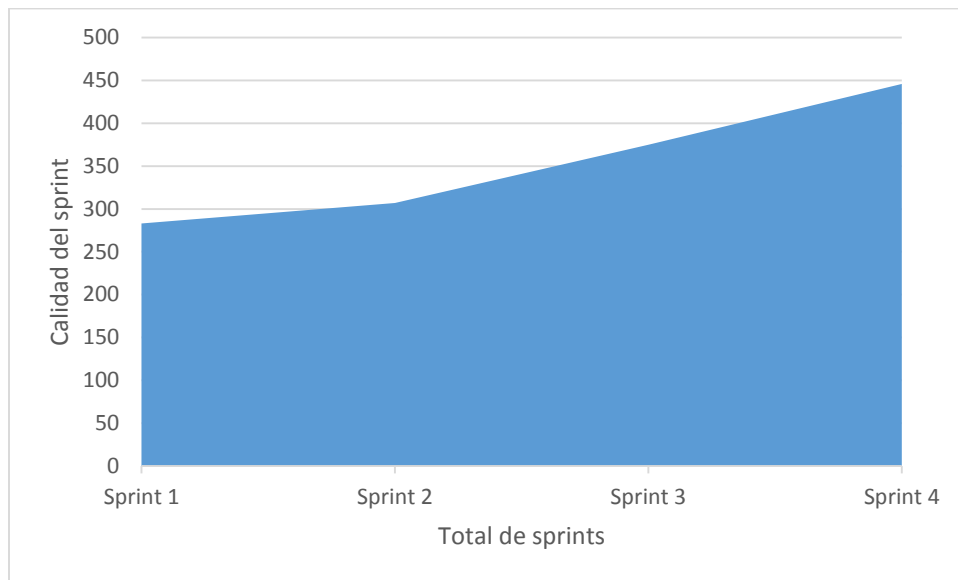


Figura 20 Avance incremental de la calidad de los sprints

2.3 Conclusiones del capítulo

El desarrollo de **Académico** fue guiado por un conjunto de reglas y directrices resultantes de la combinación de los métodos ágiles de desarrollo SCRUM y KANBAN. Para la implementación de las funcionalidades requeridas por el cliente se tuvieron en cuenta elementos para el desarrollo de sistemas de información para ejecutivos.

A partir de los resultados que se obtienen con el desarrollo **Académico** se concluye que:

- La flexibilidad y adaptabilidad de SCRUM y KANBAN ante el surgimiento de nuevos requerimientos del sistema facilitó refinar el sistema constantemente en cada sprint de desarrollo;
- La arquitectura distribuida cliente-servidor y orientada a servicios de **Académico** aumenta la flexibilidad y reusabilidad de los servicios provistos por éste;
- El empleo de la suite de Inteligencia de Negocio Spago permitió reducir de forma considerable el tiempo de desarrollo de **Académico** gracias a la fuerte integración de sus herramientas;
- El sistema de seguridad provisto por la suite BI permitió implementar la estructura organizativa de UHOLM para lograr obtener una mayor seguridad y organización de los recursos del sistema;

- La posibilidad de almacenar la información histórica de las ASP, así como graficar los valores de diferentes indicadores y realizar pronósticos de los mismos, facilita el apoyo de toma de decisiones en este contexto;
- El modelo de desarrollo ágil implementado facilitó detectar errores en el diseño e incorporación y modificación de las funcionalidades requeridas por el cliente;
- El mecanismo de evaluación empleado facilitó una retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, permitiendo a este último implementar nuevas y mejores estrategias para obtener una mejora continua del sistema y satisfacer las necesidades del cliente.

CONCLUSIONES GENERALES

Con el desarrollo del **Académico** quedó cumplido el objetivo propuesto en la presente investigación. Como resultado principal se obtuvo una aplicación informática que permite, a través de una arquitectura distribuida en la Web, facilitar el proceso de toma de decisiones referentes a las Actividades de Superación Profesional en la UHOLM. A través del estudio realizado para lograr el objetivo de esta investigación se puede concluir que:

- Las deficiencias detectadas en el sistema de gestión de información de las Actividades de Superación Profesional que se desarrollan en la UHOLM demuestran que existe falta de organización y control en la gestión de los mismos.
- Las tecnologías seleccionadas fueron las adecuadas para el desarrollo de **Académico**, lo cual permitió diseñar una arquitectura que propicia mayor mantenibilidad, flexibilidad, reusabilidad, robustez y escalabilidad.
- El sistema propuesto se puede clasificar como Sistema de Información para Ejecutivos dadas las características que implementa.
- El empleo de la suite de Inteligencia de Negocio Spago facilitó la implementación de funcionalidades que apoyarán el proceso de toma de decisiones por parte de los directivos académicos de la UHOLM referentes a las Actividades de Superación Profesional.
- La gestión de información de las Actividades de Superación Profesional apoyado por las TIC garantiza un nivel superior de calidad en el trabajo.
- El mecanismo de evaluación empleado permitió obtener una mejora continua durante el proceso de desarrollo del software y evaluar el cumplimiento de los requerimientos del cliente.

RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos en esta investigación y para continuar el desarrollo de este trabajo se recomienda:

- Confeccionar un plan de capacitación para los diferentes usuarios que emplearán el sistema **Académico** para reducir la resistencia al cambio, facilitar la aceptación y uso por parte de estos.
- Proponer a la Dirección de UHOLM la implantación gradual de **Académico** en la Institución y continuar su desarrollo con la incorporación de la gestión de información estratégica de maestrías y doctorados.
- Proponer a la Dirección de UHOLM que se destine un ordenador para el despliegue de **Académico** con buenas prestaciones tecnológicas.
- Registrar el sistema desarrollado en el Centro Nacional de Derecho de Autor de Cuba (CENDA).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] B. Tristá Pérez, "Administración universitaria," La Habana, Cuba, 2001.
- [2] E. M. Villa González del Pino, "Procedimiento para el Control de Gestión en Instituciones de Educación Superior," Universidad Central de las Villas, Las Villas., 2006.
- [3] A. Álvarez Suárez, "Gestión por procesos," Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo., Oviedo, 2011.
- [4] G. Colmenares and G. Graffe, "El clima organizacional como elemento clave para una gestión universitaria de excelencia. Estudio de caso: Departamento e Instituto de Química y Tecnología de La Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.," in VIII Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2012., 2012.
- [5] Ministerio de Educación Superior, "Reglamento de la Educación de Posgrado de la República de Cuba. Resolución no. 132/2004," Gaceta Oficial de la República de Cuba, Cuba, 04-Aug-2004.
- [6] I. A. Valdivia, "Análisis y diseño de las actividades de formación académica para el Sistema de Gestión Académica de Postgrado," UCI, 2011.
- [7] PCC, "Lineamientos de la política económica y social," 2010.
- [8] VRIP, "Plan de Superación Profesional," Universidad de Holguín, 2006.
- [9] VRIP, "Plan de Superación Profesional," Universidad de Holguín, 2007.
- [10] VRIP, "Plan de Superación Profesional," Universidad de Holguín, 2008.
- [11] VRIP, "Plan de Superación Profesional," Universidad de Holguín, 2009.
- [12] VRIP, "Plan de Superación Profesional," Universidad de Holguín, 2010.
- [13] VRIP, "Plan de Superación Profesional," Universidad de Holguín, 2011.
- [14] VRIP, "Plan de Superación Profesional," Universidad de Holguín, 2012.
- [15] VRIP, "Balance Anual de Posgrado UHOLM," Universidad de Holguín, 2012.
- [16] VDIP, "Balance Anual de Posgrado FACINF," Universidad de Holguín, 2012.
- [17] S. S. Cruz-Baranda and M. B. García-Quiala, "Pertinencia e impacto de la educación de posgrado como herramienta válida para la integración y el desarrollo," Ciencia en su PC, vol. No 3, Santiago de Cuba, pp. 18–30, 2012.
- [18] O. Díaz, "Retos y perspectivas del posgrado en Cuba.," Periódico Digital Granma, La Habana, Cuba, 23-Feb-2012.
- [19] Dirección de Educación Posgrado, "Normas y Procedimientos para la Gestión del Posgrado." Ministerio de Educación Superior, La Habana, Cuba, 2006.
- [20] M. de E. Superior, "Manual de Normas y Procedimientos para el Trabajo de las Secretarías en las Instituciones de Educación Superior," 2011.
- [21] Y. R. Cisneros, "Procedimiento para la gestión integrada de los procesos en universidades," Tesis en opción del título académico de Ingeniero Industrial. Universidad de Holguín, 2012.

- [22] C. Vercellis, *Business Intelligence : Data Mining and Optimization for Decision Making*. John Wiley & Sons, Ltd., 2009.
- [23] L. T. Moss and S. Atre, *Business Intelligence Roadmap: The Complete Project Lifecycle for Decision-Support Applications*. Addison-Wesley Professional, 2003.
- [24] E. López Hung, “Sistema de procesamiento transaccional y analítico para la vigilancia epidemiológica del dengue,” Tesis en opción del título académico de Master en Matemática Aplicada e Informática para la Administración. Universidad de Holguín, 2012.
- [25] J. Nader, “Sistema de Apoyo Gerencial Universitario,” Tesis en opción del título académico de Ingeniero de Sistemas. Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2006.
- [26] D. Cohen Karen, *Sistemas de información para la toma de decisiones*. Segunda Edición. Mexico: McGRAW-HILL, 1999.
- [27] F. Adam and P. Humphreys, *Encyclopedia of Decision Making and Decision Support Technologies*, vol. I. Information Science Reference USA, 2008.
- [28] Y. Domínguez González, “Mercado de datos para el Sistema Jurídico operativo del MININT en Santiago de Cuba,” Tesis en opción del título académico de Master en Matemática e Informática Aplicada para la Administración de Empresas. Universidad de Holguín, 2012.
- [29] J. Rabin and T. A. Wachhaus, Eds., *Handbook of Decision Making*.pdf. Taylor & Francis Group, LLC, 2007, p. 664.
- [30] G. Parmigiani and L. Inoue, *Decision Theory. Principles and Approaches*. JohnWiley & Sons, Ltd., 2009.
- [31] K. Christian and R. Wrembel, “Data Warehouses and OLAP: Concepts, Architectures and Solutions,” London, 2006.
- [32] L. Vega, “La Inteligencia de Negocio. Su implementación mediante la Plataforma Pentaho,” in *I Taller de Proyección y Prospección en Tecnologías de Información y Comunicación Cuba – Venezuela.*, 2008.
- [33] N. Pence and R. Creeth, “An Introduction to OLAP.” [Online]. Available: <http://www.olapreport.com>. [Accessed: 15-Jan-2013].
- [34] I. Jacobson, *El Proceso Unificado de Desarrollo de Software*. 2000.
- [35] H. Kniberg, *Scrum and XP from the Trenches*. C4Media Inc, 2007, pp. 1–105.
- [36] K. Beck and M. Fowler, *Planning Extreme Programming*. Addison Wesley, 2000, pp. 1–105.
- [37] H. J. and K. Orr, *Adaptive Software Development: A Collaborative Approach to Managing Complex Systems*. Dorset House, 2000.
- [38] P. Abrahamsson, O. Salo, J. Ronkainen, and J. Warsta, “Agile software development methods,” 2002.
- [39] D. Rosenberg, M. Stephens, and M. Collins-Cope, *Agile Development with ICONIX Process—People, Process, and Pragmatism*. 2005.
- [40] D. Rosenberg and M. Stephens, *Use Case Driven Object Modeling with UML Theory and Practice*. .
- [41] K. Schwaber, M. Beedle, and R. C. Martin, *Agile Software Development with SCRUM*. Prentice Hall, 2001.

- [42] H. Kniberg, P. De Jeff, and M. Cohn, SCRUM Y XP DESDE LAS. .
- [43] J. Coplien and G. Bjørnvig, Lean Architecture for Agile Software Development. John Wiley & Sons Ltd, 2010.
- [44] H. Kniberg, M. Skarin, P. D. M. Poppendieck, and D. Anderson, Kanban y Scrum – obteniendo lo mejor de ambos. .
- [45] H. Kniberg, Kanban vs Scrum, vol. 1. C4Media Inc., 2009, pp. 1–41.
- [46] H. Kniberg, Lean from the Trenches. The Pragmatic Programmers, 2011.
- [47] J. Palacio, Flexibilidad con Scrum. Safe Creative, 2008.
- [48] M. Rosen and B. Lublinsky, Applied SOA. Service-Oriented Architecture and Design Strategies. Wiley Publishing, Inc., 2008.
- [49] N. M. Josuttis, SOA in Practice. O’Reilly Media, Inc, 2007.
- [50] E. PULIER and H. TAYLOR, Understanding Enterprise SOA. MANNING, 2006.
- [51] M. D. Hansen, SOA Using Java™ Web Services. Prentice Hall, 2007.
- [52] D. M. M. Del Giudice Glenda, “Proyecto de implementación de un Data Warehouse para universidades nacionales,” Tesis en opción del título académico de Ingeniero de Sistemas. Universidad de Córdoba, Argentina, 2010.
- [53] “Pentaho Suite - Home Page.” [Online]. Available: www.pentaho.com. [Accessed: 25-Feb-2013].
- [54] “JaspesSoft Suite -Home Page.” [Online]. Available: www.jaspersoft.com. [Accessed: 25-Feb-2013].
- [55] “SpagoBi Suite -Home Page.” [Online]. Available: www.spagobi.org. [Accessed: 28-Jun-2013].
- [56] S. C. Center, Business Intelligence with SpagoBI. Padua, Itlay: Engineering, 2012.
- [57] S. Anderson and William, Métodos Cuantitativos para los Negocios. 1998, pp. 748–760.
- [58] T. Saaty, The analytical hierarchy process. McGRAW-HILL, 1998.
- [59] P. Deemer, G. Benefield, C. Larman, and B. Vodde, “Información Básica de Scrum.” pp. 1–20, 2009.
- [60] D. P. Batista, “Módulo informático para la gestión de la información de la Superación Profesional en la Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”,” Tesis en opción del título académico de Ingeniero Informático. Universidad de Holguín, 2013.
- [61] R. D. Bernabeu, “DATAWAREHOUSING: Investigación y Sistematización de Conceptos,” 2010.
- [62] R. Bouman and J. van Dongen, Business Intelligence and Data Warehousing with Pentaho and MySQL. Wiley Publishing, Inc., 2009.
- [63] R. Sorensen, “Comparison of Software Development Methodologies,” 1995.
- [64] “Software libre y de código abierto,” 2013. .
- [65] D. G. Gurri, “Sistema para la gestión de la actividad de Posgrado en la Facultad de Informática y Matemática de la Universidad de Holguín,” Tesis en opción del título académico de Ingeniero Informático. Universidad de Holguín, 2011.

- [66] E. Escaig Macías, J. Telot González, and M. de L. Artola Pimentel, “Sistema Automatizado para la gestión de la Educación de Postgrado en un Departamento Docente de la Universidad de Matanzas.” Matanzas, 2006.
- [67] Centro de Servicios Informáticos, “Sistema de Administración de Postgrados,” 2008. [Online]. Available:
<http://www.csi.espol.edu.ec/ui/es/content/sistema/sistema.aspx?op=toshow&id=106>.
[Accessed: 12-Dec-2012].
- [68] AUIP, “Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado,” 2012. [Online]. Available:
<http://www.aui.org/>. [Accessed: 12-Dec-2012].

Anexo 1 - Método multicriterio de apoyo a la toma de decisiones por Puntuación (Scoring)

El método del Scoring es una manera rápida y sencilla para identificar la alternativa preferible en un problema de decisión multicriterio.

Las etapas del método son los siguientes:

1. Identificar la meta general del problema
2. Identificar las alternativas
3. Listar los criterios a emplear en la toma de decisión
4. Asignar una ponderación para cada uno de los criterios
5. Establecer en cuanto satisface cada alternativa a nivel de cada uno de los criterios
6. Calcular el score para cada una de las alternativas
7. Ordenar las alternativas en función del score
8. La alternativa con el score más alto representa la alternativa a recomendar

Modelo para calcular el score

$$S_j = \sum w_i * r_{ij},$$

donde:

r_{ij} : Rating de la Alternativa j en función del Criterio i

w_i : Ponderación para cada Criterio i

S_j : Score para la Alternativa j

Anexo 2 – Aplicación del método multicriterio para determinar la suite BI más adecuada para la implementación del sistema propuesto

Etapa 1: Identificar la meta general del problema

Seleccionar la mejor solución Open Source Business Intelligence.

Etapa 2: Identificar alternativas

- Pentaho
- Jaspersoft
- SpagoBI

Etapa 3: Listar los criterios a emplear en la toma de decisión

Integración de datos	Calidad de las herramientas disponibles
Análisis	Calidad de las herramientas disponibles
Reportes	Calidad de las herramientas disponibles
Dashboard	Calidad de las herramientas disponibles

Etapa 4: Asignar una ponderación para cada uno de los criterios

Criterios	Ponderación (W_i)
Integración de datos	3
Análisis	4
Reportes	4
Dashboard	4

Tabla 7 Ponderación de los criterios

<p>1= Poco importante 2= Medianamente importante 3= Importante 4= Muy importante</p>

Etapa 5: Establecer en cuanto satisface cada alternativa a nivel de cada uno de los criterios

Criterios	Pentaho (r_{i1})	Jaspersoft (r_{i2})	SpagoBI (r_{i3})
Integración de datos	5	4	4
Análisis	4	5	5
Reportes	4	4	5
Dashboard	3	1	5

Tabla 8 Evaluación de los criterios

Etapa 6: Calcular el score para cada una de las alternativas

Criterios	Ponderación (W_i)	Pentaho (r_{i1})	Jaspersoft (r_{i2})	SpagoBI (r_{i3})
Integración de datos	3	5	4	4
Análisis	4	4	5	5
Reportes	4	4	4	5
Dashboard	4	3	1	5
Puntuación $S(j)$		59	52	72

Tabla 9 Resultados del método multicriterio

Anexo 3 – Fortalezas y Debilidades de los modelos empleados por los métodos y metodologías de desarrollo de software

	Waterfall	Incremental	Boehm Spiral
STRENGTHS			
Allows for work force specialization	X	X	X
Orderliness appeals to management	X	X	X
Can be reported about	X	X	X
Facilitates allocation of resources	X	X	X
Early functionality		X	X
Does not require a complete set of requirements at the onset		X(4)	X
Resources can be held constant		X	
Control costs and risk through prototyping			X
WEAKNESSES			
Requires a complete set of requirements at the onset	X		
Enforcement of non-implementation attitude hampers analyst/designer communications	X		
Beginning with less defined general objectives may be uncomfortable for management		X	X
Requires clean interfaces between modules		X	
Incompatibility with a formal review and audit procedure		X	X
Tendency for difficult problems to be pushed to the future so that the initial promise of the first increment is not met by subsequent products		X	X
(4) The incremental model may be used with a complete set of requirements or with less defined general objectives.			

Tabla 10 Fortalezas y debilidades de los modelos. Fuente: [63]

Anexo 4 – Característica generales de las metodologías de desarrollo de software ágiles

Method name	Key points	Special features	Identified shortcomings
ASD	Adaptive culture, collaboration, mission-driven component based iterative development	Organizations are seen as adaptive systems. Creating an emergent order out of a web of interconnected individuals.	ASD is more about concepts and culture than the software practice.
XP	Customer driven development, small teams, daily builds	Refactoring – the ongoing redesign of the system to improve its performance and responsiveness to change.	While individual practices are suitable for many situations, overall view & management practices are given less attention.
SCRUM	Independent, small, self-organizing development teams, 30-day release cycles.	Enforce a paradigm shift from the “defined and repeatable” to the “new product development view of Scrum.”	While Scrum details in specific how to manage the 30-day release cycle, the integration and acceptance tests are not detailed.

Tabla 11 Característica generales de las metodologías de desarrollo de software ágiles. Fuente: [38]

Anexo 5 – Diferencias entre SCRUM y KANBAN

SCRUM	KANBAN
Las iteraciones deben ser de tiempo fijo.	El tiempo fijo en las iteraciones es opcional. La cadencia puede variar en función del plan del producto y la mejora del proceso. Pueden estar marcadas por la previsión de los eventos en lugar de tener un tiempo pre-fijado.
El equipo asume un compromiso de trabajo por iteración.	El compromiso es opcional.
La métrica por defecto para la planificación y la mejora del proceso es la Velocidad.	La métrica por defecto para la planificación y la mejora del proceso es el Lead Time (tiempo de entrega o tiempo medio que tarda una petición en salir del ciclo)
Los equipos deben ser multifuncionales.	Los equipos pueden ser multifuncionales o especializados.
Las funcionalidades deben dividirse en partes que puedan completarse en un sprint.	No hay ninguna prescripción en cuanto al tamaño de las divisiones.
Deben emplearse gráficos <u>Burndown</u> .	No se prescriben diagramas de seguimiento concretos.
Se emplea una limitación del trabajo en proceso indirecta (por sprint).	Se emplea una limitación trabajo en proceso indirecta directa (marcada por el estado del trabajo).
Se deben realizar estimaciones.	Las estimaciones son opcionales.
No se pueden añadir tareas en medio de una iteración.	Siempre que haya capacidad disponible, se pueden añadir tareas.
La pila del <u>sprint</u> pertenece a un equipo determinado.	Varios equipos o personas pueden compartir la misma pizarra KANBAN.
Se prescriben 3 roles (Dueño del Producto/SCRUM- <u>Manager</u> /Equipo).	No hay roles prescritos.
En cada <u>sprint</u> se limpia el tablero de seguimiento.	El tablero KANBAN es persistente.
La pila del producto debe estar priorizada.	La priorización es opcional.

Tabla 12 Diferencias entre SCRUM y KANBAN. Fuente: [44]

Anexo 6 – Comparación entre software libre y de código abierto

Las 4 libertades del software libre	Las 10 premisas del software de código abierto
Ejecutar el programa con cualquier propósito	Libre redistribución: el software debe poder ser regalado o vendido libremente.
Estudiar y modificar el programa	Código fuente: el código fuente debe estar incluido u obtenerse libremente.
Distribuir el programa de manera que se pueda ayudar al prójimo	Trabajos derivados: la redistribución de modificaciones debe estar permitida.
Distribuir las versiones modificadas propias	Integridad del código fuente del autor: las licencias pueden requerir que las modificaciones sean redistribuidas sólo como parches.
	Sin discriminación de personas o grupos: nadie puede dejarse fuera.
	Sin discriminación de áreas de iniciativa: los usuarios comerciales no pueden ser excluidos.
	Distribución de la licencia: deben aplicarse los mismos derechos a todo el que reciba el programa.
	La licencia no debe ser específica de un producto: el programa no puede licenciarse solo como parte de una distribución mayor.
	La licencia no debe restringir otro software: la licencia no puede obligar a que algún otro software que sea distribuido con el software abierto deba también ser de código abierto.
	La licencia debe ser tecnológicamente neutral: no debe requerirse la aceptación de la licencia por medio de un acceso por clic de ratón o de otra forma específica del medio de soporte del software.

Tabla 13 Software Libre vs Código Abierto. Fuente: [64]

Anexo 7 – Resumen del desarrollo de aplicaciones de este tipo en instituciones nacionales y extranjeras

Institución	Tecnología Web	Tecnología (Libre/Código Abierto)	Apoyo a la toma de decisiones
NACIONALES			
UHOLM [65], [60]	X	X	-
UCI [6]	-	?	-
UCLV	X	-	?
UMCCG [66]	X	X	-
INTERNACIONALES			
ESPOL [67]	X	-	-
AUIP [68]	-	-	?
ITT	X	?	?
UNC [52]	X	X	X

Tabla 14 Sistemas de gestión de actividades de posgrado. Fuente: elaboración propia

Leyenda de símbolos:

- X → Sí
- - → No
- ? → Desconocido

Siglas de instituciones:

- UHOLM: Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”
- ISMM: Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
- UCI: Universidad de las Ciencias Informáticas
- UCLV: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
- UMCCG: Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos Gorriarán”
- ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador
- AUIP: Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrado
- ITT: Instituto Tecnológico de Tijuana, México
- UNC: Universidad Nacional de Córdoba

Anexo 8 - SCRUMBAN: Combinación de SCRUM y KANBAN

SCRUM +/- KANBAN = SCRUMBAN

Las iteraciones tendrán una duración fija (1 semana), aunque esta cadencia puede variar en función del plan del producto y la mejora del proceso.

El equipo asumirá un compromiso de trabajo por iteración.

La métrica por defecto para la planificación y la mejora del proceso es la Velocidad.

Los equipos deben ser multifuncionales.

Las funcionalidades deben dividirse en partes que puedan completarse en un sprint.

Se emplearán gráficos Burndown para dar seguimiento al avance del proyecto.

Se emplea una limitación del trabajo en proceso por sprint y por el estado del trabajo.

Se deben realizar estimaciones.

Siempre que haya capacidad disponible, se pueden añadir tareas.

La pila del sprint pertenece a un equipo determinado.

Se tendrán 2 roles (Dueño del Producto/Equipo).

El tablero de seguimiento es persistente para todos los sprints.

La pila del producto debe estar priorizada.

Todos los requerimientos del cliente se les asignarán un valor de satisfacción esperado por parte de éste.

Tabla 15 SCRUMBAN: Combinación de SCRUM y KANBAN. Fuente: elaboración propia

Anexo 9 – Pila de Productos de Académico

Id	Requerimientos	Importancia	Grado de Satisfacción Esperado
1	Cantidad de cursos solicitados por empresas en un año y cantidad de cursos que se propone como respuesta en el PSP (% de respuesta planificada) - en cuanto se cierre el PSP	98	8
2	Cantidad de cursos solicitados por empresas en un año a los que no se da respuesta porque no llegan a 10 las personas solicitantes - esto debería salir antes de cerrar el PSP, a partir de las tablas de solicitudes, para decidir si se propone como oferta	71	6
3	Cantidad de cursos solicitados en un año por una sola empresa, aunque sea para 10 o más personas - esto debería salir antes de cerrar el PSP, a partir de las tablas de solicitudes, para valorar posibles ofertas por CIH	70	6
4	Cantidad de cursos solicitados por empresas y cantidad de cursos desarrollados realmente (% de cumplimiento de nuestra respuesta)	90	8
5	Cantidad de cursos solicitados por empresas y % de cumplimiento por parte de ellos (matrícula real)	68	6
6	% de respuesta a solicitudes de empresas, por empresas y por tipo de ASP	74	6
7	Relación de empresas que piden años tras años los mismos cursos, con nivel de cumplimiento por parte de ellos (matrícula real que termina)	50	5
8	Cantidad de cursos ofertados que son impartidos en ese mismo año (respuesta inmediata del entorno a nuevas ofertas)	77	7
9	Relación de cursos ofertado en algún PSP que en etapas posteriores son solicitados (respuesta mediata del entorno a nuevas ofertas)	75	6
10	% que representan los cursos impartidos extraplan del total de la etapa	80	8
11	Relación de cursos impartidos en el año, con cantidad de participantes por empresa	73	6
12	Relación de cursos impartidos por un profesor	69	6
13	Relación de cursos impartidos por profesores con determinada categoría docente y científica	67	6
14	Relación de cursos recibidos por una misma persona en diferentes años	78	6
15	En qué período del año se incumplen más los cursos del PSP (por causas imputables a UHOLM)	50	5
16	En qué período del año se incumplen más los cursos del PSP (por causas imputables a empresas solicitantes)	55	5
17	Informe por año por del total de actividades de superación profesional agrupadas por tipo, facultad y áreas	95	8

18	Cantidad de estudiantes matriculados en un año por las diferentes actividades de superación profesional, por sexo, cuántos son profesores a tiempo parcial, cuántos a tiempo completo	88	6
19	Cantidad de estudiantes graduados en un año por las diferentes actividades de superación profesional, por sexo, cuántos son profesores a tiempo parcial, cuántos a tiempo completo	85	6

Tabla 16 Pila de productos de Académico

Anexo 10 – Esquema del proceso de formación de posgrado

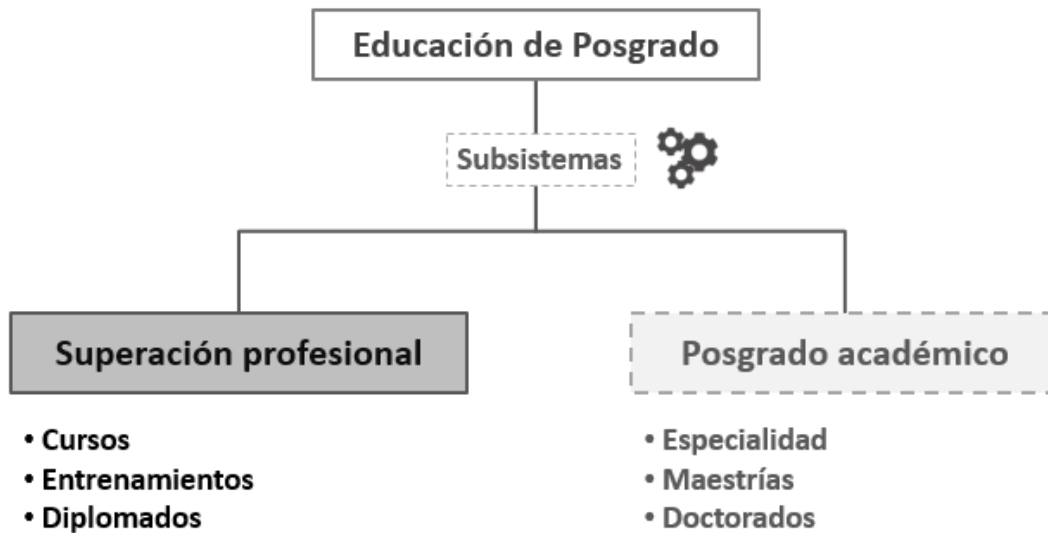


Figura 21 Proceso de formación de posgrado

Anexo 11 – Diagrama de Entidades del Datamart de ASP. Representación de los modelos físicos de los cubos OLAP.

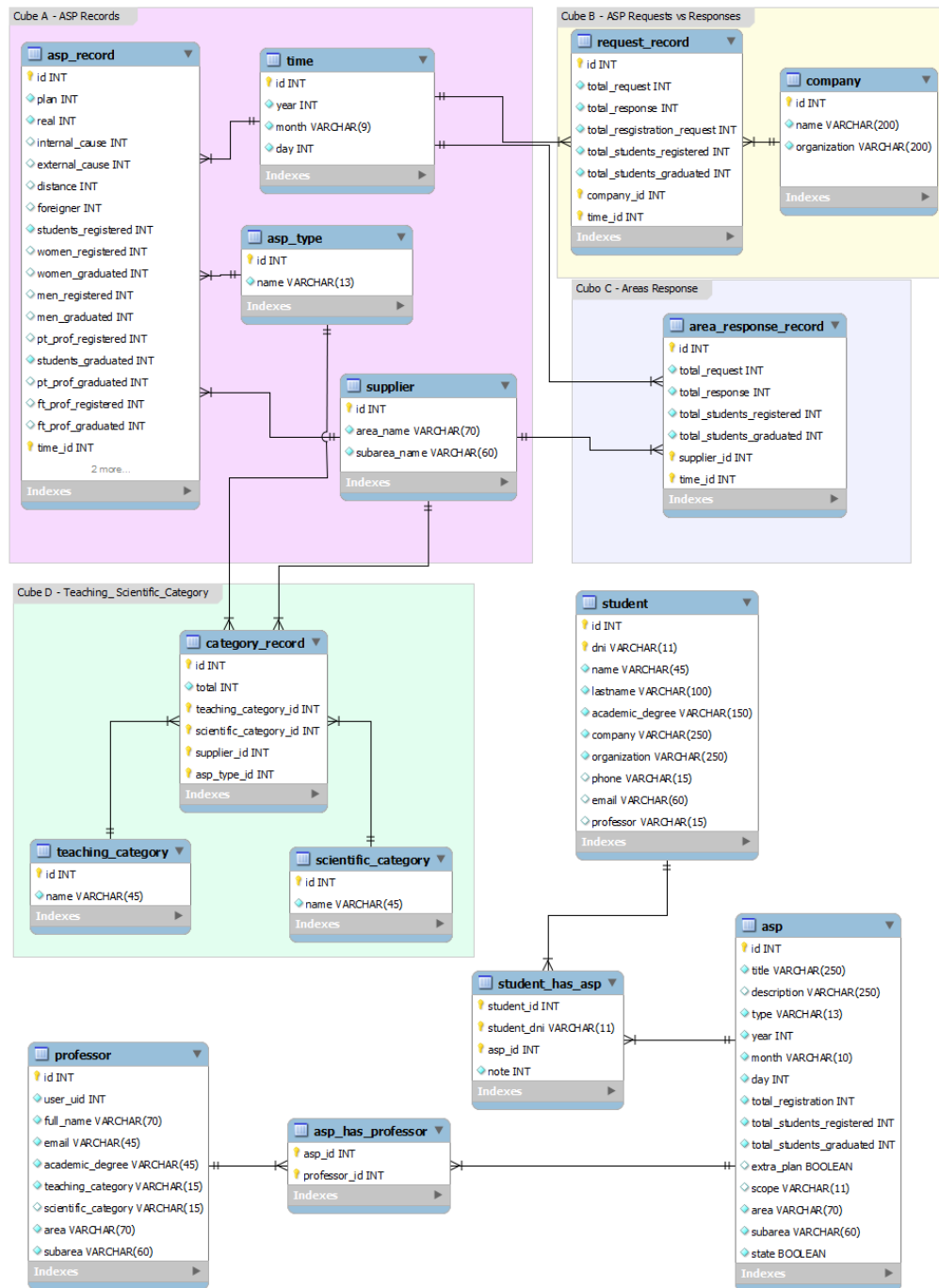


Figura 22 Modelo físico del Mercado de Datos y cubos OLAP