

Sistema de indicadores de calidad para la medición de la innovación y la gestión tecnológica en la industria: una propuesta

Quality indicators system for the measurement of innovation and technological management in industry: a proposal

Javier Darío Fernández*

Presentado: 1º de febrero de 2010 Aprobado: 8 de abril de 2010

Resumen

Introducción: se presentará una propuesta de Construcción e Implementación de un Sistema de Indicadores para la Medición de la Innovación y le Gestión Tecnológica en la Industria, para medir el impacto de los procesos de innovación y gestión tecnológica desde la perspectiva del aseguramiento de la calidad. **Metodología:** el esquema metodológico de trabajo se fundamenta en el proceso de desarrollo de software (RUP-UML); en él se presenta: la elicitación de requisitos, el diagrama de casos de uso, el diagrama de clases y la interfaz construida sobre el sistema de información. **Resultados:** se entrega el análisis y diseño del sistema de información propuesto, el cual integra los procesos de innovación y gestión tecnológicos en el marco de aseguramiento de la calidad para el control de la información mediante un cuadro de mando integral, este sistema en tiempo real permitirá proveer información ágil y oportuna a las empresas para la toma de decisiones sobre la base de la gestión de indicadores tecnológicos industriales. **Conclusiones:** la herramienta propuesta, desarrollada con software libre (lenguaje de programación java y manejador de bases de datos Mysql), permite optimizar el flujo de información en las áreas claves de innovación y gestión tecnológica de las empresas, principalmente las pymes hacia donde va dirigido este desarrollo, convirtiéndose en una Plataforma Unificada para la Gestión de Indicadores de Innovación y Gestión Tecnológica como herramienta informática de apoyo para la toma de decisiones.

Palabras clave: calidad, cuadro de mando integral, gestión del conocimiento, indicador, innovación, sistema de información.

Abstract

Introduction: a proposal for Construction and Implementation of a System of Indicators for the Measurement of Innovation and Technology Management will in Industry, to measure the impact of processes of innovation and technology management from the perspective of quality assurance. **Methodology:** the methodological scheme of work is based on the software development process (RUP-UML), it provided: the elicitation of requirements, use case diagram, class diagram and the interface built on the system information. **Results:** we deliver the analysis and design of the proposed information system, which integrates the processes of innovation and technology management in the context of quality assurance for the control of information through a scorecard, this system real time will provide quick and timely information to companies for making decisions on the basis of the management of industrial technology indicators. **Conclusions:** the proposed tool, developed with free software (Java programming language and database manager Mysql), to optimize the flow of information in key areas of innovation and technology management of firms, mainly pyme's which is directed towards this development, becoming a unified platform for Indicator Management Technology Management and Innovation and information technology support tool for decision making.

Keywords: quality, balanced scorecard, knowledge management, indicator, innovation, information system.

* Director del Centro de Investigaciones de la Universidad Cooperativa de Colombia, seccional Medellín. Magíster en Ingeniería. Candidato a doctor en Ingeniería Eléctrica. Correo electrónico: javier.fernandez@ucc.edu.co

Introducción

El presente trabajo muestra el proceso de construcción de un sistema de indicadores de calidad para los procesos de innovación y gestión tecnológica en empresas de bienes y servicios; el prototipo construido parte del reconocimiento de los desarrollos presentes en las áreas de indicadores de gestión tecnológica en sus dos componentes fundamentales: la innovación y la gestión del conocimiento, técnicas y metodologías de medición del componente tecnológico con el propósito de servir como marco metodológico para futuros desarrollos en el área; en él se explican las técnicas utilizadas en el análisis, diseño y programación, como son los diagramas de caso de uso y de objetos de UML para el proceso de análisis y diseño y la programación en Java para el desarrollo de las interfaces del sistema propuesto, contribuyendo así al desarrollo de la comunidad de líderes de la gestión tecnológica con una herramienta soportada para el refinamiento y especificaciones de calidad en los procesos de medición de la gestión tecnológica en la industria.

En la segunda sección se muestran los antecedentes teóricos más relevantes como soporte al sistema propuesto, en la tercera sección se muestra la metodología utilizada en el proceso de construcción del prototipo y en la cuarta sección se hace una descripción sobre los resultados y conclusiones.

Antecedentes

Una mirada al estado actual sobre los sistemas de medición de los indicadores de gestión tecnológica en la industria nos lleva necesariamente a hacer una revisión de conceptos y desarrollos logrados en el marco de aplicación de este tipo de sistemas propuestos.

En la medida en que avanza la discusión sobre los sistemas de indicadores de medición para la innovación y la gestión del conocimiento como base fundamental de la gestión tecnológica en la industria, crecen las discusiones en torno a la conceptualización de los componentes fundamentales de ésta.

En este sentido Cordua (1994) propone algunos conceptos como:

- *Sistema de información*: se define como el conjunto de elementos interrelacionados que recoge datos, los procesa y convierte en información, que almacena para posteriormente distribuir entre sus usuarios.
- *Tecnologías de la información*: son los medios en los que se desarrollan y utilizan los sistemas de información, como lo son computadoras, redes, etcétera.
- *Gestión de negocios*: proceso que guía y dirige a las organizaciones, a la vez que permite su desarrollo en el tiempo.
- *Gestión tecnológica*: proceso de adopción y ejecución de decisiones sobre las políticas, estrategias, planes y acciones relacionadas con la creación, difusión y uso de la tecnología.

Los indicadores de gestión tecnológica

Según OCDE (1996a, b, citado por Malaver et ál., 2004) y Malaver et ál. (2007), existen indicadores como: tipos de transferencia tecnológica, objetivos de la transferencia tecnológica, fuentes de información y cooperación en actividades de transferencia tecnológica, adquisición de equipos, derechos de propiedad y *know-how*, obstáculos de la transferencia tecnológica, importancia de la transferencia tecnológica a los negocios de la empresa, actividades de transferencia tecnológica, costos y financiamiento de las actividades

de transferencia tecnológica, gastos en investigación y desarrollo, personal dedicado a investigación y desarrollo, perspectivas de transferencia tecnológicas futuras, que deben dar cuenta de los procesos de gestión tecnológica en los países y en las industrias, en los cuales deben confluír, como lo dice a renglón seguido información referida a: centros tecnológicos nacionales, inversión en I+D, divulgación científica, formación de capital humano e inserción en la industria, universidades, que midan en el ámbito nacional índices como: porcentaje (%) de gasto en transferencia tecnológica, desarrollo de capital humano nacional y aplicación de la normatividad.

Otros enfoques como el de Kuznetsov y Dhalman (2008) proponen medir la gestión tecnológica con base en factores como: dependencia de recursos externos, grado de sofisticación de los componentes de la tecnológica, nivel de adelanto de la capacidad tecnológica, estado de desarrollo de la infraestructura tecnológica, nivel de estímulos producidos por el clima tecnológico, riesgos medioambientales asociados.

O enfoques como el propuesto por (Salazar et ál., 2008), según este trabajo, orientado al ámbito industrial, se deberá medir: inversión en ciencia, tecnología e innovación (porcentaje de inversión en I+D+i de las ventas totales, porcentaje de inversión en proyectos clasificados en innovaciones radicales, innovaciones nuevas para la región y nuevas para la industria y extensiones de línea, porcentaje de financiación externa en inversiones de I+D+i, Presupuesto de I+D+i anual), formación científica y tecnológica (número de graduados por niveles académicos, (técnica profesional, especialización

técnica profesional, tecnológica terminal, especialización tecnológica, pregrado universitario, especialización, maestría, doctorado; número de personas investigadoras según área de la ciencia y la tecnología, que hacen parte de algún proyecto de investigación de la industria, financiación formación de postgrado en el exterior y en el país), capacidades en ciencia y tecnología (número de alianzas con entidades de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación, número de proyectos realizados en conjunto con universidades y con grupos de investigación, número de personas vinculadas al grupo de investigación de la industria, número de innovaciones radicales, innovaciones nuevas para la región y nuevas para la industria y extensiones de línea, porcentaje de personas sobre el total de la industria que trabajan con actividades de ciencia, tecnología, innovación, desarrollo), producción bibliográfica (número de artículos de investigación por año en revistas indexadas, títulos de propiedad industrial (solicitudes de patentes de invención presentadas y concedidas, modelos de utilidad solicitados y concedidos ante la oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio [SIC], diseños industriales solicitados y concedidos ante la oficina de la SIC).

Los sistemas de información orientados a la gestión tecnológica

Ahora bien, al tratar de clasificar las herramientas de apoyo a la gestión tecnológica encontramos, según Núñez (2007):

1. Herramientas de búsqueda y recuperación de la información: motores de búsqueda y metabuscadores.
2. Herramientas de filtrado y personalización de la información: tecnologías Push.

3. Tecnologías de almacenamiento y organización de la información: sistemas de gestión de bases de datos (SGBD), Data Warehousing, asignación de metadatos.
4. Herramientas de análisis de información: entre estos se encuentran herramientas de minería de datos (data mining), minería de textos (text mining), árboles de decisión y sistemas expertos, tecnologías de autorganización (redes neuronales y asociativas), simulación.
5. Sistemas de gestión de flujos y comunicación: entre éstos están las herramientas para la representación de diagramas de flujos de datos (DFD) o herramientas CASE, herramientas para la elaboración de mapas de conceptuales o de conocimiento, herramientas para la comunicación y colaboración grupal (Groupware), los flujo de trabajo (Workflow), portales corporativos (PC).
6. Herramientas de aprendizaje y comercio electrónico (sistemas de e-learning y e-commerce).
7. Sistemas de gestión empresarial (GE): Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), investigación de mercado y gestión estadística. Estos enfoques no proponen un ambiente integrado para el desarrollo de sistemas integrados para la gestión tecnológica en nuestro medio que den cuenta de los procesos de innovación y gestión del conocimiento, por tanto, se hace necesario proponer una metodología para la construcción de un sistema integrado para la innovación y la gestión del conocimiento como el que se propone a continuación.

Metodología

El prototipo del Sistema para la Medición de Indicadores de Calidad en Innovación y Gestión del Conocimiento Industrial (SMICIGCI) se implementó utilizando la tecnología del lenguaje de programación Java, puesto que es una herramienta que nos permite interactuar entre diferentes plataformas y aporta en gran cantidad a superar este límite que actualmente aqueja a los sistemas existentes.

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos el cual ofrece toda la funcionalidad de un lenguaje potente, pero sin las características menos usadas y más confusas de los demás lenguajes de programación, al ser éste un lenguaje más simple, usable y de fácil interacción.

Para la construcción de un sistema de medición que logre unificar las plataformas de procesamiento de indicadores tecnológicos en la industria se hace necesario dar respuesta al siguiente interrogante investigativo: ¿existe una metodología unificada que permita medir indicadores tecnológicos entre múltiples plataformas sin perder la integridad de los datos? Al ser enfrentado este interrogante se ha propuesto un esquema de trabajo que permite brindar pautas para la construcción de una Metodología Unificada de Procesos de Medición Tecnológica (MUPMT); este esquema viene representado mediante las siguientes fases:

- Fase de análisis y definición de procesos de medición y reconocimiento de información de origen: implementando un algoritmo de conexión a las bases de datos origen donde se encuentra la información y los datos tecnológicos se establece el “puente” entre el

medidor de la información tecnológica y la fuente de los datos.

- En ella se define la estructura de los datos origen a ser medidos y las características técnicas de la plataforma desde la cual se obtiene la información tecnológica; al tener claramente definida la estructura origen se procede a la conexión del medidor de información tecnológica con la fuente de datos de origen.
- Fase de medición: implementando un algoritmo de reconocimiento de estructuras se continúa con el proceso de medición de los indicadores tecnológicos de innovación y

gestión del conocimiento sobre el “puente” construido en las fases previas.

Una vez se ha establecido la conexión con el origen y el destino de los datos se procede a realizar la tercera fase de medición de indicadores tecnológicos. Con las estructuras conectadas el aplicativo de medición de indicadores tecnológicos hace un reconocimiento a ambas estructuras y se procede a generar un archivo interno con los datos origen convertido a la estructura destino, tras lo cual se descargarán en la plataforma destino de la medición de indicadores tecnológicos y validados estructuralmente, como se puede apreciar en la siguiente figura:

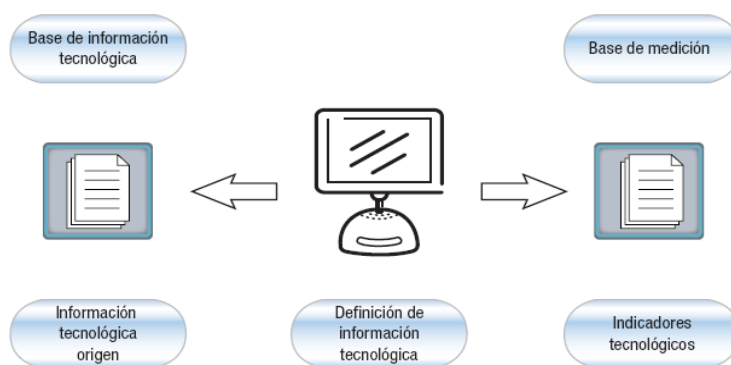


Figura 1. Esquema de medición de la información tecnológica
 Fuente: el autor

En este procesamiento de la información tecnológica se construyen los indicadores y los planes tecnológicos que soportarán como esquemas de trabajo los datos procesados en las plataformas operativas de la industria, con el fin de consolidar la información necesaria para la generación del sistema de indicadores de medición de la gestión tecnológica industrial. Una vez soportado el esquema de medición, se procede a la fase de “auditoría de la información”.

- Fase de auditoría de la información: el sistema permite generar los informes de gestión y cuadro de mando integral tecnológico de la información procesada, con el fin de detectar posibles errores, inconsistencias o duplicidades o falta de datos.

Ahora bien, a manera de resumen, un esquema general del sistema propuesto presenta la siguiente configuración:

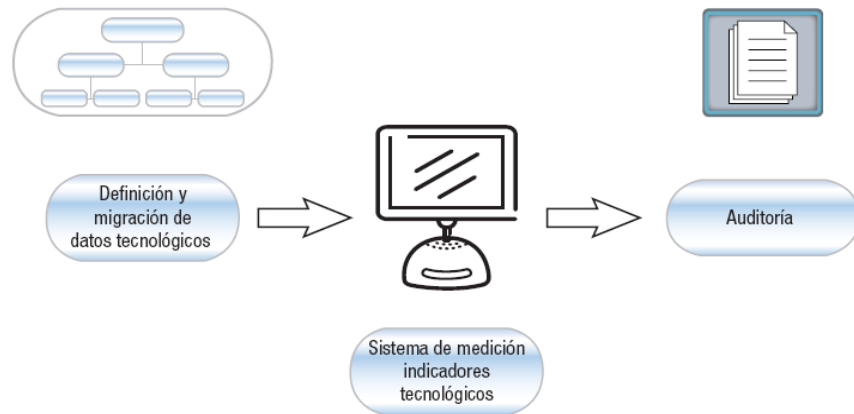


Figura 2. Esquema general del sistema
Fuente: el autor

En el esquema anterior se presenta: un proceso de definición y migración de información tecnológica, un proceso de medición de indicadores tecnológicos y un proceso de auditoría.

Una vez presentado el esquema macro del sistema propuesto, se procede, haciendo uso del UML (lenguaje unificado de modelado), a presentar el modelo para la construcción del sistema.

Análisis y diseño

El sistema de medición de indicadores tecnológicos presenta un esquema general que se basa en los siguientes requerimientos funcionales: abrir cuadro de mando integral existente, cambiar nombre de ruta de almacenamiento, cerrar ventana, copiar indicador, cortar indicador, crear cuadro de mando

integral, crear programa tecnológico, definir actividades del proyecto tecnológico, definir recursos tecnológicos, definir riesgos tecnológicos, editar indicador, elaborar plan tecnológico, estimar indicadores del proyecto, generar cuadro de mando integral, gestionar cuadro de mando integral, gestionar indicador, gestionar proyectos tecnológicos, gestionar ventana, guardar cambios, imprimir cuadro de mando integral, ingresar ayuda, ingresar clave, maximizar ventana, minimizar ventana, mostrar contenido, mostrar cuadro de dialogo, mostrar índice, mostrar opciones de búsqueda, mostrar vista del cuadro de mando integral, mover indicador, mover ventana, pegar indicador, presentar propiedades del cuadro de mando integral, restaurar ventana, simular proyectos, validar clave y verificar proyectos.

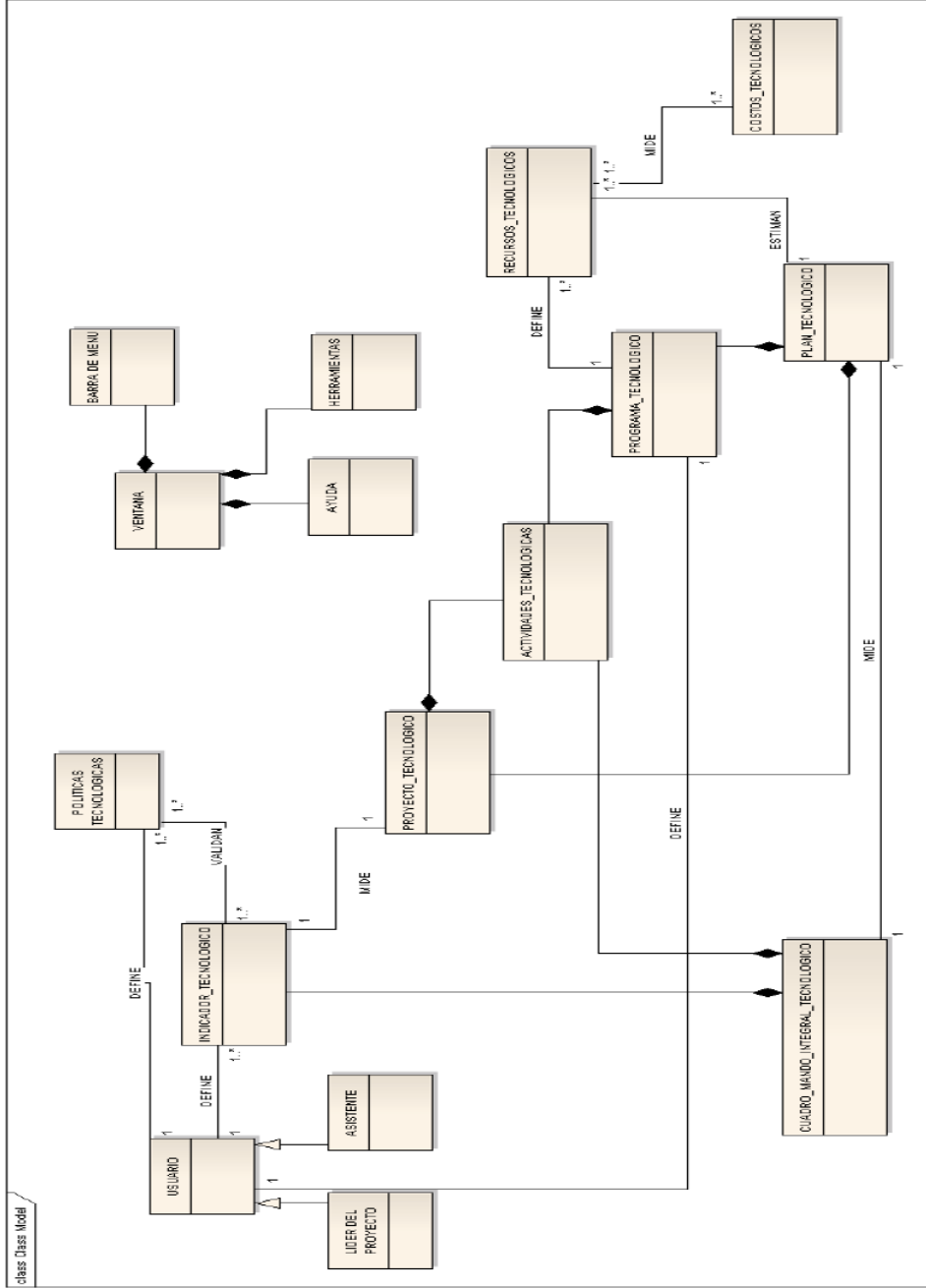


Figura 4. Diagrama de objetos del sistema
 Fuente: el autor

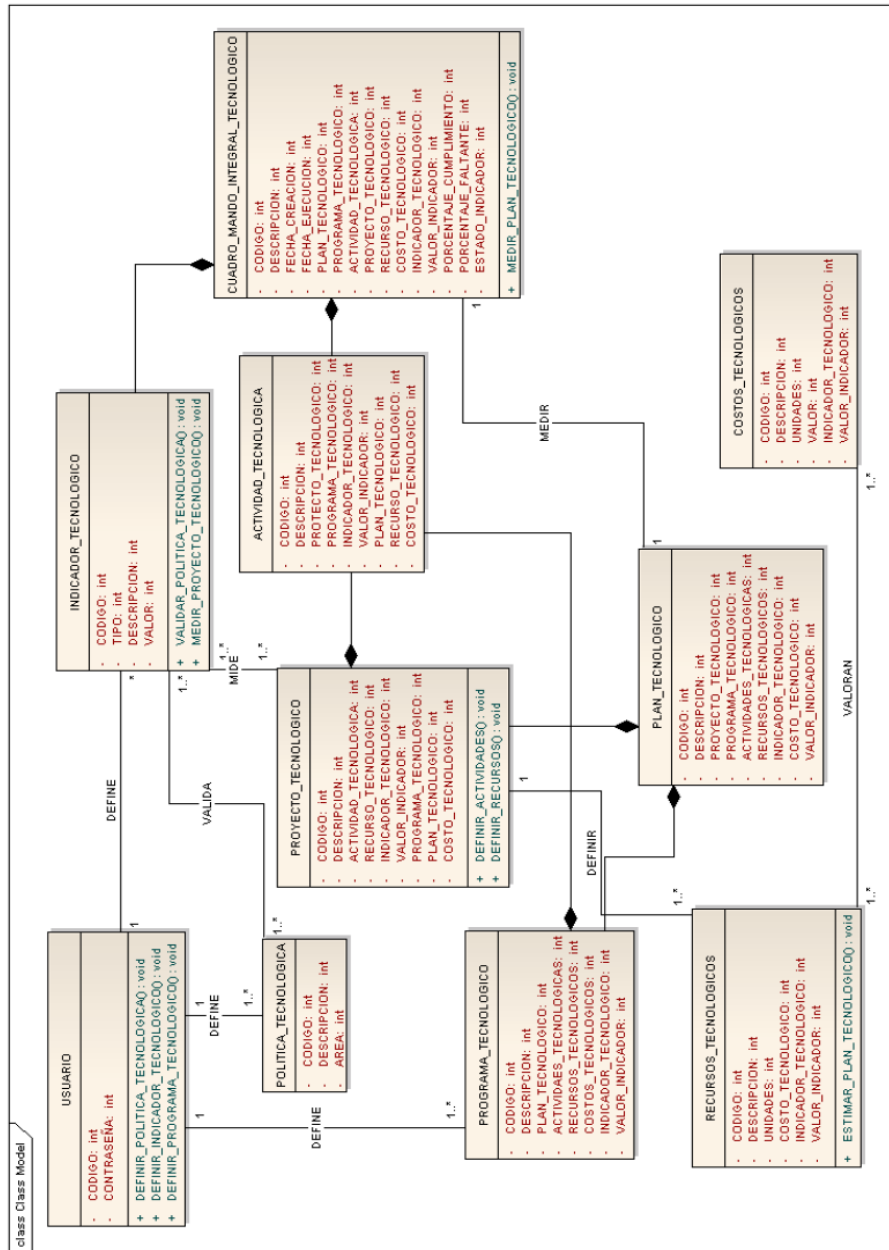


Figura 5. Diagrama de clases del sistema
Fuente: el autor

Construcción del prototipo

Una vez superada la fase de análisis y diseño del sistema propuesto, se procede con el proceso de implementación o codificación.

Haciendo uso del lenguaje de programación Java, se ha construido una interfaz o módulo de sistema de indicadores para innovación y gestión del conocimiento industrial, como se muestra en la figura 6.

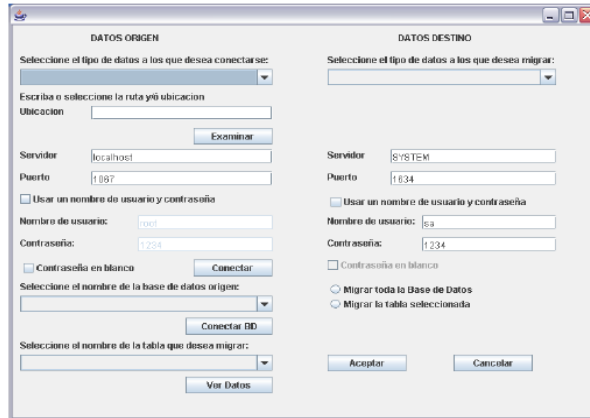


Figura 6. Representación del sistema de indicadores para innovación y gestión del conocimiento industrial
Fuente: el autor

Resultados parciales

Durante el proceso de desarrollo se han ido evaluando permanentemente los elementos que entran a conformar el sistema propuesto; entre los eventos importantes que se han presentado durante este proceso de desarrollo del sistema tenemos: se realizó un análisis en términos de determinación de las necesidades que deberá cubrir el proceso de definición de indicadores de innovación y gestión del conocimiento para generar un esquema metodológico unificado como el propuesto.

Se han construido los diagramas más representativos de UML para modelar el sistema propuesto, como con: el diagrama de casos de uso y el diagrama de objetos de los

requerimientos funcionales más representativos del sistema, haciendo una revisión permanente sobre los cambios a realizar en éste.

Se ha construido un primer prototipo con el lenguaje de programación Java del sistema propuesto.

Conclusiones

El proyecto desarrollado permitirá, entre otros aspectos:

- El Sistema para la Medición de Indicadores de Calidad en Innovación y Gestión del conocimiento Industrial (SMICIGCI) como metodología, especifica y estandariza toda una secuencia de pasos lógicos para definir

los procesos de innovación y gestión del conocimiento en la industria.

- El Sistema para la Medición de Indicadores de Calidad en Innovación y Gestión del Conocimiento Industrial (SMICIGCI), como proyecto dirigido desde la academia, potencializa la capacidad investigativa de los integrantes y los involucra en el ámbito de innovación al generar un prototipo que supera las capacidades de otros desarrollos creados para área similares, que se limitan a una sola plataforma o sistema operativo y cuyos fines son específicos para una misma compañía.
- Java como lenguaje de programación permite superar barreras que suponen diferentes plataformas y, más específicamente, los diferentes entornos de gestión de información.
- Una interfaz amigable, intuitiva y precisa es un elemento clave en el éxito del funcionamiento del prototipo, ya que dirige a conexiones exitosas y, en consecuencia, el traslado efectivo de la información.
- El sistema propuesto aportará a futuro mejoras en los diferentes procesos empresariales que involucren escalabilidad o actualizaciones de *software* y también ahorros económicos.
- Tanto las herramientas de diseño utilizadas como las de programación han resultado adecuadas a los propósitos planteados en este proyecto, a un bajo costo, flexibles y adaptables, se ha podido construir un primer prototipo para el sistema propuesto.

Referencias

- Cordua, S. J. (1994). "Tecnología y desarrollo tecnológico", en *Gestión tecnológica y desarrollo universitario*. Santiago de Chile, Centro Interuniversitario de Desarrollo (CINDA).
- Jaramillo, H.; Lugones, G. y Salazar, M. (2000), *Manual para la normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá*, OEA/RICYT, Bogotá, Tres Culturas Editores.
- Kuznetsov, Y. y C. Dhalman. (2008). *Mexico's transition to a knowledge-based economy: challenges and opportunities*. Washington DC, The World Bank.
- Malaver, F. y Vargas, M. (2004, septiembre). *El desarrollo del manual de Bogotá. Algunas contribuciones desde la experiencia colombiana*. En VI Taller de Indicadores de la Ricyt, Buenos Aires, Ricyt.
- Malaver, F. y Vargas, M. (2007, 23-25 de mayo). *Los indicadores de innovación en América Latina: Nuevos avances y desafíos*, en VII Congreso Iberoamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Brasil.
- Núñez, I. y Núñez, Y. (2007). *Propuesta de clasificación de las herramientas-software para la gestión del conocimiento*, Cuba, SciELO.
- OECD (1996a). *Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data - Oslo Manual*, París, OECD.
- OECD (1996b), *Manual de Frascati. Medición de las actividades científicas y tecnológicas*, París, OECD.
- Salazar et ál. (2008). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2008/Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología*, Bogotá, Editorial CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango.
- Sancho, R. (2002), "Directrices de la OCDE para la obtención de indicadores de ciencia y tecnología", en *Indicadores de Ciencia y tecnología en Iberoamérica Agenda 2002*, Argentina, Ricyt.
- Vidal, J. (2009). *Las deducciones fiscales por actividades de I+D+i: una visión práctica*, Ed. Ditecno Consultores.