



UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS
DIRECCIÓN DE FORMACIÓN POSGRADUADA

**Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la
evaluación del desempeño en la Universidad de las
Ciencias Informáticas**

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE MÁSTER
EN INFORMÁTICA APLICADA

Autor:

Lic. Omar Mar Cornelio

Tutores:

Msc. Yeleny Zulueta Véliz

Dr. Maikel Leyva Vázquez

Consultante:

Dra. Rosario C. Garza Ríos

La Habana, octubre 2013

“Año 55 de la Revolución”

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO ACADÉMICO DE MÁSTER EN
INFORMÁTICA APLICADA**

**Título: " Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del
desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas"**

Autor:

Lic. Omar Mar Cornelio

Profesor Asistente.

Vicedecano Administrativo Facultad 6

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: omarmar@uci.cu

Tutora:

Msc. Yeleny Zulueta Véliz

Profesora Auxiliar.

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: yeleny@uci.cu

Tutor:

Dr. Maikel Leyva Vázquez

Profesor Asistente.

Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

Email: mleyvaz@uci.cu

Consultante:

Dra. Rosario C. Garza Ríos

Profesora Titular.

Dpto. Ingeniería Industrial.

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba.

Email: rosariog@ind.cujae.edu.cu

Pensamiento

*“ Una parte importante del problema estaría resuelta tecnológicamente,
la otra hay que cultivarla sin descanso”.*

Fidel Castro Ruz

Dedicatoria

A mi madre, por su apoyo en todos los momentos difíciles transcurridos en mi camino en la ciencia.

A mi bebesin que tanta esperanza trae a mi vida.

A mis amigos, aunque muchísimos, no menos importantes, quienes no dudaron un instante en decirme " aquí estamos para ayudarte en lo que ~~sea~~ necesario".

A mis estudiantes, mi eterno jurado.

Agradecimientos

A Filmar, Aquiles, Nohemy, Dinorah y Karen por su gran ayuda para garantizar los resultados de esta investigación.

A mis profesores, por su paciencia y dedicación en su labor educativa.

A mis tutores y consultante Yeleny Maikeley Rosario quienes contribuyeron con todo su empeño a mi crecimiento profesional y desarrollo de este trabajo.

A mi oponente Marelys por su profesionalidad para emitir su punto de vista.

A mi amiga Regla por darme luz cuando todo estaba oscuro.

A mi Decano por creer en mí y darme el tiempo necesario para fundamentar mi propuesta.

A mis compañeros Mandy, Lili y Baby por empujarme a la meta cuando la carrera estaba perdida.

A la Revolución Cubana, por darme la posibilidad de estudiar y optar por este título académico.

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA

Yo Omar Mar Cornelio, con carné de identidad 82112404027, declaro que soy el autor principal del resultado que expongo en la presente memoria titulada “Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación de desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas”, optando por el título de Máster en Informática Aplicada y reconozco a la Universidad de las Ciencias Informáticas los derechos patrimoniales de la misma, con carácter exclusivo.

El presente trabajo fue desarrollado en el período comprendido entre el mes de Enero de 2012 y Junio de 2013.

Finalmente declaro que todo lo anteriormente expuesto se ajusta a la verdad, y asumo la responsabilidad moral y jurídica que se derive de este juramento profesional. Para que así conste, firmo la presente declaración jurada de autoría en La Habana a los _____ del mes de octubre del año 2013.

Lic. Omar Mar Cornelio.

Firma del autor

Resumen

La gestión en el proceso de evaluación del desempeño juega un papel importante para garantizar la eficiencia en las entidades laborales. En la Universidad de las Ciencias Informáticas se realiza a través de modelos con indicadores establecidos en los que son reflejadas las competencias de los trabajadores. Sin embargo, no es posible realizar informes sobre sus comportamientos, ni contar con técnicas de ayuda en la toma de decisiones para las evaluaciones. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada a partir de la implementación de un motor de inferencia basado en operadores de agregación de la información como ayuda a la toma de decisiones sobre la evaluación del desempeño codificado mediante un sistema informático. El sistema propuesto brinda un conjunto de reportes que facilita la gestión de la información a los principales directivos, con agilidad y precisión y disminuye el gasto de recursos materiales y humanos. Se aplicó un método de experto el cual permitió medir el índice de decisión en el proceso antes y después de la aplicación de la propuesta.

Palabras Claves: Agregación de la información, evaluación del desempeño, toma de decisiones, motor de inferencia, sistema informático.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Fundamentos teóricos.....	6
Introducción.....	6
1.1 La evaluación del desempeño.....	6
1.1.1 Funciones de la evaluación del desempeño.....	6
1.1.2 Métodos de evaluación del desempeño.....	7
1.1.3 Evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas.....	11
1.1.4 Problemas de la evaluación del desempeño.....	12
1.2 El proceso de toma de decisiones.....	13
1.2.1 Criterios existentes para la toma de decisiones.....	14
1.3 Principales métodos de evaluación y decisión multicriterios.....	16
1.3.1 Relaciones de Superación.....	16
1.3.2 Ponderación Lineal.....	17
1.3.3 Proceso Analítico Jerárquico.....	17
1.3.4 Agregación de la Información.....	18
1.4 Análisis sobre métodos de evaluación y decisión multicriterios.....	20
1.5 Sistemas informáticos para la evaluación del desempeño.....	23
1.6 Conclusiones parciales.....	25
Capítulo 2: Propuesta de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño.....	27
Introducción.....	27
2.1 Descripción de las características del sistema.....	27
2.2 Motor de inferencia para la evaluación del desempeño.....	32
2.3 Patrón y estilo arquitectónico.....	37
2.3.1 Cliente-Servidor.....	38
2.3.2 Modelo Vista Controlador.....	39
2.4 Implementación del sistema.....	39
2.4.1 Componentes del sistema.....	40
2.4.2 Base de datos del sistema.....	41
2.4.3 Despliegue general del sistema.....	42
2.5 Interfaces del sistema.....	44
2.6 Conclusiones parciales.....	48

Capítulo 3: Validación del sistema propuesto	49
Introducción.....	49
3.1 Método de experto para determinar los Índices de Decisión sobre la evaluación del desempeño.....	49
3.1.1 Determinación del Índice de Decisión Inicial.....	56
3.1.2 Determinación del Índice de Decisión Final	60
3.2 Análisis de los resultados y discusiones	63
3.3 Conclusiones parciales	64
Conclusiones.....	65
Recomendaciones	66
Referencias bibliográficas.....	67
Anexos.....	74

Introducción

Un elemento al que se le ha concedido una vital importancia en los últimos años, ha sido la introducción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs), lo que ha marcado nuevas formas de materializar el mundo. En medio del desarrollo tecnológico, el estado cubano realiza numerosos esfuerzos sentando las bases necesarias para garantizar la informatización de la sociedad cubana, ejemplo de esto lo representa la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), creada con fines docentes – productivos como bastión económico, político y social que sin lugar a dudas escala posiciones en el sustento económico de la nación cubana.

Si bien es cierto que las novedosas tecnologías representan la base de una sociedad moderna, es importante lograr la eficiencia en el contexto empresarial (Castro, 2010). Cada vez son más las empresas que comienzan a incorporar ideas relacionadas con el desarrollo del Capital Humano, para alcanzar un desempeño superior y satisfacer la continua necesidad de elevar la productividad, enfocándose en la Gestión por competencias (Palmero *et al.* 2012) haciéndose necesario un nuevo enfoque de los recursos humanos, que posibilite y contribuya a un mejor alcance de los objetivos planteados por las instituciones.

La evaluación del desempeño constituye el proceso por el cual se estima el rendimiento global del trabajador y es indispensable para que éste se esfuerce por mejorar la calidad de su labor (Salas, 2010). Muchas instituciones utilizan esta información para determinar las compensaciones a otorgar. Un buen sistema de evaluación puede también identificar problemas de funcionamiento (Rodríguez, 2010), indicar la necesidad de volver a capacitar o revelar un potencial no aprovechado.

En las condiciones actuales, la introducción de un Sistema de Gestión Integrada de Capital Humano (SGICH) basado en las normas cubanas 3000 (ONN, 2007), constituye un paso significativo en el modelo de gestión de las organizaciones cubanas (Hernández *et al.* 2010). En particular, a la manera de cómo se evalúa el desempeño, representando una oportunidad única para enfrentar la tarea de darle un vuelco a la forma en que se gestiona el proceso de evaluación del capital humano en Cuba (Santos, 2012).

Con el objetivo de lograr un servicio de excelencia, la Universidad de las Ciencias Informáticas basada en sus resultados productivos y los ingresos sostenidos por la exportación, el intenso trabajo para elevar la economía nacional y el compromiso con la Revolución, en julio del 2007, estableció un sistema de pago adicional, sobre la base de la evaluación del desempeño laboral de sus trabajadores (MTSS, 2007).

Tratar a la evaluación del desempeño como un proceso y no como un acto, sigue constituyendo actualmente un eslabón perdido. Por lo general, los directivos muestran como mala práctica la posposición de la evaluación de sus trabajadores hasta días antes de la fecha acordada para entregar los certificados de evaluación (Albeiro, 2009), en otros casos se incumplen con los plazos establecidos.

Según la práctica cotidiana del autor y la utilización de métodos empíricos como encuestas a directivos y guía de observaciones (Ver Anexo 1, Anexo 2), se pudo determinar las siguientes insatisfacciones:

- No se cuenta con herramientas informáticas para evaluar las competencias laborales de los trabajadores.
- Se carece del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones para apoyar la toma de decisiones.
- El proceso de evaluación constituye un acto puramente formal y burocrático donde los administrativos reflejan a su entender el comportamiento de sus trabajadores en un período de tiempo.
- Existe un alto grado de subjetividad en el proceso de decisión de las evaluaciones.

Del análisis sobre la situación anterior se define como **problema de investigación**:
¿Cómo contribuir a la toma de decisiones sobre las evaluaciones del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas?

Del problema anterior se deriva como **objeto de estudio**, proceso de toma de decisiones basado en la agregación de la información.

El **objetivo general** del presente trabajo es: desarrollar un sistema informático que implemente un motor de inferencia basado en la agregación de la información para la

toma de decisiones sobre la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Objetivos específicos:

- Elaborar el marco teórico de la investigación.
- Elaborar el motor de inferencia decisional basado en la agregación de la información para la evaluación del desempeño.
- Desarrollar un sistema informático que implemente motor de inferencia decisional basado en la agregación de la información para la gestión del proceso de evaluación del desempeño.
- Validar el índice de decisión en la evaluación del desempeño con la utilización del sistema propuesto.

Se determina como **campo de acción:** motor de inferencias utilizando método de agregación de información para la toma de decisiones sobre la evaluación del desempeño.

Se define como **hipótesis:** Con la implementación de un motor de inferencia basado en la agregación de la información sobre un sistema informático, se contribuirá a la toma de decisiones sobre la evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

Partiendo de la hipótesis planteada, se determinaron las siguientes variables:

Variable dependiente: Toma de decisiones sobre la evaluación del desempeño.

Definición conceptual: Capacidad de decidir una evaluación del desempeño en un período de tiempo para un trabajador, sobre la base de la orientación, ejecución y control de las tareas, optimizando el gasto de recursos materiales.

Variable independiente: Sistema informático.

Definición conceptual: Herramienta informática que permita la gestión del proceso de evaluación del desempeño.

Variable independiente: Motor de inferencia decisional.

Definición conceptual: Método matemático empleado como soporte a la toma de decisiones sobre los indicadores de la evaluación del desempeño.

Se operacionaliza la variable dependiente identificada por el autor para determinar la esencia del proceso. (Ver Anexo 3)

En el desarrollo de la investigación, se destaca la utilización de los siguientes métodos científicos:

Métodos **empíricos** usados en dos etapas fundamentales de la investigación: Al comienzo, para poder determinar el grado de profundidad que adquiere el problema y al concluir, para identificar si quedaron o no satisfechas todas las necesidades previstas utilizándose:

- Entrevista: Aplicada a directivos para diagnosticar el estado actual del objeto de estudio (Ver Anexo 1).
- Observación: Aplicada por el investigador como técnica de recopilación de información del proceso objeto de estudio (Ver Anexo 2).

Método **teórico**

- Analítico – sintético: Permite descomponer el problema de investigación en elementos por separados y profundizar en el estudio de cada uno de ellos, para luego sintetizarlos en la solución propuesta.
- Inductivo – deductivo: La inducción proviene de la realidad, genera problemas de tipo abierto y su solución se orienta a producir conocimientos prácticos; la deducción genera problemas de tipo cerrado y su solución está dirigida a comprobar teorías.

Método **estadístico matemático**

- Cuantitativo: Permite mediante el análisis de información recogida en tablas y cálculos matemáticos medir los resultados de los datos recogidos por medio de los instrumentos aplicados para constatar la hipótesis planteada.

Novedad de la investigación: Desarrollo de un motor de inferencia basado en método de agregación de la información, en un sistema que soporta el proceso de evaluación del desempeño.

La **Significación práctica**: Que el conjunto de evaluadores de la UCI dispongan de un sistema informático de ayuda a la toma de decisiones en su labor diaria para gestionar el proceso de evaluación del desempeño.

El presente documento se encuentra estructurado en resumen, introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

El presente documento se encuentra dividido en tres capítulos. En el primero de ellos, se realiza un análisis de los principales conceptos asociados al proceso de toma de decisiones en la evaluación del desempeño así como las soluciones informáticas existentes en el mercado.

El segundo capítulo describe los elementos fundamentales de la solución propuesta. Incluye la definición del motor de inferencia y el proceso de agregación de información así como la descripción de las características del sistema.

En el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos del proceso de investigación con el objetivo de validar la propuesta, donde se realizan un conjunto de pruebas funcionales y se plantea un diseño experimental con el consenso de expertos midiéndose el comportamiento del índice de decisión antes y después de aplicada la propuesta.

El documento cuenta con una sección de conclusiones y recomendaciones. En los anexos, se presentan los instrumentos utilizados para constatar la existencia del problema y los instrumentos aplicados en las diferentes etapas de la investigación.

Capítulo 1: Fundamentos teóricos

Introducción

En el presente capítulo se realiza un estudio sobre el proceso de evaluación del desempeño, los principales problemas y sus tendencias actuales. Se presenta el proceso de toma de decisiones, los principales métodos de ayuda a la toma de decisiones además de la caracterización de los sistemas para la evaluación del desempeño existentes.

1.1 La evaluación del desempeño

Desempeño laboral es el grado en el cual el empleado cumple con los requisitos de trabajo (Gibson, 2001). El desempeño laboral se establece como el resultado de cargos que se relacionan con los propósitos de la organización, tales como calidad, eficiencia y otros criterios de efectividad (Milkovich, 1994).

Para estimar el desempeño existe gran cantidad de criterios que pueden medirse. Las habilidades, capacidades, cualidades y necesidades son características individuales que provocan comportamientos, las cuales a su vez afectan los resultados.

Algunos de los criterios para medir el desempeño de los trabajadores son: responsabilidad, cooperación, asistencia, necesidad de superación, calidad y conocimiento del trabajo. Alcanzar las metas al tiempo que se utilizan los recursos son los objetivos de la eficiencia.

La evaluación del desempeño es un sistema formal de revisión y evaluación del desempeño laboral individual (Mondy, 2005). Aunque la evaluación del desempeño es fundamental, el enfoque en la mayoría de las empresas se centra en el empleado individual sin importar la eficacia. Un sistema de evaluación eficaz evalúa el cumplimiento de planes, metas y objetivos.

1.1.1 Funciones de la evaluación del desempeño

La evaluación del desempeño tiene muchas y diferentes funciones. Este proceso no sólo es un método utilizado con el objetivo de mejorar el desempeño de los trabajadores y el organizacional, sino que puede realizarse atendiendo a otros

objetivos. Las funciones que puede cumplir un proceso de evaluación del desempeño son las siguientes (Chen, 2006):

- Planificación de los Recursos Humanos.
- Selección de personal.
- Capacitación y desarrollo.
- Planificación y desarrollo de la carrera profesional.
- Programas de compensación.
- Relaciones internas con los empleados.
- Evaluación del potencial de los empleados.

Estas funciones se pueden resumir en (Calle, 2009):

- Medición del potencial de capital humano de una empresa con el fin de lograr su pleno desarrollo y facilitar el pleno empleo.
- Establecer el capital humano como uno de los factores productivos más importantes dentro de la empresa. La mejora y desarrollo de ese capital humano permitirá el aumento de la productividad casi de forma indefinida.
- Unificar en un solo ítem los objetivos organizacionales con los objetivos individuales de los empleados, mejorando la cooperación y la participación de todos los empleados en los objetivos establecidos por la empresa.

1.1.2 Métodos de evaluación del desempeño

Los procesos de evaluación del desempeño se pueden realizar siguiendo diferentes metodologías, aunque es posible su clasificación en dos grandes categorías en función de la información que utilicen. Se distingue entre los métodos que utilizan información objetiva en el proceso de evaluación y aquellos que utilizan información subjetiva (Calle, 2009).

Métodos de evaluación basados en información objetiva

Se basan principalmente en la medición de criterios cuantificables. Hay que tener en cuenta que, si bien los criterios utilizados en éste tipo de métodos son objetivos, hay criterios más objetivos que otros, ya que en la producción de un bien no solo hay que tener en cuenta el trabajo del empleado sino que también hay que considerar otros condicionantes, como pueden ser los factores externos al empleado (maquinaria defectuosa, falta de suministro energético, etc.).

Producto a la sencillez de desarrollo y gestión es el tipo de procedimientos más usado por las compañías. A continuación se presentan algunos de los métodos utilizados basados en información objetiva:

- **Medición de la producción:** La información utilizada en el proceso de evaluación del desempeño es la producción realizada por cada empleado (medida en unidades de bien producidas) en un período de tiempo determinado (Doyle, 2004).
- **Nivel de ventas:** El método consiste en cuantificar las ventas realizadas por cada empleado durante un período de tiempo (Tovar *and* Revilla, 2010).
- **Datos personales:** En este método de evaluación se utiliza la información personal de cada empleado relacionada con el puesto de trabajo desempeñado. Dentro de la información personal se pueden incluir datos del empleado como son el ausentismo laboral, el número de veces que el empleado ha llegado tarde a su puesto de trabajo, el número de veces que ha recibido una llamada de atención por parte de los superiores, etc. (Inchausti, 2008).
- **Tests o pruebas de desempeño:** Este tipo de metodología es utilizada en aquellos puestos de trabajo donde la recogida de datos objetivos es dificultosa y donde los datos no están exentos de subjetividad y contaminación. El proceso consiste en realizar periódicamente una prueba de desempeño a los empleados. La prueba consiste en reproducir una situación habitual del puesto de trabajo que ocupa el trabajador y evaluar como el trabajador realiza su trabajo (Jerez. *et al*, 2012).
- **Evaluación de directivos:** Generalmente los métodos que utilizan información objetiva en el proceso de evaluación no son usados para evaluar empleados situados en puestos jerárquicamente superiores, aunque cada vez hay más empresas que utilizan estos procedimientos para la evaluación de sus directivos. La información utilizada en este caso está basada sobre todo en los resultados financieros o de servicios obtenidos por la empresa durante un período determinado (Cano, 2008).

Métodos de evaluación basados en información subjetiva

La mayoría de los métodos de evaluación usados por las compañías utilizan información subjetiva en el proceso, aún con el riesgo de que el resultado obtenido esté sesgado. La fundamentación del uso de información subjetiva se basa en el hecho de que el desempeño de un empleado no debe basarse únicamente en los resultados productivos obtenidos por el mismo, sino que hay todo un conjunto de comportamientos, habilidades, cualidades que deben ser analizados. Estos métodos se pueden clasificar en dos grandes categorías (Duncan *and* Raifa, 1985): Los métodos comparativos (*ranking methods*) y los métodos absolutos (*rating methods*).

Métodos comparativos

- **Comparación por *ranking*:** En este proceso el evaluador debe realizar un *ranking* de todos los empleados, desde el mejor hasta el peor. Existen variaciones del proceso en el que el evaluador ordena a los empleados comenzando por el mejor y pasando después al peor y así sucesivamente hasta completar el *ranking*.
- **Comparación por pares:** En este método de evaluación los empleados son comparados dos a dos para diferentes factores o criterios. Los empleados comparados no son elegidos al azar sino que siempre se compara el empleado considerado mejor en el criterio con el resto de empleados. El proceso establece como resultado un *ranking* global de los empleados. Es un procedimiento muy sencillo aunque poco utilizado por las empresas debido a la escasa eficiencia de sus resultados (Pérez, 2012).
- **Distribuciones forzadas:** Son muchas las compañías que utilizan este método de evaluación, como son *Ford Motor*, *Hewlett-Packard*, *General Electric* y *Microsoft* entre otras (Edwards *and* Ewen, 1996). El procedimiento consiste en clasificar a los empleados en diferentes categorías, según su nivel de desempeño (Espinilla *et al.* 2005). Una vez que los empleados son clasificados por el evaluador, los empleados con un nivel de desempeño deficitario son avisados por la compañía. Si su rendimiento no mejora en la siguiente evaluación, podrán ser despedidos.

Métodos absolutos

- **Escalas gráficas:** Este método de evaluación es uno de los más utilizados por las compañías (Evangelos, 2000) y consiste en evaluar al empleado atendiendo a diferentes factores fijados previamente por la empresa (Fernández, 2006). El procedimiento consiste en la elaboración de un formulario de doble entrada. En ese formulario las filas representarán los factores a evaluar y las columnas los diferentes grados de cumplimiento de los factores a evaluar, expresados mediante palabras sencillas.
- **Elección forzada:** Este método fue desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial para la selección de aquellos oficiales que debían ser ascendidos (Ferris *and* Judge, 1991). La evaluación consiste en un cuestionario que debe ser completado por el evaluador (Fisher *et al*, 2006). El cuestionario incluye diferentes bloques, cada uno de los cuales está compuesto por frases que tratan de describir el desempeño del empleado en diversas facetas. Este método se llama de elección forzada porque el evaluador está obligado a evaluar al empleado mediante dos de esas frases, una que defina lo mejor posible su desempeño y otra que defina lo peor posible el desempeño del empleado.
- **Incidentes críticos:** Desarrollado por Burns y Flanagan (Burns *and* Flanagan, 1955) en 1955. El procedimiento consiste en evaluar el desempeño de los trabajadores atendiendo únicamente a los incidentes críticos de los empleados. El método no hace referencia a los comportamientos habituales del trabajador sino que presta atención a los incidentes positivos o negativos protagonizados por el empleado. Así, los comportamientos positivos deberán ser reforzados por la empresa y los negativos deberán ser corregidos.
- **Escalas de calificación basadas en el comportamiento:** Es una combinación del método de las escalas gráficas y del método de elección forzada. En concreto se trata de una escala gráfica donde las diferentes graduaciones de los factores a evaluar no están dadas por simples palabras, sino que se incluye una frase descriptiva para graduar los niveles de desempeño. Al igual que en el caso del método de elección forzada, el cuestionario está dividido en bloques y en cada uno de ellos se hace referencia al desempeño de un único factor (Flavell, 1976).

1.1.3 Evaluación del desempeño en la Universidad de las Ciencias Informáticas

En septiembre del 2007 (MTSS, 2007), (MTSS, 2009) se implementa un Sistema de Pago Adicional Especial para los trabajadores de la UCI. Tomándose como fuente de financiamiento el presupuesto de gastos aprobado a la entidad para la partida salario. Abarca a todas las categorías ocupacionales y áreas donde desarrollan su trabajo y que estén contratados por tiempo indeterminado, por tiempo determinado o en período de adiestramiento.

Los objetivos que sustentan el sistema de pago son:

- Captar especialistas con una elevada formación docente-productiva en las líneas de trabajo del centro.
- Incentivar la participación de profesores en la actividad productiva y de especialistas de la producción en la actividad docente.
- Elevar los resultados individuales y colectivos de la gestión y los indicadores de eficiencia y disciplina en todas las áreas.
- Contribuir a garantizar la estabilidad de los trabajadores y la conformación de un claustro propio.
- Elevar los ingresos personales de los trabajadores como reconocimiento a la importancia económica-social de la labor que desarrollan.

El período de evaluación de los resultados y del pago adicional especial se define mensual, efectuándose en las fechas acordadas para el pago del salario de los trabajadores. En el caso de los dirigentes, personal docente y especialistas de nivel superior, el período de evaluación es trimestral, a los efectos de poder comprobar con mayor precisión los resultados alcanzados, efectuándose el pago mensual sobre la base del trimestre vencido.

Se definen tres escalas para medir el desempeño laboral. Desempeño Laboral Superior, Desempeño Laboral Adecuado, Desempeño Laboral Deficiente.

La evaluación de los resultados del trabajo se realiza por el jefe al que se subordina directamente cada trabajador, y la administración de la UCI establece el procedimiento para efectuarla.

1.1.4 Problemas de la evaluación del desempeño

A pesar de los múltiples y diferentes métodos de evaluación del desempeño presentados en la sección anterior, todos ellos presentan una serie de problemas comunes, que son la base de la mayoría de las críticas realizadas a los procesos de evaluación del desempeño. A continuación se exponen algunos de los problemas típicos presentes en los procesos de evaluación (Fletcher, 2008):

1. Falta de objetividad. Uno de los mayores problemas que puede presentar un proceso de evaluación del desempeño es la falta de objetividad. Evidentemente, la subjetividad aparece en los métodos de evaluación que utilizan información no objetiva en el proceso, sobre todo aquella relacionada con las características personales de los empleados.
2. Prejuicios. Uno de los problemas más típicos en los procesos de evaluación son los prejuicios, más conocidos como errores halo. El error halo (Fodor *and* Roubens 1994) consiste en trasladar una evaluación positiva o negativa en un determinado criterio a todos los demás criterios en los que es evaluado el empleado. Los problemas aparecen cuando el efecto halo se produce de manera negativa. En este caso existe el peligro de que los empleados pierdan la confianza en el proceso de evaluación, invalidando los resultados obtenidos en el mismo.
3. Indulgencia y exigencia. La indulgencia es la valoración de los empleados de manera positiva y alta, sin ser merecida por el trabajador. Los evaluadores suelen ser indulgentes con las valoraciones cuando los objetivos del proceso de evaluación están relacionados con fines administrativos (como los incrementos salariales), aunque no suelen serlo cuando los objetivos del proceso están relacionados con planes de promoción o desarrollo de carreras profesionales (Garcia *and* Lapresta, 2000). La exigencia, dentro de este contexto, está definida como la valoración deficitaria hacia el desempeño de los empleados. Este problema surge cuando las organizaciones fijan o limitan a los evaluadores el límite del número de empleados clasificados como brillantes o sobresalientes. Tendencia central. Los trabajadores en este caso son valorados siempre dentro del promedio de la escala en la que son evaluados. De esta manera, los evaluadores clasifican el desempeño de todos los trabajadores como “medio”. La justificación de este problema surge como resultado de la eliminación de la

controversia generada por el proceso de evaluación (Garcia *and* Lapresta, 2001).

4. Prejuicio de comportamiento reciente. Este problema aparece debido al conocimiento previo que tienen los empleados de la realización del proceso de evaluación. Los empleados, consciente o inconscientemente, durante las semanas previas al proceso de evaluación cambian su comportamiento y sus resultados en el trabajo, mejorando de forma notable en muchos casos su desempeño.
5. Prejuicio personal. El perjuicio personal es en muchos casos una de las justificaciones más utilizadas en los EE UU para presentar recursos judiciales ante despidos improcedentes (Garcia *et al.* 2008). Algunos de los prejuicios más comunes en las empresas son el género, la raza, la religión y la edad.
6. Manipulación de la evaluación. En este caso, y posteriormente al proceso de evaluación, los evaluadores manipulan los resultados obtenidos en el proceso de evaluación (Pavié, 2011).

1.2 El proceso de toma de decisiones

La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos de alternativas, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos (Herbert, 1960), (Fincowsky, 2011). Con respecto al concepto “toma de decisiones”, Schein, plantea: es el proceso de identificación de un problema u oportunidad y la selección de una alternativa de acción entre varias existentes, es una actividad diligente clave en todo tipo de organización (Schein, 1988).

El proceso decisional se compone de cuatro etapas fundamentales (Martínez, 1998):

1. Diagnóstico: Consiste en detectar cuál es el problema o conjunto de problemas que afectan el proceso.
2. Diseño: Modelar las diferentes alternativas gracias a las cuales, a priori, es posible solucionar el problema diagnosticado. Deben cumplirse tres principios: Exclusividad, donde una estrategia supone el rechazo de las demás. Exhaustividad, se deben incluir todas las posibles formas de actuación. Viabilidad, deben ser viable desde el punto de vista, técnico, operativo, financiero, etc.

3. Elección: Fase en la cual es seleccionada la mejor estrategia o alternativa del conjunto.
4. Revisión: Se lleva a cabo un análisis sobre el grado en el que la estrategia seleccionada y ejecutada ha conseguido resolver el problema.

En la Figura 1.1 se muestra un esquema del proceso de toma de decisiones.

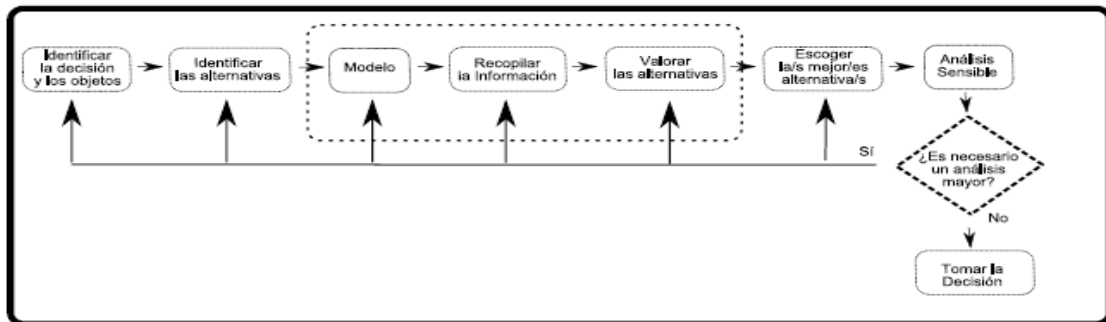


Figura 1.1: Proceso de toma de decisiones (Clemens, 2001).

1.2.1 Criterios existentes para la toma de decisiones.

Entre los diferentes criterios para la toma de decisiones, se destacan como criterios clásicos los siguientes:

1. Optimista: Representa el estado de la naturaleza más favorable, es conocido como máximo. Su formulación es la siguiente:

$$Decisión = Max\{E_i\} = Max\{Max\{a_j\}\}$$

2. Pesimista o de Wald: Propuesto por Wald en 1950 (Wald, 1950), representa el estado de la naturaleza más desfavorable escogidos para cada alternativa. Este método se conoce comúnmente como maximin. Se formula de la siguiente forma:

$$Decisión = Max\{E_i\} = Max\{Min\{a_j\}\}$$

3. El criterio de Hurwicz: Propuesto por Hurwicz en 1951 (Hurwicz, 1957), se puede considerar como una combinación entre el criterio optimista y el criterio pesimista. Consiste en ponderar un coeficiente de optimismo y otro de pesimismo al mejor y peor caso respectivamente, se suman los dos valores y se escoge aquella alternativa que proporcione un mayor resultado. Se formula de la siguiente manera:

$$Decisión = Max\{E_i\} = Max\{\alpha Max\{a_j\} + (1 - \alpha) Min\{a_j\}\}$$

Donde $\alpha + (1 - \alpha) = 1$

- Se demuestra que si $\alpha = 1$;

$$Decisión = Max[1 * Max\{a_j\} + 0 * Min\{a_j\}] = Max[Max\{a_j\}]$$

Entonces = Criterio Optimista.

- Si $\alpha = 0$; $Decisión = Max[0 * Max\{a_j\} + 1 * Min\{a_j\}] = Max[Min\{a_j\}]$

Entonces = Criterio Pesimista.

4. El criterio de Laplace: propuesto por Laplace en 1825 (Laplace, 1812), está basado en un principio de razón insuficiente que implica asociar un mismo grado de probabilidad a los distintos estados de la naturaleza, siempre y cuando no se tengan lo contrario. Se formula de la siguiente manera:

$$Decisión = Max = \{E_i\} Max = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{j=1}^n [j = 1 a_j]$$

5. El criterio de Savage: propuesto por Savage en 1951 (Savage, 1954), se considera que para cada estado de la naturaleza existe una estrategia optimista. A partir de aquí, al resto de las estrategias se les asignará un valor de coste de oportunidad en relación al coste de oportunidad óptimo. Una vez establecidos todos los costes de oportunidad, es escogido el mayor coste de oportunidad para cada alternativa, la decisión consistirá en escoger el menor coste de oportunidad de entre los mayores escogidos para cada alternativa, es decir, una vez que se ha establecido la matriz de costes de oportunidad, consiste en hacer un criterio pesimista de costes que comúnmente se conoce como mínimas. Su formulación es la siguiente:

$$Decisión = Min\{E_i\} = Min[Max\{S_i\}]$$

$$Donde S_i = Max\{a_i\} - a_i$$

El proceso de evaluación del desempeño puede ser modelado como un problema de toma de decisiones multicriterios donde a partir de un conjunto de indicadores a medir, es posible seleccionar una alternativa.

Formalmente se representa como:

- Un conjunto de alternativas del proceso $A = \{a_1 \dots a_n\}$;
- Un conjunto de criterios o indicadores a medir $C = \{c_1 \dots c_n\} (n \geq 2)$;

- Un conjunto de posibles soluciones al problema $S = \{s_1, \dots, s_m\} (m \geq 2)$.

1.3 Principales métodos de evaluación y decisión multicriterios

Los métodos de evaluación y decisión multicriterios comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo simultáneas, un agente decisor y procedimientos de evaluación racionales y consistentes (Martínez, 1998). Son especialmente utilizadas para tomar decisiones frente a problemas que cobijan aspectos intangibles a evaluar. Sus principios se derivan de la Teoría de Matrices, Teoría de Grafos, Teoría de las Organizaciones, Teoría de la Medida, Teoría de las Decisiones Colectivas, Investigación de Operaciones y de Economía.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio no consideran la posibilidad de encontrar una solución óptima. En función de las preferencias del agente decisor y de objetivos pre-definidos (usualmente conflictivos), el problema central de los métodos multicriterios consiste en (Cruz, 2010):

1. Seleccionar la(s) mejor(es) alternativa(s).
2. Aceptar alternativas que parecen “buenas” y rechazar aquellas que parecen “malas”.
3. Generar una “ordenación” de las alternativas consideradas (de la “mejor a la “peor”).

Para ello han surgido diversos enfoques, métodos y soluciones.

Aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de Decisión Multicriterios Discreta. Los métodos de Decisión Multicriterios Discreta se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto de problemas que, por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución (Jiménez, 2012).

Dentro de los principales métodos de evaluación y Decisión Multicriterio discretos se encuentran: Relaciones de superación, Ponderación Lineal, Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y Agregación de la Información.

1.3.1 Relaciones de Superación

Estos métodos usan como mecanismo básico el de las comparaciones binarias de alternativas, es decir comparaciones dos a dos de las alternativas, criterio por criterio.

De esta forma puede construirse un coeficiente de concordancia asociado con cada par de alternativas (Serrano, 2011).

Dentro de los Métodos de Relaciones de Superación, ocupan un lugar muy destacado los métodos ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*) y PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*). Estos métodos surgen con el propósito de ayudar al decisor en los problemas de selección o de ordenamiento de alternativas posibles sometidas a una evaluación multicriterios, donde además los criterios se encuentran generalmente en conflicto entre sí (Galar, 2011).

1.3.2 Ponderación Lineal

Es un método que permite abordar situaciones de incertidumbre o con pocos niveles de información. En dicho método se construye una función de valor para cada una de las alternativas. El método de Ponderación Lineal supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es un método completamente compensatorio, y puede resultar dependiente y manipulable, de la asignación de pesos a los criterios o de la escala de medida de las evaluaciones. Es un método fácil y utilizado ampliamente en el mundo.

El Método de las Ponderaciones se basa en la idea de convertir el problema multiobjetivo en uno escalar de forma que se construye una función objetivo que sea suma de las funciones objetivo de partida, ponderadas según un peso relativo que se le asigne a cada una de ellas. De esta forma, para cada ponderación posible, se obtiene un problema escalar consistente en minimizar la función resultante, sujeta a las restricciones del problema original (Goss, 1955).

La ponderación mide la importancia relativa que tienen los objetivos para el decisor, también se llama peso relativo y es medido en una escala proporcional.

1.3.3 Proceso Analítico Jerárquico

Proceso Analítico Jerárquico (*Analytic Hierarchy Process*) AHP. Fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty, consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico.

El AHP, trata de desmenuzar un problema y luego unir todas las soluciones de los subproblemas en una conclusión (Saaty, 1980). El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos (criterios, subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, que entrega una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales (Salazar, 2010).

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logra medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende.

Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9. Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad.

Las principales ventajas que se tuvieron en cuenta a la hora de escoger este modelo se debe a que: Presenta un sustento matemático. Permite desglosar y analizar un problema por partes. Permite medir criterios cualitativos y cuantitativos mediante una escala común. Incluir la participación de diferentes personas o grupos de intereses y generar un consenso (Bellver, 2010). Permite verificar el índice de consistencia y hacer las correcciones, si es del caso. Genera una síntesis y da la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad. Es de fácil uso y permite que su solución se pueda complementar con los métodos matemáticos de optimización.

1.3.4 Agregación de la Información

Los métodos de agregación son procedimientos matemáticos y estadísticos que permiten sintetizar los valores obtenidos por cada alternativa respecto a todos los criterios considerados (Romero, 1987). De acuerdo a Romero, como factores

relevantes a la hora de clasificar los métodos de agregación se podrían considerar los siguientes:

- Las dimensiones (ex) de la matriz de decisión;
- La forma de medirse las evaluaciones y los pesos (cardinal u ordinal, etc.);
- Las exigencias de información, su carácter compensatorio o no y el tipo de resultados que ofrecen.

Según este autor, tales características son importantes, pero aisladamente son incompletas como factores determinantes, el contexto determina la operación de agregación a utilizar con su respectivo operador.

Los operadores de agregación son un tipo función matemática empleada para la fusión de la información (Espinilla, 2010). Combinan π valores en un dominio D y devuelven un valor en ese mismo dominio. Estos operadores cumplen 3 propiedades fundamentales (Torra, 2007):

1. Idempotencia: Si $a_i = a, \forall_i \Rightarrow C(a_1, \dots, a_n) = a$.
2. Monotonía: Si $a_i \geq b_i, \forall_i \Rightarrow C(a_1, \dots, a_n) \geq C(d_1, \dots, d_n)$.
3. Conmutatividad: Para cualquier permutación π de $\{1, \dots, n\}$ se cumple que $C(a_1, \dots, a_n) = C(a_{\pi(1)}, \dots, a_{\pi(n)})$.

Las distintas formas de llevar a cabo la combinación de las preferencias han originado que muchos autores se hayan dedicado al estudio y diseño de operadores de agregación de información, entre los que se encuentran operadores de agregación de la información cuantitativa:

- Operadores conjuntivos (t-normas), disyuntivos (t-conorma) y operadores promedio.
- Operadores de agregación de la información ponderada “Max”, “Min”.
- Operadores promedio ponderados.

Condiciones para la selección de operadores de agregación.

No existe un único criterio para la selección de los operadores de agregación, a continuación se muestran algunas características que se deben tener en cuentas (Martínez, 2011):

1. Fuerza axiomática: En igualdad de condiciones, un operador es mejor cuando menos limitaciones posea por los axiomas que satisface.
2. Ajuste empírico: Además de que los operadores satisfagan ciertos axiomas o tengan ciertas cualidades formales, deben reflejar adecuadamente la realidad, lo que normalmente sólo puede ser testado con pruebas empíricas.
3. Adaptabilidad: Los operadores tienen que adaptarse al contexto específico en el que se encuentran, esencialmente, mediante la parametrización. Los operadores Min y Máx no son flexibles, mientras que los operadores *Ordered Weighted Averaging* OWA pueden ser adaptados a ciertos contextos eligiendo parámetros adecuados.
4. Eficiencia numérica: El esfuerzo computacional de cálculo es especialmente importante cuando se tienen que resolver problemas grandes, en muchas ocasiones debe recurrirse a técnicas heurísticas capaces de encontrar soluciones de calidad aunque no sean necesariamente óptimas.
5. Compensación y rango de compensación: Cuanto mayor sea el grado en que se contrarrestan las funciones de pertenencias de los conjuntos borrosos agregados, el operador de agregados, el operador de agregación representará mejor la situación en las que unos atributos son compensados por otros.
6. Comportamiento agregado: El grado de pertenencia de un conjunto borroso en el conjunto agregado depende muy frecuentemente del número de conjuntos combinados. De este modo, cada conjunto adicional añadido normalmente disminuirá los grados agregados de pertenencias resultantes.
7. Nivel de escala requerido de las funciones de pertenencias: Diferentes operadores pueden requerir diferentes niveles de escala (nominal, intervalo, ratio o absoluto) de información de pertenencia para ser admisibles. En igualdad de condiciones, se prefiere el operador que requiere el nivel de escala más bajo.

1.4 Análisis sobre métodos de evaluación y decisión multicriterios

Cuando se presenta una situación de toma de decisiones donde se requiere de la utilización de técnicas multicriterios para sustentar la elección a realizar, la selección del método decisional a utilizar representa un elemento fundamental. La Tabla 1.1, muestra una caracterización sobre los diferentes métodos multicriterios.

Tabla1.1: Resumen del análisis de los métodos de evaluación y decisión multicriterios.

Método	Condiciones de aplicación	Precisión de los resultados	Situación recomendada
Relación de superación.	Tratar el problema como un problema de decisión multicriterio.	Representación de la información en comparación en pares de los criterios valorativos. Para la implementación del método se requiere conocimiento del mismo por parte del decisor. La precisión depende del análisis realizado por el usuario.	Utilizarlo para la representación y tratamiento de la información que se maneja en el problema de evaluación del desempeño con usuarios que posean dominio del método.
Ponderación lineal.	Tratar el problema como un problema de decisión multicriterio.	Representación de la información mediante números borrosos atribuidos a los pesos de los criterios. No comprende criterios, pesimistas u optimistas. La precisión del método no depende del conocimiento que pueda tener el usuario sobre el mismo.	Utilizar para la representación y tratamiento de la información que se maneja en el problema de evaluación del desempeño donde no se desee tener en cuenta criterios optimistas o pesimistas.
Proceso Analítico Jerárquico AHP.	Tratar el problema como un problema de decisión multicriterio.	Se representa la incertidumbre, imprecisión y vaguedad de la información. Se representa un modelo jerárquico que contiene varios niveles. Requiere conocimiento	Utilizar la integración de criterios en función de determinar un consenso de alternativas a escoger con usuarios que posean dominio del método.

		del método por los usuarios que lo utilicen.	
Agregación de la Información.	Tratar el problema como un problema de decisión multicriterio.	Se representa la incertidumbre, imprecisión y vaguedad de la información. Es posible la comprensión de criterios pesimistas, optimistas, Hurwicz, Laplace. Alta precisión con bajo conocimiento del método por sus usuarios.	En la integración de criterios en función de determinar un consenso de alternativas a escoger en el problema de la evaluación del desempeño. Se recomienda su uso por la precisión de los resultados con bajo dominio del método por sus usuarios.

Después de realizada la comparación de los diferentes métodos de evaluación y decisión multicriterios, producto a la posibilidad que ofrece la información en un problema de toma de decisiones sobre la evaluación del desempeño; es posible implementarse como base de inferencias. Cada método evaluado posee ventajas y desventajas sobre el resto. Teniendo en cuenta que el usuario que utilizará el método por lo general no posee conocimiento sobre el uso de los métodos multicriterios, es necesario que el contexto de decisión sea lo menos complejo posible o lo que es lo mismo, que el grado de fiabilidad del proceso inferencial no esté amenazado por el conocimiento del usuario.

En un proceso de evaluación del desempeño es posible modelarse mediante técnicas de apoyo a la toma de decisiones. Numerosos son los métodos, técnicas y procedimientos decisionales existentes. Se destaca la Agregación de la Información como propuesta recomendable a utilizar de base inferencial para la toma de decisiones ya que posibilita la comprensión de los criterios pesimistas, optimistas, Hurwicz y Laplace sin necesidad de poseer conocimientos previos sobre el método por el operador final.

1.5 Sistemas informáticos para la evaluación del desempeño

A continuación se muestra un estudio realizado a las principales herramientas utilizadas para la gestión de procesos donde interviene la evaluación de trabajadores. Se caracteriza cada solución destacando los elementos positivos así como la pertinencia con técnicas para la toma de decisiones.

Planificación de los Recursos Empresariales (ERP)

Las aplicaciones de Planificación de los Recursos Empresariales (*Enterprise Resource Planning*) ERP, permiten centralizar las diferentes etapas de producción dentro de una empresa. Las soluciones ERP son el resultado de los modelos de Planificación de Requerimientos de Material (*Manufacturing Resource Planning*) MRP que se conocían en los años 70.

Una aplicación ERP permite estructurar y optimizar el desarrollo de un proyecto desde su concepción hasta la construcción del producto. Para ello, reagrupa en un mismo sistema de información las diferentes etapas del proyecto, así como los recursos (humanos y materiales) y las diferentes obligaciones ligadas al desarrollo del proyecto. Al integrar estos diferentes datos, la aplicación propone un plan de producción que integra las diferentes zonas críticas del proyecto y los diferentes plazos de producción. Por lo tanto, una aplicación ERP es una herramienta de planificación de las diferentes tareas necesarias para el buen desarrollo del proyecto.

Ventajas

- Estandarización e integración de la información en una base de datos centralizada.
- Mayor control organizacional.
- Minimiza el tiempo de análisis de la información.
- Optimización de los tiempos de producción y entregas.
- Disminución de costos.
- Cuentan con módulos configurables de acuerdo a cada área de la empresa
- Permite mejorar el rol de la empresa.

Desventajas

- Costoso a primera vista.
- Adquisición o adaptación del Hardware.
- Pocos expertos en los Sistemas ERP.

- Algunos Sistemas ERP pueden ser difíciles de utilizar.
- A pesar de tener un módulo para la gestión de los recursos humanos no permite llevar información detallada de los trabajadores, como la evaluación del desempeño.
- No implementa mecanismos para la toma de decisiones.

Gespro

En una *suite* para la Dirección Integrada por Proyectos, se presenta en un modelo de negocios basado en servicios que combinan el uso de una solución informática para la dirección integrada de proyectos y un sistema de formación especializada en gestión de proyectos. Esta combinación posibilita no solo la informatización de las organizaciones sino también la mejora integral de los procesos de planificación, control y seguimiento de proyectos.

La solución informática desarrollada bajo un ecosistema de software basado en tecnologías libres, permite (Cedae, 2010):

- La planificación, control y seguimiento de los proyectos y de los recursos asociados a los mismos, alineadas con la proyección estratégica de las organizaciones.
- La planificación del alcance y el tiempo de la gestión de recursos humanos y sus competencias, de la gestión de riesgos, así como la financiera de los proyectos y de logística y la de gestión de recursos compartidos.
- El control y seguimiento de proyectos a través de la combinación de un cuadro de mando integral y un sistema para el diseño dinámico de reportes que permiten el acceso a la información del estado de proyectos con diferentes niveles de detalles de la información.
- Gestión documental con facilidades para la gestión del expediente de los proyectos.
- Gestión de contratos y de interesados en los proyectos, que permite tanto la gestión de acuerdos con clientes como con los proveedores y garantiza integrar el control y el seguimiento de los compromisos alineados completamente con la información del estado de los proyectos.

Desventajas

- No implementa mecanismos para la toma de decisiones.

- No es posible medir competencias laborales fuera del ámbito de la gestión de proyectos.

QTraining

Herramienta para evaluar el desempeño del personal, detectar necesidades de capacitación y administrar los cursos de capacitación de la empresa. Permite evaluar el impacto de las capacitaciones llevadas a cabo y relaciona los objetivos del desempeño con los cursos de capacitación. Qtraining es una herramienta desarrollado por Wilsoft¹. Es un software propietario, la licencia de éste se distribuye bajo cuatro modalidades, siendo esta una de sus principales desventajas. El programa presenta variadas interfaces, con el objetivo de mantener toda información relevante para el proceso de evaluación del personal (nómina de empleados, unidades productivas, agrupaciones internas, entre otras).

A pesar de presentar un resumen detallado de la evaluación del trabajador y ser una aplicación amigable y fácil de usar, no implementa mecanismos para la toma de decisiones.

Después de analizadas algunas de las principales herramientas en busca de la solución al problema de investigación, se determinó que:

- No se ajustan al modelo de gestión de la evaluación del desempeño de la UCI.
- Las herramientas analizadas no implementan mecanismos para la ayuda a la toma de decisiones.

1.6 Conclusiones parciales

- Para elevar la calidad en el proceso de evaluación del desempeño, se requiere de mecanismos o herramientas que utilicen métodos de ayuda a la toma de decisiones.
- Después de realizar un estudio de la literatura científica, se puede evidenciar la inexistencia de un sistema informático que contribuya a la toma de decisiones

¹ Wilsoft: Empresa Mexicana certificada ISO 9001:2000 como empresa desarrolladora de software.

sobre la evaluación del desempeño que sea adaptable a las necesidades del proceso en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

- Con el estudio del proceso de evaluación del desempeño y las diferentes técnicas de ayuda a la toma de decisiones, se destaca la agregación de la información como propuesta recomendable a utilizar de base inferencial para la toma de decisiones ya que posibilita la comprensión de los criterios pesimistas, optimistas, Hurwicz y Laplace sin necesidad de poseer conocimientos previos sobre el método por el operador final.

Capítulo 2: Propuesta de un sistema de apoyo a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño.

Introducción

En el presente capítulo se propone el proceso de inferencia para la toma de decisiones sobre las evaluaciones del desempeño través de un motor de inferencia decisional codificado en un sistema informático, se describen las características del sistema y los principales elementos que facilitan la comprensión de la propuesta.

2.1 Descripción de las características del sistema

El sistema de ayuda a la toma de decisiones en su versión 1.0, está orientado a soportar la gestión sobre el proceso de evaluación del desempeño (Mar, 2012a). Realiza cuatro actividades básicas: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información como se describe a continuación:

1. Entrada de información

Proceso mediante el cual el sistema informático toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas (Duan, 2012). Las manuales son aquellas que se proporcionan de forma directa por el usuario como es la gestión de responsabilidades, tareas, evaluaciones, etc.; mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos como datos de personas, áreas, etc.

2. Almacenamiento de información

El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que garantizan los sistemas informáticos, ya que a través de esta propiedad pueden recordar la información guardada en la sección o proceso anterior. Para el sistema propuesto las informaciones derivadas del proceso de entrada de información son almacenadas en una base de datos.

3. Procesamiento de información

Capacidad del sistema informático para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecida. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos aleatorios en información organizada. El motor de inferencia

decisional interviene directamente en este proceso, siendo posible determinar la evaluación del desempeño de una persona como soporte a la toma de decisiones.

4. Salida de información

La salida es la capacidad de un sistema informático para visualizar la información almacenada. Las unidades típicas de salida son las impresoras, interfaces, *diskettes*, cintas magnéticas entre otros (Lemos, 2012). Para el sistema propuesto, existe un módulo destinado a la gestión de reportes, mediante dicha interfaz es posible visualizar las informaciones procesadas por el sistema y brindar los elementos necesarios para la toma de decisiones así como la exportación de dichos reportes en el formato de almacenamiento deseado.

La Figura 2.1 representa un esquema general de la propuesta donde intervienen las actividades antes expuestas.

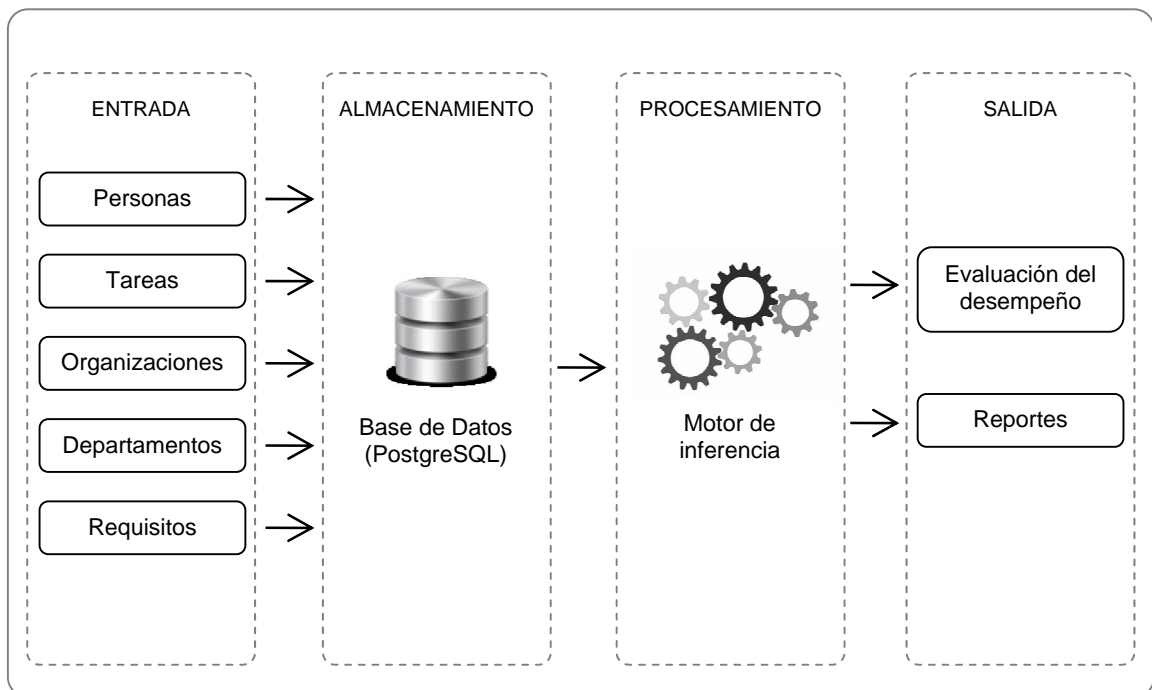


Figura 2.1: Esquema general de la propuesta.

A través de los requisitos funcionales son mostradas las funcionalidades que rigen el comportamiento de sistema, son implementados roles y permisos que se gestionan mediante la autenticación de los usuarios y cuenta con tres módulos fundamentales:

módulo administración, donde es posible el proceso de gestión de áreas, personas, organizaciones, departamentos, grupos, requisitos y permite asignar personas a grupos y tareas a personas o grupos. En el módulo reporte es posible la generación de reportes sobre el proceso de evaluación y la firma electrónica de las evaluaciones. El módulo evaluación por su parte, implementa las herramientas para la toma de decisiones, permite mediante el motor de inferencia pre calcular evaluaciones y asignar evaluaciones a personas.

Los requisitos no funcionales son propiedades o cualidades que el producto debe cumplir y forman una parte significativa de la especificación de un sistema. Tienen la característica de marcar la diferencia, pues una vez comprobado que el producto cumple con lo requerido por el cliente, las propiedades no funcionales garantizan su aplicación; como cuán usable, seguro, conveniente y agradable éste es, permitiendo distinguir a un producto bien aceptado, de uno con poca aceptación.

Para su correcto funcionamiento, el sistema debe de tener como características principales los siguientes requisitos no funcionales:

Apariencia o interfaz externa: La interfaz no contiene imágenes para no demorar las respuestas al usuario y está en concordancia con el diseño de los sistemas de la UCI. El diseño de la interfaz es sencillo, con reconocimiento visual a través de elementos visibles que identifiquen cada una de sus acciones. Es formal, serio, con una navegación sugerente y con una gama cromática que respeta pautas, todo esto teniendo en cuenta el fin con el que se desarrolla el sistema.

Usabilidad: El sistema puede ser usado por cualquier persona que posea conocimientos básicos en el manejo de la computadora y de un ambiente Web en sentido general, las operaciones se realizan con bajo nivel de complejidad.

Rendimiento: La disponibilidad de trabajo en red contra el servidor es constante. Se garantiza que la respuesta a solicitudes de los usuarios sea en un período de tiempo breve (10 milisegundos) para evitar la acumulación de trabajo por parte de los responsables. El sistema deberá ser lo más estable y confiable posible.

Soporte: Se requiere que el producto reciba mantenimiento ante cualquier fallo que ocurra, para lograr esto el sistema contará con una documentación apropiada para agilizar su mantenimiento y configuración, de forma tal que el tiempo de mantenimiento sea mínimo en caso de que sea necesario cambiar el equipo de desarrollo.

Portabilidad: El producto corre sobre una plataforma Web, los servicios en PHP y su sistema de bases de datos en *PosgreSQL* con facilidad de mantenimiento.

Seguridad: El sistema se encarga de controlar los diferentes accesos y funcionalidades, identifica al usuario antes de que pueda realizar cualquier acción sobre el sistema. La información será almacenada en bases de datos, que dejará registro de toda operación realizada. Garantiza que la información sea vista únicamente por quien tiene derecho a verla. Se usan mecanismos de encriptación de los datos que por cuestiones de seguridad no deben viajar al servidor en texto claro, como es el caso de las contraseñas. Se hacen validaciones de la información tanto en el cliente como en el servidor, no obstante los usuarios acceden de manera rápida y operativa al sistema sin que los requerimientos de seguridad se conviertan en un retardo para ellos.

Restricciones en el diseño y la implementación: Es un sistema Web desarrollado con la tecnología para creación de páginas Web dinámicas PHP y base de datos en *PosgreSQL*.

Legales: El producto es un sistema para la gestión del Proceso de Evaluación del Desempeño, se rige por las normas establecidas en los manuales de procedimientos, con peso legal sobre la base de una Infraestructura de Clave Pública. Las tecnologías escogidas para el desarrollo del sistema, están basadas en la licencia GNU/GPL y la herramienta *Visual Paradigm* que la universidad cuenta con una licencia para su uso.

Confiabilidad: La herramienta de implementación utilizada tiene soporte para recuperación ante fallos y errores. En caso de alguna dificultad con el funcionamiento del sistema, el tiempo medio de reparación debe ser menor de 8 horas. El sistema estará en funcionamiento las 24 horas del día; de esta forma es posible que los

usuarios tengan acceso (según sus permisos) en todo momento a la información solicitada.

Requerimiento de software

En los clientes:

- Sistema operativo *Linux* o *Windows*.
- Navegadores *Internet Explorer* (versión 8 o superior) y *Mozilla* (versión 8 o superior).

En los servidores:

- Sistema Operativo *Linux*, *Windows*.
- Servidor Web Apache 2.2.16.
- Servidor de Bases de Datos PostgreSQL 8.4.
- PHP 5.3.

Requerimiento de hardware

Para el cliente:

- Se necesitan como requerimientos mínimos una Computadora Personal (PC) con procesador Pentium IV o superior.
- Microprocesador con una velocidad a 2.0 GHz o superior.
- Memoria RAM de 256 MB o superior.
- Tarjeta de red de 10 MB o superior.

Para el servidor:

- Se necesitan como requerimientos mínimos una PC con procesador Pentium IV o superior.
- Microprocesador con una velocidad de 3.0 GHz o superior.
- Memoria RAM de 1GB o superior.
- HDD de 80 GB o superior.
- Tarjeta de red de 100 MB o superior.

Disponibilidad: Se garantiza a los usuarios del sistema el acceso a la información solicitada en todo momento (si tiene permiso para ello). El sistema está diseñado para su funcionamiento constante, la disponibilidad del servicio está condicionada a los recursos y tipo de despliegue en los servidores de la UCI, así como los ciclos de mantenimiento determinados.

2.2 Motor de inferencia para la evaluación del desempeño

Un motor de inferencia es el encargado de manejar el proceso de selección, decisión, interpretación y aplicación del comportamiento que refleja el razonamiento (Henao, 1994). Procesa e interpreta reglas que se encargan de resolver un problema de decisión (Cortez, 2010). En la lógica clásica, es posible deducirse mediante el empleo de reglas, si su premisa es cierta, también lo será su conclusión (Gutiérrez, 2010). El autor propone para ello un procedimiento para la toma de decisiones con motor de inferencia, el cuál se basa en el enfoque multicriterio (Romero, 1997), (Fernández, 2000) compuesto por los siguientes pasos (Mar, 2013b):

- Paso 1. Identificar los criterios valorativos.
- Paso 2. Asignar peso a los criterios.
- Paso 3. Asignar criterios a persona.
- Paso 4. Evaluar criterios a persona.
- Paso 5. Determinar importancia de los criterios evaluados.
- Paso 6. Procesar inferencia.

La Figura 2.2 muestra una representación general con la interacción de las diferentes entidades del motor de inferencia propuesto.

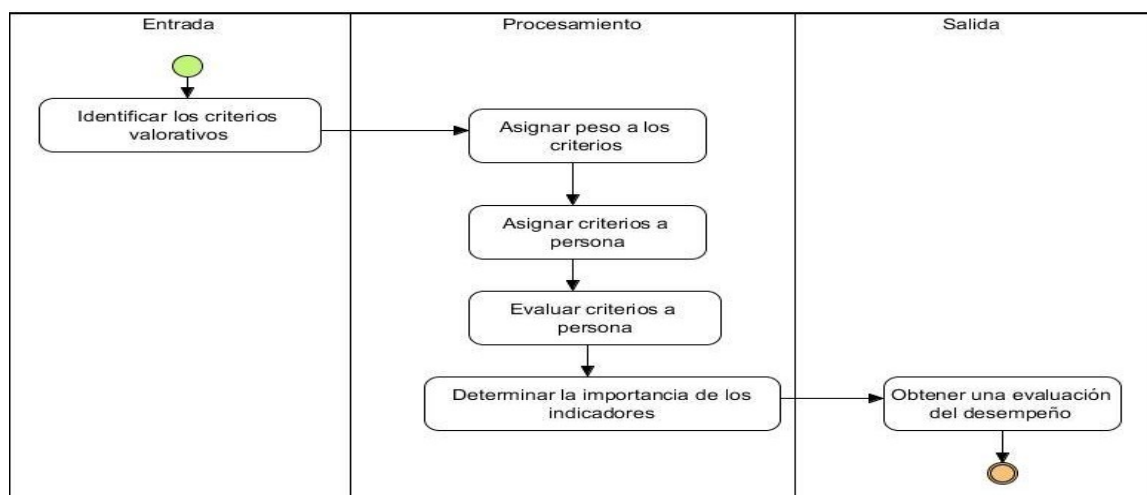


Figura 2.2: Representación del motor de inferencia.

A continuación se describen cada uno de los pasos:

Paso 1. Identificar los criterios a valorar.

La identificación de los criterios a valorar, no es más que la selección de los indicadores o criterios que se le asignen a un trabajador en un período de tiempo que debe cumplir en su gestión diaria para obtener una evaluación del desempeño.

Debe cumplirse que:

- Los criterios asignados sean, $C = \{c_1 \dots c_m\} (n \geq 2)$.
- El dominio de criterios C sea finito.

Paso 2. Asignar peso a los criterios.

Aplicándose un enfoque multiexperto, adquiere importancia la actividad del grupo de evaluadores quienes mediante su interacción diaria con los criterios evaluativos, permitirán refinar el peso asignado a los indicadores.

Para el autor se entenderá por peso al valor que se le atribuye a la evaluación de un criterio con respecto al resto de los criterios. Uno de los principales aspectos en el análisis de los problemas, es conocer cuál es el criterio más importante y cuánto más. Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los evaluadores E del proceso de evaluación del desempeño. Estos podrán expresar sus preferencias a través de un valor lingüístico al que se le corresponde un valor numérico. La Tabla 2.1 muestra el dominio de valores a utilizar.

Tabla 2.1: Dominio de valores para asignar peso a los indicadores.

Valor	Impacto
0,1	Sin importancia
0,2	Poco importante
0,3	Ligeramente importante
0,4	Algo importante
0,5	Importancia media
0,6	Importante
0,7	Muy importante
0,8	Fuertemente importante

0,9	Muy fuertemente importante
1	Extremadamente importante

Tomando como referencia el dominio de valores propuesto en la Tabla 2.1, cuando los evaluadores emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que este primero es más importante. Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio.

A cada evaluador E se le pide que emita su opinión acerca de la importancia W que tiene cada indicador con relación a los criterios a evaluar. Los pesos de los indicadores son normalizados de modo que cumplan las siguientes condiciones:

Condición 1: $0 \leq W_j \leq 1$

Condición 2: $\sum_{j=1}^m W_j = 1$

El valor relativo de cada criterio (EP) se obtiene mediante la expresión $EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{E}$

El peso P de los criterios se determina con la expresión $P = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^n EP}$

Paso 3. Asignar criterios a personas.

La asignación de los criterios evaluativos a las personas, consiste en determinar de todos los criterios existentes $C = \{c_1 \dots c_m\} (n \geq 2)$ cuáles corresponden a las funciones laborales de una persona para su posterior evaluación.

Paso 4. Evaluar criterios a las personas.

Concluido el proceso de ejecución de las tareas o criterios asignados para el período de tiempo en el que se ha enmarcado el proceso de evaluación del desempeño, cada evaluador emite su preferencia P sobre la ejecución de los criterios asignados a sus trabajadores, para ello se utiliza la escala propuesta en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Dominio de valores para evaluar criterios.

Valor	Impacto
0	Incumplida (Deficiente)
0,25	Cumplida con recomendaciones
0,5	Cumplida (Adecuado)
0,75	Cumplida con méritos
1	Sobre cumplida (Superior)

El conjunto de valores propuesto para evaluar los criterios en función de obtener la preferencia del indicador o tarea en un período de tiempo, es propuesto teniendo en cuenta que:

- Máxima preferencia del dominio de valores corresponde a la mayor evaluación $P = 1 = \text{Max} = \{\text{Superior}\}$.
- Mínima preferencia del dominio de valores corresponde a la menor evaluación $P = 0 = \text{Min} = \{\text{Deficiente}\}$.
- Media preferencia corresponde a la media aritmética del dominio de valores $P = 0,5 = \text{Med} = \{\text{Adecuado}\}$.
- Mayor que mínima (MayMin) preferencia del dominio de valores corresponde a la media aritmética entre el valor de Adecuado y Deficiente $P = 0,25 = \text{MayMin} = \{\text{Cumplida con recomendaciones}\}$.
- Menor que Máxima (MinMay) preferencia del dominio de valores corresponde a la media aritmética entre el valor de Adecuado y Superior $P = 0,75 = \text{MinMay} = \{\text{Cumplida con méritos}\}$.

Paso 5: Determinar la importancia de los criterios evaluados.

Para la selección de la importancia se utiliza el operador OWA, media ponderada ordenada, *Ordered Weighted Averaging* (Yager, 1988). Este método unifica los criterios clásicos de decisión en incertidumbre en un solo modelo (Merigó, 2008). Es decir, abarca los criterios optimista, pesimista, el de Laplace y el de Hurwicz en una sola expresión. Se obtiene mediante la siguiente expresión:

- Sea el conjunto de alternativas $A = \{a_1 \dots a_n\}$ que representan las personas a evaluar.
- Sea el conjunto de criterios $C = \{c_1 \dots c_m\} (m \geq 2)$ que son asignados a las personas.
- Importancia o peso W atribuido a los criterios C .
- Conjunto de preferencias $P = \{p_{(c1)}, \dots, p_{(cn)}\}$ sobre la evaluación del comportamiento de los criterios C en las alternativas A .

Definición:

- Es una función de importancia $F : R^n \rightarrow R$ de dimensión n que tiene un vector de importancia W de dimensión n con $W_{ij} \in [0,1]$ y $\sum_{j=1}^n W_j = 1$, de forma tal que:

$$F(p_1, p_2, \dots, p_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j$$
, donde b_j es el j -ésimo más grande de los p_j ordenados.

Con la aplicación del proceso de agregación de la información, se obtiene mediante la función de importancia F la importancia del comportamiento de los criterios evaluados para una persona o alternativa.

Paso 6: Procesar inferencia.

Una vez obtenida la función de importancia atribuida a las alternativas F^a , se plantea un sistema de representación del conocimiento basado en un árbol de decisión mediante el cual es posible expresar un conjunto de reglas. La Figura 2.3 muestra el árbol de decisión de inferencias.



Figura 2.3: Árbol de decisión de inferencia.

El árbol se puede expresar mediante el siguiente sistema de regla:

Concluyendo que si la inferencia decisional es verdadera “Sí” entonces el resultado es el valor consultado, de lo contrario se sigue consultando reglas hasta obtener un valor verdadero.

R1: Si $F \geq 0.67$ Entonces evaluación del desempeño = Superior.

R2: Si $F \leq 0.33$ Entonces evaluación del desempeño = Deficiente.

R3: Si $F \leq 0.66$ y $F \geq 0.34$ Entonces evaluación del desempeño = Adecuado.

Después de realizar el proceso de inferencias aplicado a la función de importancia F sobre el conjunto de reglas derivadas del árbol de decisión, se obtiene como resultado la evaluación de desempeño de una persona o alternativa del proceso.

2.3 Patrón y estilo arquitectónico

Los patrones de arquitectura son patrones de diseño de software que ofrecen soluciones a problemas de arquitectura en ingeniería de software. Dan una descripción de los elementos y el tipo de relación que tienen junto con un conjunto de restricciones sobre cómo pueden ser usados. Un patrón arquitectónico expresa un esquema de organización estructural general para un sistema de software, que consta de subsistemas, sus responsabilidades e interrelaciones. En comparación con los patrones de diseño, los patrones arquitectónicos tienen una escalera más grande.

Estos patrones son utilizados generalmente como plantillas que describen la estructura y organización de los casos de uso. Son patrones que capturan mejores las prácticas para modelar casos de uso.

Los dominios en el diseño de patrones son:

- **Control de acceso:** El acceso a datos, características y funcionalidades son limitadas a la definición de los usuarios.
- **Concurrencia:** Muchas aplicaciones deben manejar múltiples tareas de forma que simulen el paralelismo. Hay muchas formas de manejar esta concurrencia y cada una puede ser presentada por un patrón arquitectónico diferente.
- **Distribución:** Dirige el problema de forma en que los sistemas o componentes se comunican con otros en un entorno distribuido.
- **Persistencia:** Los datos persistentes son almacenados en bases de datos o archivos y pueden ser leídos o modificados por otros procesos.

2.3.1 Cliente-Servidor

Es un modelo de aplicación distribuida en el que las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Un cliente realiza peticiones a otro programa denominado servidor quien a su vez le emite una respuesta. Esta idea también se puede aplicar a programas que se ejecutan sobre una sola computadora, aunque es más ventajosa en un sistema operativo multiusuario distribuido a través de una red de computadoras.

En esta arquitectura la capacidad de proceso está repartida entre los clientes y los servidores, aunque son más importantes las ventajas de tipo organizativo debido a la centralización de la gestión de la información y la separación de responsabilidades, lo que facilita y clarifica el diseño del sistema.

La separación entre cliente y servidor es una separación de tipo lógico, donde el servidor no se ejecuta necesariamente sobre una sola máquina ni es un solo programa. Los tipos específicos de servidores incluyen los servidores Web, los servidores de archivo y los servidores de correo. Mientras que sus propósitos varían de unos servicios a otros, la arquitectura básica seguirá siendo la misma.

La red cliente-servidor es aquella red de comunicaciones en la que todos los clientes están conectados a un servidor, en el que se centralizan los diversos recursos y aplicaciones con que se cuenta y que los pone a disposición de los clientes cada vez que estos son solicitados.

Después de haber analizado al modelo cliente – servidor y teniendo en cuenta la lógica del sistema que se desea desarrollar. Se decidió utilizar este estilo arquitectónico ya que provee flexibilidad, usabilidad, escalabilidad en las comunicaciones y uso de entornos multiplataformas.

2.3.2 Modelo Vista Controlador

El Modelo Vista Controlador (*Model - View - Controller*) MVC es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de negocio en tres componentes distintos. El modelo es el Sistema de Gestión de Base de Datos y la Lógica de negocio y el controlador es el responsable de recibir los eventos de entrada desde la vista.

- **El modelo:** Es el objeto que representa los datos del programa. Maneja los datos y controla todas sus transformaciones. El modelo no tiene conocimiento específico de los controladores o de las vistas, ni siquiera contiene referencias a ellos. Es el propio sistema el que tiene encomendada la responsabilidad de mantener enlaces entre el modelo y sus vistas y notificar a las vistas cuando cambia el modelo.
- **La vista:** Es el objeto que maneja la presentación visual de los datos representados por el modelo. Genera una representación visual y muestra los datos al usuario. Interactúa con el modelo a través de una referencia al propio modelo.
- **El controlador:** Es el objeto que proporciona significado a las órdenes del usuario, actúa sobre los datos representados por el modelo. Cuando se realiza algún cambio, entra en acción, bien sea por cambios en la información del modelo o por alteraciones de la vista. Interactúa con el modelo a través de una referencia al propio modelo.

2.4 Implementación del sistema

El modelo de implementación es una colección de componentes y los subsistemas que los contienen. Estos componentes incluyen: ficheros de código fuente y otros tipos de

ficheros necesarios para la implantación y despliegue del sistema. Describe también, como se organizan los componentes de acuerdo con los mecanismos de estructuración y modularización disponibles en el entorno de implementación en el lenguaje o lenguajes de programación utilizados así como la dependencia de los componentes entre si (Caraballo, 2003).

2.4.1 Componentes del sistema

Un diagrama de componentes muestra las dependencias entre los componentes de software. Incluye los clasificadores que los especifican (clases de implementación y otros) y los artefactos que los implementan, tales como, archivos de código fuente, archivos de código binario, archivos ejecutables y *scripts*.

Los diagramas de componentes describen los elementos físicos del sistema ya sean ejecutables, librerías, clases y las relaciones entre ellos. Para la modelación del diagrama que a continuación se propone primeramente se identificaron los componentes, luego se agruparon los mismos por un patrón arquitectónico, en este caso Modelo Vista Controlador (MVC) y se representaron las relaciones entre ellos. La Figura 2.4 representa la interacción de los diferentes componentes del sistema.

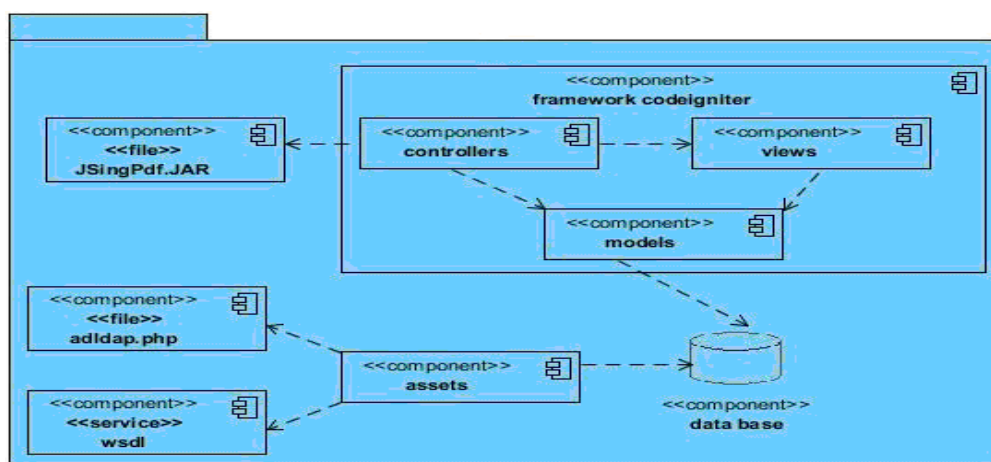


Figura 2.4: Diagrama de Componentes.

Mediante la Tabla 2.3 se describen los componentes representados en el diagrama anterior:

Tabla 2.3: Descripción de los Componentes del Sistema

Componente	Propósito
JSignPdf	Aplicación Java que añade las firmas digitales a documentos en formato PDF.
adLDAP	Clase PHP que permite la autenticación LDAP y la integración con <i>Active Directory</i> .
WSDL	Interfaz pública a los servicios Web de la UCI.
Assets	Contiene las aplicaciones que tienen que ver con el diseño y el funcionamiento del sistema (imágenes, CSS, librerías javascript).
Controllers	Contiene las clases que determinan cómo se manejan las solicitudes HTTP y permiten la lógica del negocio.
View	Contiene las páginas Web que son vistas por el usuario.
Models	Son clases de PHP que se diseñan para trabajar con información de la Base de Datos.
Base de Datos	Representa la Base de Datos.

2.4.2 Base de datos del sistema

Para lograr un adecuado funcionamiento del sistema, se hace necesario tener un buen diseño de la base de datos, lo que permite obtener acceso a la información exacta y actualizada. Se define una base de datos como una serie de datos organizados y relacionados entre sí, los cuales son recolectados y explotados por los sistemas de información de un negocio en particular. La Figura 2.5 muestra el modelo de datos.

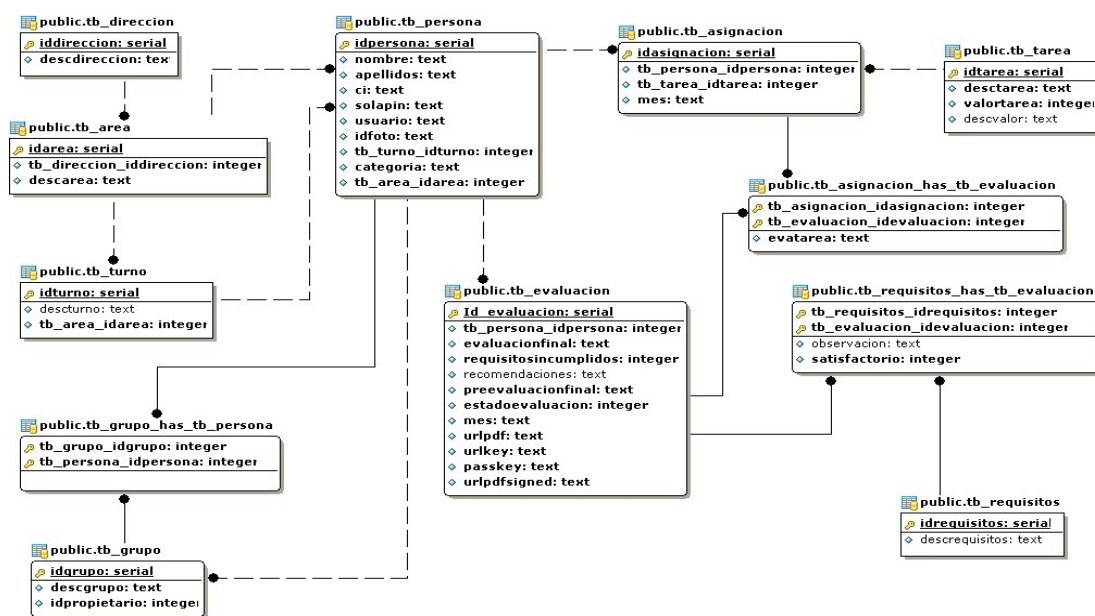


Figura 2.5: Representación del Modelo de Datos.

Una vez puesto en funcionamiento el sistema propuesto, inicialmente se nutrirá de las decisiones inferidas por el motor de inferencia propuesto, las que son almacenadas como casos resueltos en la base de datos conformándose una base de conocimiento histórico.

Mediante técnicas de la inteligencia artificial y estadísticas, será posible determinar el índice de concordancia de las decisiones tomadas por los evaluadores contra la inferencia propuesta en función de determinar su aproximación a la realidad objetiva.

2.4.3 Despliegue general del sistema

Un diagrama de despliegue muestra la configuración de los nodos que participan en la ejecución y de los componentes que residen en ellos. Muestra la configuración de los elementos de procesamiento en tiempo de ejecución, los componentes de software, hardware, procesos y objetos que los ejecutan. Este diagrama es útil para ilustrar la arquitectura física de un sistema. La Figura 2.6 muestra el despliegue de la propuesta.

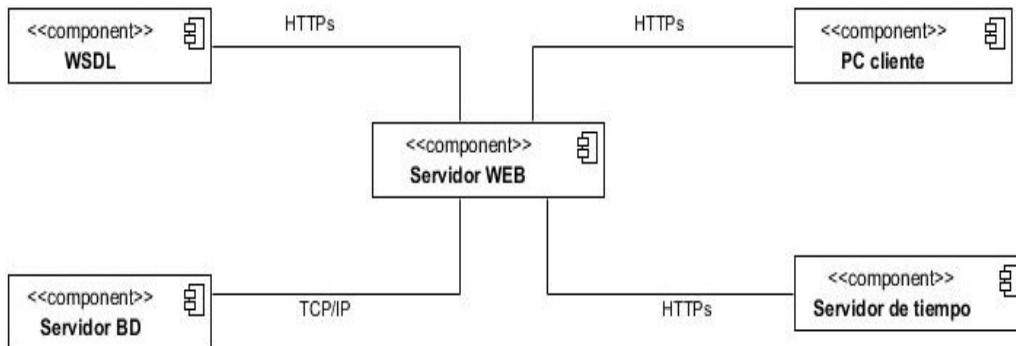


Figura 2.6: Diagrama de Despliegue.

Descripción de los nodos físicos del sistema:

- **PC Cliente:** El nodo representa una PC cliente desde la cual se podrá acceder al sistema por medio de un navegador Web e interactuar con todas las funcionalidades que este brinda.
- **Servidor Web:** El nodo representa el servidor Web donde estará alojado el sistema así como los componentes almacenados en el mismo.
- **Servidor Web (WSDL):** El nodo representa el servidor de servicios Web que ofrece la universidad (UCI). Entre los servicios que ofrece se utiliza el servicio de Protocolo Ligero de Acceso a Directorios LDAP para la autenticación de los usuarios en el sistema.
- **Servidor de Base de Datos:** El nodo representa el servidor de Base de Datos PostgreSQL en el que estará alojada la base de datos del sistema.
- **Servidor de Tiempo:** El nodo representa el servidor de tiempo para la firma de documentos electrónicos.

Descripción de los protocolos utilizados:

- **HTTPS:** Protocolo para Transferencia de Hipertexto seguro. Extensión del HTTP para la autenticación y encriptación de datos entre un servidor Web y un navegador Web.
- **TCP/IP:** Proviene de dos protocolos, Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y Protocolo de Internet (IP) (*Transmission Control Protocol e Internet Protocol*). Forma de comunicación básica para redes de computadoras.

2.5 Interfaces del sistema

Las pantallas de la aplicación son fotos tomadas durante su funcionamiento. Estas imágenes muestran parte de los resultados obtenidos con el desarrollo de esta investigación (Mar, 2013c):

Módulo administración, vista Persona.

En la Figura 2.7 se muestra el módulo administración, donde se observa la vista Persona habilitada, esta vista permite buscar, adicionar, eliminar y actualizar una persona. En este módulo se habilitan las funcionalidades en dependencia del permiso que tenga el usuario, en este caso se muestra en el rol de administrador.



Figura 2.7: Interfaz del módulo administración, vista Persona.

Módulo administración, vista Crear tareas.

La Figura 2.8 muestra la vista Crear tareas del módulo administración, en esta vista son listadas (módulo A) todas las tareas que han sido adicionadas hasta el momento permitiendo realizar acciones sobre ellas como buscar, eliminar y actualizar tareas. Cuenta además con un formulario (módulo B) para adicionar nuevas tareas y asignar el nivel de importancia que posee cada una de estas.

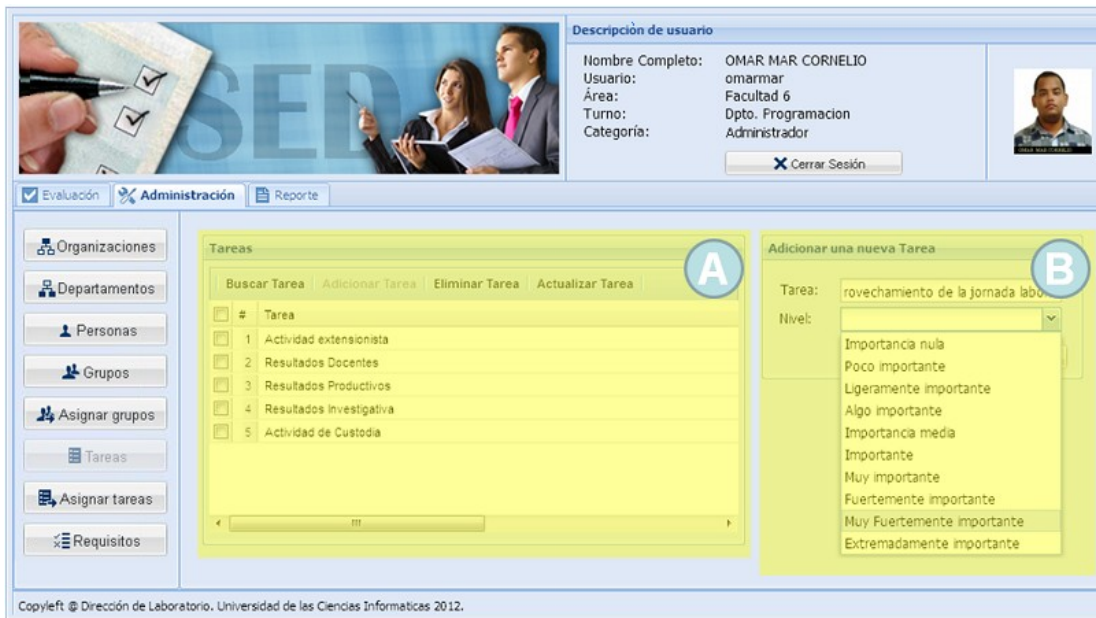


Figura 2.8: Interfaz del módulo administración, vista Crear tareas.

Módulo administración, vista Asignar tareas.

En la Figura 2.9 se muestra el módulo administración, a través del rol Jefe de departamento donde se habilitan solo las funcionalidades según su permiso dentro del sistema. La figura muestra la vista Asignar tareas que permite asignar una o varias tareas a una persona especificada en un período de tiempo determinado.

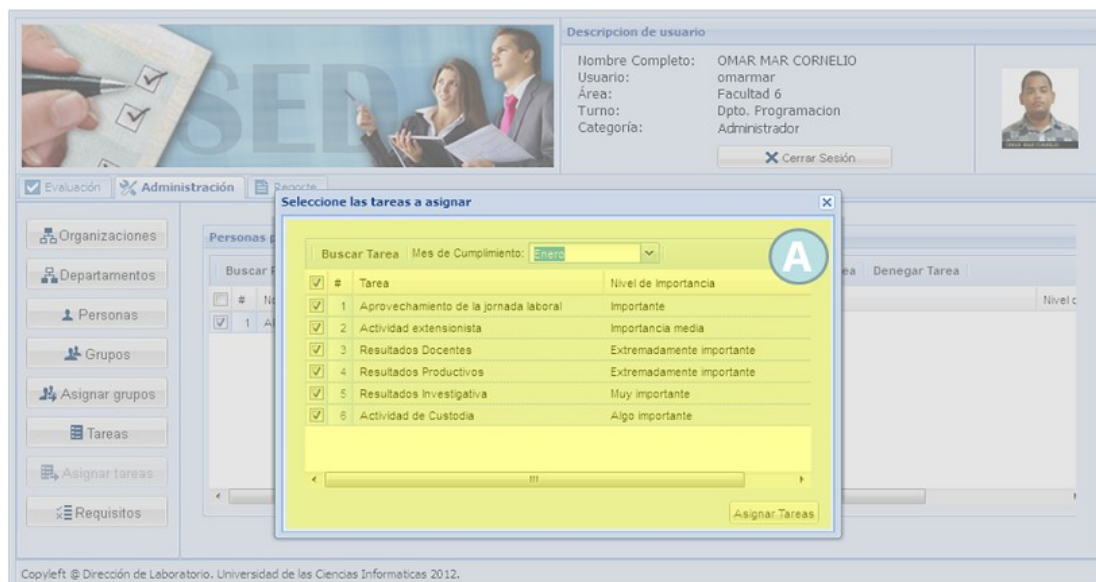


Figura 2.9: Interfaz del módulo administración, vista Asignar tarea.

Módulo evaluación, vista Evaluar tareas

En la Figura 2.10 se muestra el módulo evaluación que permite evaluar el cumplimiento de las tareas de un trabajador durante un período de tiempo. Todos los usuarios que sean evaluadores podrán tener acceso a este módulo. Para realizar la evaluación, se elige el mes en el que se va a evaluar al trabajador, posteriormente se evalúan cada una de las tareas.

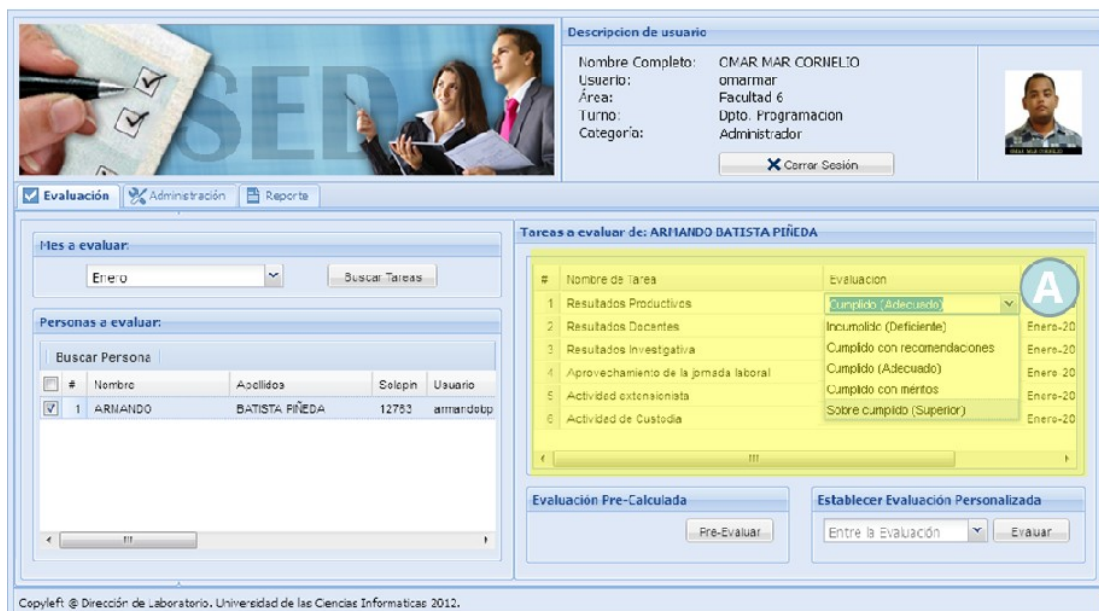


Figura 2.10: Interfaz del módulo evaluación, vista Evaluar tareas.

Módulo evaluación, vista inferir evaluaciones y evaluar persona

La Figura 2.11 muestra las opciones Inferir o Pre calcular y Evaluación personalizada de la vista Inferir evaluaciones. Una vez evaluadas las tareas de una persona en un mes especificado, utilizando el motor de inferencia propuesto, el sistema es capaz de proponer una evaluación del desempeño como resultado de la inferencia (módulo A). En un proceso de toma de decisiones mediante un sistema informático, el evaluador, una vez obtenida la propuesta emitida por el sistema, debe ser capaz de rechazar la hipótesis calculada por el motor de inferencia en caso de no coincidir con ésta y proponer otra en su lugar, para lo cual selecciona la opción Establecer evaluación personalizada (módulo B) y evalúa al trabajador manualmente.



Figura 2.11: Interfaz del módulo evaluación, vista Inferir evaluaciones y Evaluar persona.

Módulo reporte

El módulo reporte cuenta con tres reportes fundamentales, Evaluaciones por firmar, Resumen de evaluaciones por persona y Visualizar evaluaciones firmadas (*.pdf), mostrándose la información dependiendo del rol que tenga dentro del sistema. En este caso es la vista Trabajador.

En la Figura 2.12 se muestra el módulo de reporte donde están las Evaluaciones por firmar. Si es seleccionado el botón firmar digitalmente, muestra otra ventana emergente para que se introduzcan los datos necesarios para cargar la firma digital.

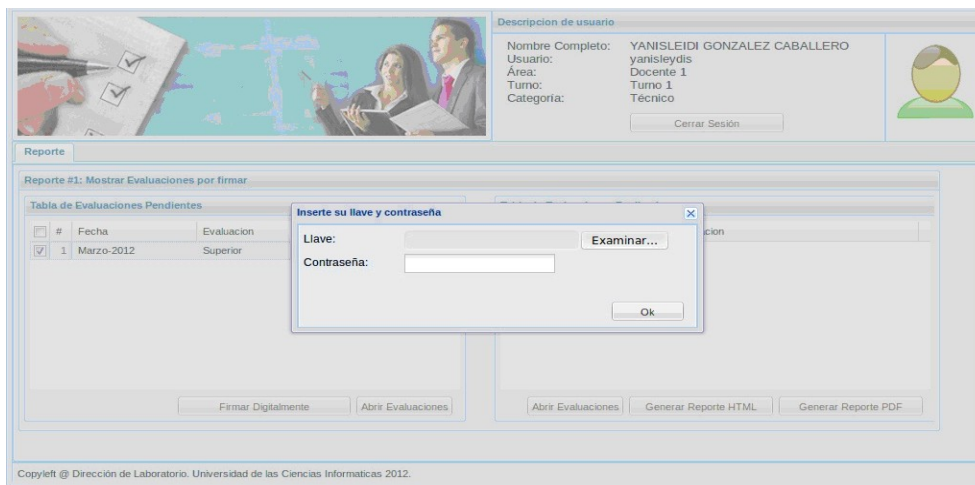


Figura 2.12: Interfaz del Módulo de Reporte, vista Firma Digital.

2.6 Conclusiones parciales

- Se diseñó un motor de inferencia decisional como soporte a proceso de toma de decisiones sobre la evaluación del desempeño.
- Se desarrolló un sistema informático que implementa el motor de inferencia decisional propuesto como soporte a la toma de decisiones para la evaluación del desempeño.

Capítulo 3: Validación del sistema propuesto

Introducción

Un elemento al que se le concede alta importancia en una investigación, lo representa el proceso de validación. El presente capítulo muestra la aplicación del método delphi donde se analiza el fenómeno de estudio en sus dos etapas (Aragóné, 2003), antes y después de la aplicación de la propuesta en función de determinar el comportamiento del fenómeno de estudio.

3.1 Método de experto para determinar los Índices de Decisión sobre la evaluación del desempeño

Para llevar a cabo la validación de los resultados antes y después de la aplicación del sistema para la evaluación del desempeño de la UCI, se aplica un método de experto con el objetivo de mediar la variable dependiente antes y después de la introducción de las variables independientes (Sampieri, 2006) para lo cual se utiliza un conjunto de herramientas que le permite llegar a conclusiones, entre las que se encuentran:

- Técnicas de trabajo en grupo.
- Técnicas de realización de encuestas.
- Técnica multicriterios para obtener el Índice de Decisión (ID), el cual considera las variables de interés.

El autor propone utilizar el criterio de los expertos para evaluar el impacto de la propuesta (Mar, 2012b), para ello diseñó un procedimiento de validación, el cuál se basa en el enfoque multicriterio utilizando delphi (Romero, 1997), (Fernández, 2000), (Garza, 2005), (Salina, 2004) compuesto por los siguientes pasos:

Paso 1. Selección de los expertos.

Paso 2. Determinación de los criterios a valorar.

Paso 3. Determinación de la importancia de cada uno de los criterios a valorar.

Paso 4. Evaluación de cada criterio por cada experto.

Paso 5: Determinación del Índice de Decisión, para ello el autor propone la utilización de técnicas multicriterio más específicamente el método de la suma ponderada.

A continuación se expone cómo se realizan cada uno de estos pasos.

Paso 1. Selección de los expertos.

Los expertos deben ser seleccionados considerándose las especialidades implicadas en la problemática, así como la representatividad de las diferentes instituciones, organismos o departamentos encargados de tomar las decisiones.

Los expertos han de ser personas con un grado de conocimiento e implicación en el problema y no han de tener ninguna motivación política o económica que pueda condicionar su propia libertad de opinión. Los mismos deben ser representativos de todos los segmentos posibles referidos a: Procesos diferentes, áreas de interés y profesiones (Artola, 2002), (Mar, 2013c).

Se debe tener en cuenta que el número de expertos debe estar entre 7 y 13 (Barroso, 2003) y se recomienda que sea un número impar. Por lo que si el número de expertos no cumple las especificaciones anteriores se debe realizar un ajuste.

En el caso de estudio, para la selección de los expertos se define que el área del conocimiento en la que se enmarcan sus competencias sea los “sistemas inteligentes” con dominio en los siguientes temas.

- Técnicas para la toma de decisiones.
- Inteligencia artificial.
- Control de la calidad de procesos.

Cumpléndose con los requisitos definidos, se seleccionaron 9 expertos los cuales se relacionan en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Relación de expertos que participaron en el proceso.

No	Nombre y Apellido	Centro y competencias
1	Dr. Rosario Garza Ríos	CUJAE, Especialista en técnicas para la toma de decisiones y Gestión de la Información.
2	Dr. Ileana Pérez Vergara	CUJAE, Especialista en técnicas para la toma de decisiones y Gestión de la Información.
3	Dr. José Lavandero García	UCI, Gestión empresarial, Gestión de la Información, Gestión de las tecnologías.
4	MSc. Yudeisy Pérez González	UCI, Gestión de la Información y el conocimiento.
5	MSc. Elizabet Santana Beoto	CUJAE, Especialista en Seguridad informática y gestión de proyectos informáticos.
6	MSc. Julio César Camps	CUJAE, Gestión de Proyectos informáticos.
7	MSc. Maikel Ramírez Despaine	CUJAE, Gestión de Proyectos informáticos.
8	Ing. Raydel Montesino Perurena	UCI, Especialista en Sistemas y redes informáticas.
9	Ing. Pablo Yunier Medina Martinez	UCI, Especialista en Sistemas y redes informáticas.

Paso 2. Determinación de los criterios a valorar

En este paso se identifica el fenómeno de estudio, se analiza su dimensión y se desglosan en el conjunto de criterios bajo los cuales se evaluarán los resultados sobre el comportamiento de la variable dependiente con la introducción de las variables independientes.

Para la definición de los mismos se pueden realizar algunas de las técnicas de trabajo creativo en grupo, como: Tormenta de ideas, la sinéctica, entre otras, las cuales permiten la reunión del grupo de expertos y llegar al consenso entre ellos, para definir los criterios que se deben tener en cuenta para la toma de decisiones.

En el caso de estudio se utiliza una tormenta de ideas y luego la filosofía del método *Delphi*, para realizar la valoración técnica de la solución. Este método permite medir el Índice de Decisión de la propuesta según la experiencia de los expertos de acuerdo a los criterios definidos.

En reunión inicial del grupo de expertos se definió que los indicadores para medir el fenómeno de estudio son los siguientes:

- Proceso de orientación.
- Proceso de control.
- Tiempo de ejecución.
- Consumo de recursos materiales.
- Motor de inferencia.

El objetivo que se persigue con este paso es que los expertos sean capaces de definir cuáles son los criterios a través de los cuáles se podrá valorar cada uno de estos indicadores los que formarán parte del Índice de Decisión *ID*.

Según los indicadores operacionalizados por el autor se hace corresponder el conjunto de criterios de medidas propuestos por los expertos los cuales son valorados con el objetivo de asignar peso a cada indicador. La Tabla 3.2 muestra la distribución de indicadores por criterio de medida.

Tabla 3.2: Descripción de los indicadores.

Indicador	No	Criterio
Proceso de orientación.	1	Constancia sobre la orientación de las tareas.
	2	Formalidad sobre la orientación de las tareas.
Proceso de control.	3	Constancia sobre el control de las tareas.
	4	Formalidad sobre el control de las tareas.
Tiempo de ejecución.	5	Facilidad de uso para realizar el proceso.
Consumo de recursos materiales.	6	Ahorro de recursos materiales.
Motor de inferencia.	7	Fiabilidad en el proceso de decisión sobre la evaluación del desempeño.
	8	Índice de apelaciones.

Paso 3. Determinación de la importancia de cada uno de los criterios a valorar.

Adquiere significativa importancia la actividad del analista o especialista y el grupo de expertos, dado porque el analista debe ser capaz de obtener información racional de los expertos respecto a sus preferencias.

Para el autor se entenderá por importancia al valor que se le atribuye a la evaluación de un criterio con respecto al resto de los criterios.

Uno de los principales aspectos en el análisis de los problemas, es conocer cuál es el criterio más importante y cuánto más.

Los pesos se determinarán a través de las valoraciones de los expertos. Estos podrán expresar sus preferencias de dos formas:

- A través de un valor cuantitativo.
- A través de la comparación entre los criterios.

Cuando los expertos emiten sus valoraciones respecto a los criterios, si dos criterios tienen igual valoración indica que ambos criterios son igualmente importantes y si un criterio tiene mayor valor que otro significa que este primero es más importante. Más de un criterio puede tener el mismo valor, el valor cero para algún criterio indica la no importancia del criterio, mientras que el valor más alto indica la máxima importancia para ese criterio.

Los valores para el vector de pesos W deben cumplir las siguientes condiciones:

Condición 1: $0 \leq W_j \leq 100$

Condición 2: $\sum_{j=1}^m W_j = 100$

A cada experto se le pide que emita su opinión acerca de la importancia que tiene cada indicador con relación a los demás para el proyecto a evaluar, para lo cual se le entrega una encuesta como muestra el anexo 4 (Ver Anexo 4). La sumatoria de estos valores relativos debe ser igual a 100. En la Tabla 3.3 se muestran los resultados de la votación.

EP : Valor relativo de cada criterio y se obtiene mediante la siguiente expresión.

$$EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{E}$$

Tabla 3.3: Asignación de peso a los de indicadores.

C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\sum E$	EP
C1	15	16	14	15	16	13	14	15	16	134	14,8889
C2	10	9	11	10	9	12	13	10	9	93	6,2000
C3	15	16	14	15	16	12	13	15	16	132	8,8000
C4	10	9	11	10	9	12	19	10	9	99	6,6000
C5	10	9	11	10	9	12	11	10	9	91	6,0667
C6	10	9	11	10	15	12	11	10	9	97	6,4667
C7	15	16	14	15	14	15	10	15	16	130	8,6667
C8	15	16	14	15	12	12	9	15	16	124	8,2667
$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n \frac{E}{C} \right)$										900	65,9556
$S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=0}^n E - \sum_{k=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \frac{E}{C} \right) \right]^2$											2 546

Se verifica el trabajo de los expertos a través del coeficiente de concordancia de Kendall, para determinar si existe concordancia o no entre las votaciones otorgadas por los mismos. A continuación se expone el procedimiento utilizado en este caso:

- Sea C el número de criterios que van a evaluarse y E el número de expertos que realizan la evaluación.
- Para cada criterio se determina la $\sum E$ que representa la sumatoria del peso dado por cada experto, E_p que es la puntuación promedio de los pesos correspondientes a cada criterio.
- Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión S . En la tabla 3.3 se muestran los resultados obtenidos.

Verificación de la concordancia de los expertos.

- Se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall, con la dispersión:

$$W = \frac{S}{\left[\frac{E^2(C^3 - C)}{C} \right]}$$

- Se calcula el *Chi* cuadrado real, donde se parte del valor del coeficiente de concordancia de Kendall, en la Tabla 3.4 se muestran los resultados obtenidos.

$$X^2 = E(C-1)W$$

Tabla 3.4: Cálculo de concordancia de Kendall.

S	E^2	$(C^3 - C)$	$E^2(C^3 - C)$	$\frac{E^2(C^3 - C)}{C}$	$W = \frac{S}{\left[\frac{E^2(C^3 - C)}{C} \right]}$	$X^2 = E(C-1)W$
2546	81	504	40 824	326 592	0,0078	0,5613

Se compara el *Chi* cuadrado real calculado con el que se obtiene de la Tabla de Distribución *Chi* cuadrado (Ver Anexo 6), se toma $1 - \alpha = 0.99$ donde $\alpha = 0.01$ es el error permisible.

Si se cumple que el $X^2_{real} < X^2(\alpha, c-1)$ puede decirse que existe concordancia en el trabajo de los expertos.

Según el resultado del cálculo en la tabla anterior: $0.5613 < 18,4753$ por tanto, existe concordancia entre los expertos.

Con la votación obtenida de los expertos se determina el peso P de cada criterio normalizado, esto se define sobre la evaluación anterior a través de la siguiente expresión:

$$P = \frac{EP}{100}$$

P : Peso relativo

EP : Media aritmética de los valores por cada criterio

En la Tabla 3.5 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 3.5: Definición del peso relativo de cada criterio.

C/E	EP	P
C1	14,8889	0,1489
C2	10,3333	0,1033
C3	14,6667	0,1467
C4	11,0000	0,1100
C5	10,1111	0,1011
C6	10,7778	0,1078
C7	14,4444	0,1444
C8	13,7778	0,1378

Paso 4. Evaluación de estado inicial de cada criterio por cada experto.

Como lo que se persigue con este paso es evaluar cada criterio para valorar cuál es el ID antes y después de la aplicación del sistema informático. Se habilita el acceso a los expertos para constatar el estado inicial del fenómeno de estudio.

Habilitado el acceso de los expertos a la documentación y el modelo de gestión del proceso de evaluación del desempeño, es necesario que los mismos emitan su opinión a través de una encuesta acerca de los criterios tomados como referencia para medir el Índice de Decisión (Mar, 2012), donde se le pide expresen sus criterio asignándole un valor de acuerdo a sus preferencias, donde 0 representa importancia nula y 10 la máxima importancia.

3.1.1 Determinación del Índice de Decisión Inicial

Evaluación de los criterios para el estado inicial.

Primeramente los expertos tendrán que evaluar los criterios definidos anteriormente para el estado actual de los mismos, con esta votación se construye la Tabla 3.6 donde $C = (C_1 \dots C_8)$ son los criterios a evaluar y $E = (E_1 \dots E_9)$ la evaluación de los expertos. Con la votación individual de todos los expertos se conforma la votación de grupo. Para ello se puede utilizar: la media aritmética, la moda, la mediana, entre otras medidas. El autor propone utilizar la mediana.

Tabla 3.6: Peso otorgado por los expertos

C/E	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\sum E$	$EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{\sum_{m=1}^n E}$
C1	4	3	4	4	3	5	4	4	5	36	4,0000
C2	3	3	4	3	4	4	4	3	4	32	3,5556
C3	9	8	5	9	8	7	3	9	5	63	7,0000
C4	5	4	4	5	5	3	5	5	5	41	4,5556
C5	4	3	5	4	3	5	4	4	4	36	4,0000
C6	4	3	4	4	3	4	5	4	5	36	4,0000
C7	5	4	5	5	6	5	5	5	5	45	5,0000
C8	0	2	1	0	2	1	2	0	1	9	1,0000
Total	34	30	32	34	34	34	32	34	34	298	33,1111

Se verifica el trabajo de los expertos a través del coeficiente de concordancia de Kendall, para determinar si existe concordancia o no entre las votaciones otorgadas por los mismos. A continuación se expone el procedimiento utilizado en este caso:

- Sea C el número de criterios que van a evaluarse y E el número de expertos que realizan la evaluación.
- Para cada criterio se determina la $\sum E$ que representa la sumatoria del peso dado por cada experto, E_p que es la puntuación promedio de los pesos correspondientes a cada criterio.
- Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión S. En la Tabla 3.7 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 3.7: Cálculo de la Dispersión (S) para hallar la concordancia entre expertos.

E/C	$\sum E$	$\sum_{i=1}^n \left(\frac{E}{C} \right)$	$\sum_{i=1}^n E - \sum_{j=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \frac{E}{C} \right)$	$\left[\sum_{i=1}^n E - \sum_{j=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \frac{E}{C} \right) \right]^2$
C ₁	36	4,5000	-1,2500	1,5625
C ₂	32	4,0000	-5,2500	27,5625

C_3	63	7,8750	25,7500	663,0625
C_4	41	5,1250	3,7500	14,0625
C_5	36	4,5000	-1,2500	1,5625
C_6	36	4,5000	-1,2500	1,5625
C_7	45	5,6250	7,7500	60,0625
C_8	9	1,1250	-28,2500	798,0625
$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n \frac{E}{C} \right)$	298	37,2500		
$S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=0}^n E - \sum_{k=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \frac{E}{C} \right) \right]^2$				1 567,5000

- Se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall, con la dispersión:

$$W = \frac{S}{\left[\frac{E^2(C^3 - C)}{C} \right]}$$

- Se calcula el *Chi* cuadrado real, sobre el valor del coeficiente de concordancia de Kendall.

En la Tabla 3.8 se muestra el cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall.

$$X^2 = E(C-1)W$$

Tabla 3.8: Cálculo de concordancia de Kendall.

S	E^2	$(C^3 - C)$	$E^2(C^3 - C)$	$\frac{E^2(C^3 - C)}{C}$	$W = \frac{S}{\left[\frac{E^2(C^3 - C)}{C} \right]}$	$X^2 = E(C-1)W$
1567.5	81	504	40 824	326 592	0,0048	0,3456

Se compara el *Chi* cuadrado real calculado con el que se obtiene de la Tabla de Distribución *Chi* cuadrado (Ver Anexo 6), se toma $1 - \alpha = 0,99$ donde $\alpha = 0,01$ es el error permisible.

Si se cumple que el $X^2_{real} < X^2(\alpha, c-1)$ puede decirse que existe concordancia en el trabajo de los expertos.

Según el resultado del cálculo en la tabla anterior: $0,3456 < 18,4753$ por tanto, existe concordancia entre los expertos.

Como resultado de este paso se cuenta con los valores necesarios para la determinación del ID para la situación actual en el proceso de evaluación del desempeño.

Paso5: Determinación del Índice de Decisión Inicial (IDI)

Para la determinación del IDI el autor propone la aplicación del método suma ponderada, con la expresión:

$$IDI = \frac{\sum_{i=1}^n P_i Ep_i}{10}$$

Donde:

IDI : Índice de Decisión Inicial.

P : Peso o importancia de cada criterio (se obtienen en el paso 3).

Ep : Evaluación que emiten los expertos acerca de los criterios para la situación actual (se obtiene en el paso 4).

En la Tabla 3.9 se muestra el valor de IDI.

Tabla 3.9: Calificación de cada criterio e IDI.

Criterio	<i>Ep</i>	<i>P</i>	<i>P * Ep</i>
C₁	4,0000	0,1489	0,5956
C₂	3,5556	0,1033	0,3674
C₃	7,0000	0,1467	1,0267
C₄	4,5556	0,1100	0,5011
C₅	4,0000	0,1011	0,4044
C₆	4,0000	0,1078	0,4311
C₇	5,0000	0,1444	0,7222
C₈	1,0000	0,1378	0,1378
$\sum_{i=1}^n P_i Ep_i$	33.1111	1,0000	4,1863
<i>IDI</i>			0,4186

Evaluación de los criterios para el impacto de la aplicación del sistema informático. Se procede a realizar los pasos 4 y 5 para el impacto de la aplicación.

3.1.2 Determinación del Índice de Decisión Final

Paso 4. Evaluación de cada criterio por cada experto. Estado final.

Con la votación obtenida de los expertos, donde se emite una evaluación de cada criterio una vez aplicada la propuesta, se construye la Tabla 3.10, donde se visualiza el dominio de criterios a evaluar $C = (C_1 \dots C_8)$ y el dominio de expertos $E = (E_1 \dots E_9)$ representando la puntuación emitida.

Tabla 3.10: Votación de los expertos.

E/C	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	$\sum E$	$EP = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{\sum_{m=1}^n E}$
C1	10	9	8	10	7	8	8	10	8	78	8,6667
C2	7	6	7	7	8	8	8	7	8	66	7,3333
C3	10	8	8	10	8	7	8	10	8	77	8,5556
C4	7	6	7	7	8	7	6	7	5	60	6,6667
C5	6	5	6	6	7	4	4	6	4	48	5,3333
C6	7	6	6	7	8	6	5	7	7	59	6,5556
C7	10	8	8	10	8	7	8	10	8	77	8,5556
C8	10	7	8	10	8	7	8	10	6	74	8,2222
Total	67	55	58	67	62	54	55	67	54	539	59,8889

Verificación de la concordancia de los expertos.

Se verifica el trabajo de los expertos, utilizándose el coeficiente de concordancia de Kendall y el estadígrafo *Chi* cuadrado X^2 . Mediante el procedimiento:

- Sea C el número de criterios que van a evaluarse y E el número de expertos que realizan la evaluación.
- Para cada criterio se determina la $\sum E$ que representa la sumatoria del peso dado por cada experto, E_p que es la puntuación promedio de los pesos correspondientes a cada criterio.

- Se determina la desviación de la media, que posteriormente se eleva al cuadrado para obtener la dispersión S .

En la Tabla 3.11 se muestran los resultados.

Tabla 3.11: Cálculo de la Dispersión (S) para hallar la concordancia entre expertos.

E/C	$\sum E$	$\sum_{i=1}^n \left(\frac{E}{C} \right)$	$\sum_{i=1}^n E - \sum_{j=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \frac{E}{C} \right)$	$\left[\sum_{i=1}^n E - \sum_{j=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \frac{E}{C} \right) \right]^2$
C₁	78	9,7500	10,6300	11208906
C₂	66	8,2500	-1,3800	1,8906
C₃	77	9,6250	9,6300	92,6406
C₄	60	7,5000	-7,3800	54,3906
C₅	48	6,0000	-19,3800	375,3906
C₆	59	7,3750	-8,3800	70,1406
C₇	77	9,6250	9,6300	92,6406
C₈	74	9,2500	6,6300	43,8906
$\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n \frac{E}{C} \right)$	539	67,3800		
$S = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=0}^n E - \sum_{k=1}^n \left(\sum_{k=1}^n \frac{E}{C} \right) \right]^2$				843,8750

- Se calcula el coeficiente de concordancia de Kendall, con la dispersión:

$$W = \frac{S}{\left[\frac{E^2(C^3 - C)}{C} \right]}$$

- Se calcula el Chi cuadrado real, sabiéndose el valor del coeficiente de concordancia de Kendall:

$$X^2 = E(C-1)W$$

En la Tabla 3.12 se pueden observar los resultados de coeficiente de Kendall.

Tabla 3.12: Cálculo de concordancia de Kendall.

S	E^2	$(C^3 - C)$	$E^2(C^3 - C)$	$\frac{E^2(C^3 - C)}{C}$	$W = \frac{S}{\left[\frac{E^2(C^3 - C)}{C} \right]}$	$X^2 = E(C-1)W$
843.87	81	504	40 824	326 592	0,0026	0,1860

Se compara el *Chi* cuadrado real calculado con el que se obtiene de la Tabla de Distribución *Chi* cuadrado (Ver Anexo 6), se toma $1 - \alpha = 0,99$ donde $\alpha = 0,01$ es el error permisible.

Si se cumple que el $X^2_{real} < X^2(\alpha, c - 1)$ puede decirse que existe concordancia en el trabajo de los expertos.

Según el resultado del cálculo en la tabla anterior: $0,1860 < 18,4753$ por tanto, existe concordancia entre los expertos.

Paso5: Determinación del Índice de Decisión Final (IDF)

Con los valores obtenidos en la Tabla 3.10 y el peso o importancia de los criterios se determina el IDF, a través de la expresión:

$$IDF = \frac{\sum_{i=1}^n P_i E p_i}{10}$$

Donde:

IDF : Índice de Decisión Final.

P : Peso o importancia de cada criterio (se obtienen en el paso 3).

$E p$: Evaluación que emiten los expertos acerca de los criterios para la situación actual.

Los valores obtenidos de la aplicación de esta expresión se muestran en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13. Calificación de cada criterio e Índice de Decisión Final.

Criterio	E_p	P	$P * E_p$
C₁	8.6667	0,1489	1,2904
C₂	7.3333	0,1033	0,7578
C₃	8.5556	0,1467	1,2548
C₄	6.6667	0,1100	0,7333
C₅	5.3333	0,1011	0,5393
C₆	6.5556	0,1078	0,7065
C₇	8.5556	0,1444	1,2358
C₈	8.2222	0,1378	1,1328
$\sum_{i=1}^n P_i E_{p_i}$	59.8889	1,0000	7,6507
ID			0.7651

3.2 Análisis de los resultados y discusiones

Comparación de los Índices de Gestión determinados por el grupo de expertos. Teniéndose el resultado de los criterios emitidos por los expertos se procede a analizar el comportamiento de los indicadores así como el nivel de decisión en el proceso para lo cual se utiliza la escala definida por Sánchez, (Sánchez, 2010) en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14: Rango para evaluar ID.

Rango de ID	Nivel de decisión
0,7 ≤ ID	Alto nivel de decisión
0,5 ≤ ID < 0,7	Medio nivel de decisión
0,3 < ID < 0,5	Bajo nivel de decisión
ID ≤ 0,3	Insuficiente nivel de decisión

El Índice de Decisión calculado anteriormente sobre la evaluación del desempeño en su estado inicial y su estado final, arroja el nivel de gestión que se muestra en la Figura 3.14.

Tabla 3.14: Rango de ID estado inicial y estado final.

Medio	Valor de IG	Nivel de gestión
Estado inicial	0,41	Bajo nivel de decisión
Sistema propuesto	0,76	Alto nivel de decisión

En la Tabla 3.14 se visualiza el comportamiento del Índice de Decisión en el proceso de evaluación del desempeño, demostrándose la correlación definida en las variables del diseño de la investigación y referidas en la hipótesis planteada por el autor.

3.3 Conclusiones parciales

- La aplicación del método delphi con la intervención de experto, permitió determinar el comportamiento del objeto de estudio antes y después de la aplicación de la propuesta.
- Después de la aplicación del método de experto utilizado, el Índice de Decisión fue elevado de 0,41 a 0,76 demostrándose la correlación de las variables objeto de estudio validando la efectividad de la solución.

Conclusiones

- Con la elaboración del marco teórico conceptual relacionado con el proceso de evaluación del desempeño y las técnicas de ayuda a la toma de decisiones, se pudo evidenciar que las soluciones existentes en el mundo no satisfacen las necesidades del problema planteado por el autor en la investigación.
- Se desarrolló un motor de inferencia decisional basado en la agregación de la información como soporte a la toma de decisiones que permite obtener una evaluación del desempeño de los trabajadores.
- Se validó la propuesta mediante la aplicación del método delphi, utilizando el consenso de expertos, para analizar el comportamiento del fenómeno de estudio, logrando un incremento del Índice de Decisión a partir de la aplicación de la solución propuesta.

Recomendaciones

- Valorar la implementación de técnicas de computación con palabras que permitan obtener un marco de recogida de información flexible y obtener resultados de mayor interpretabilidad.
- Desplegar la aplicación como servicio estable que permita ser extendido a la comunidad universitaria.
- Analizar después de aplicada la propuesta el índice de rechazo decisional por los evaluadores para determinar la fiabilidad del motor de inferencia propuesto.

Referencias bibliográficas

- ALVEIRO, M. C. EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO COMO HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS DEL CAPITAL HUMANO, [En línea]. 2009. [Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/pdf/vf/v11n1/v11n1a05.pdf>]
- ARAGONÉS, B. P. Técnicas de ayuda a la toma de decisiones en Proyectos. Universidad Politécnica de Valencia, 2003, p. 15-22.
- ARTOLA, M. Modelo de evaluación del desempeño de empresas perfeccionadas en el tránsito hacia empresas de clase en el sector de servicios ingenieros en Cuba. Universidad de Matanzas, 2002, p. 45-56.
- BELLVER, J. A.; J. F. OÑATE, et al. La valoración de inmuebles urbanos mediante el proceso analítico en red revista de estudios regionales, 2010, No 87, pp. 45-70. ISSN: 0213-7585.
- BURNS, R. K. and J. C. FLANAGAN. The employee performance record: a new appraisal and development tool. Harvard Business Review, 5:95- 102, 1955.
- CALLE, R. Evaluación del Desempeño: Nuevos Enfoques desde las Teorías de Subconjuntos Difusos y de la Decision Multi-criterios UNIVERSIDAD DE VALLADOLID, 2009, Tesis Doctoral.
- CANOS.; and E. AL. Modelos flexibles de selección de personal basados en la valoración de competencias, 2008.
- Un algoritmo fuzzy para la selección de personal basado en agregación de competencias XV Jornadas de ASEPUMA y III Encuentro Internacional, 2007.
- CANO, E. C. La evaluación por competencias en la educación superior Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado, 2008, Vol12, No3. .
- CARABALLO, L. A. S. Prolegómenos Sobre el Lenguaje de Modelado Unificado (UML), [En línea]. 2003. [Consultado el: 20 febrero 2013]. Disponible en: <http://www.willydev.net/descargas/prev/Prolego.pdf>
- CASTRO, F. Discurso pronunciado en el Quinto Período Ordinario de Sesiones de la VII Legislatura de la Asamblea Nacional del Poder Popular, en el Palacio de Convenciones, el 1º de agosto de 2010 [En línea]. 2010. [Consultado el: 20 de septiembre 2012]. Disponible en: <http://www.cuba.cu/gobierno/rauldiscursos/index2.html>

- . El robo de cerebros, [En línea]. 2007. [Consultado el: 20 de septiembre 2012]. Disponible en: <http://www.granma.cubaweb.cu/secciones/reflexiones/esp-033.html>
- CEDAE. Gespro, [En línea]. 2010. [Consultado el: 20 de febrero 2012]. Disponible en: <http://gespro.prod.uci.cu/>
- CHEN-TUNG, C.; H. YUAN-CHU, et al. Applying multiple linguistic PROMETHEE method for personnel evaluation and selection Industrial Engineering and Engineering Management, 2009, IEEE International Conference on. p. 1312-1316.
- CHEN, Z. and D. BEN-ARIEH On the fusion of multi-granularity linguistic label sets in group decision making Computers and Industrial Engineering, 2006, p526-541.
- CORTEZ, A. V. and V. P. VIRGINIA Sistemas Razonamiento basado en Reglas para determinar recomendación de cirugía refractiva Revista Algoritmica, 2010, Vol1, no1, pp 28-36, ISSN 2220-3982.
- CRUZ, Y. R. and M. P. MOLINA Evolución, particularidades y carácter informacional de la toma de decisiones organizacionales. Acimed, 2010, Vol 21, No1, pp 57-77. ISSN 1024-9435.
- DUAN, A.: "Definición de sistema de Información.". [En línea], Consultado el 26 de diciembre 2012, Disponible en: <http://www.econlink.com.ar/sistemas-informacion/>, 2011.
- DEJIANG, W. Extension of TOPSIS Method for R&D Personnel Selection Problem with Interval Grey Number Management and Service Science, 2009, MASS '09 International Conference on. p. 1-4.
- DOYLE, J. Prospects for preferences Computational Intelligence, 2004, 20:111-136.
- DUNCAN, R. and H. RAIFA Games and Decision. Introduction and Critical Survey Dover Publications,, 1985, Nueva York.
- EDWARDS, M. and E. EWEN Automating 360 degree feedback HR focu, 1996, Vol 70 No3.
- ESPINILLA, M. A heterogeneous evaluation model for assessing sustainable energy: A Belgian case study, in Fuzzy Systems (FUZZ) IEEE, 2010, International Conference on, pp. 1-8.
- ESPINILLA, M.; J. LIU, et al. An extended hierarchical linguistic model of sensory evaluation Computational Intelligence:, 2005, An International Journal, pagina Submitted.

- ESTÉVEZ, M. E. Nuevos modelos de evaluación sensorial con información lingüística DEA, Departamento de Informática,, 2009, Universidad de Jaén, Jaen.
- EVANGELOS, T. Multi-criteria Decision Making Methods: A Comparative Study Kluwer Academic Publisher, 2000, Dordrecht.
- FERNÁNDEZ, B. G. La Toma de Decisiones Multicriterio eficaces en el ámbito de la pequeña y mediana empresa: El establecimiento de los objetivos y la determinación de los criterios. Fac CC. Económicas y Empresariales. Universidad San Pablo, [En línea]. 2000. [Consultado el 8 de Marzo 2013]. Disponible en: <http://ecomat.ccee.uma.es/asepuma/laspalmas2001/laspalmas/invp01.PDF>
- FERNÁNDEZ, L. J. Gestión por competencias. Un modelo estratégico para la dirección de Recursos Humanos. Madrid:, 2006, Prentice Hall, Pearson.
- FERRIS, G. R. and T. A. JUDGE. Personnel/human resources management: A political influence perspective. Journal of Management, 1991, Vol 17 pp1-42.
- FINCOWSKY, E. B. F. Toma de decisiones empresariales Contabilidad y Negocios, 2011, Vol 6, No 11, pp. 113-120. ISSN 1992-1896.
- FISHER, C.; L. F. SCHOENFELDT, et al. Human Resources Management. Houghton Minin Company Boston, 2006.
- FLAVELL, R. B. A new goal programming formulation Omega, 1976, Vol4 pp731- 732
- FLETCHER, C. Performance appraisal and management: The developing research agenda Journal of Occupational and Organization, 2008, Psychology, 74 pp473-487.
- FODOR, J. and M. ROUBENS Fuzzy Preference Modeling and Multicriteria Decision Support. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 1994.
- GALAR, S. L.; A. TORRES, et al. Herramienta de análisis multi-criterio como soporte para el diseño del programa social de la facultad de ingeniería Gerenciales, 2011 vol. 27, núm. 121, pp. 175-194, ISSN : 0123-5923.
- GARCIA, J. L. and LAPRESTA Llamazares. Aggregation of fuzzy preferences: Some rules of the mean. Social Choice and Welfare, Vol 17 pp 673-690, 2000.
- Llamazares. Majority decisions based on diference of votes. Journal of Mathematical Economics Vol 35 pp 463-481, 2001.
- GARCIA, J. L.; LAPRESTA, et al. The self-dual core and the anti-self-dual remainder of an aggregation operator. Fuzzy Sets and Systems, 159:47-62, 2008.

- GARZA, R. G., C. SALINAS Aplicación de las técnicas multicriterio multiexpertos dentro del perfil del ingeniero industrial RII, 2005, Vol6, No1. ISSN: SSN 1815-5936
- GASS, S. and T. SAATY The computational algorithm for the parametric objective, Naval Research Logist. Quart, 1955, vol. 2, 39-45 p.
- GIBSON, J. L.; J. M. IVANCEVICH, et al. Las organizaciones: Comportamiento, estructura, procesos México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 2001.
- GUITIERREZ, J. M. Sistema basado en reglas, [En línea]. 2010. [Consultado el: 20 mayo 2013]. Disponible en: <http://personales.unican.es/gutierjm/cursos/expertos/Reglas.pdf>
- HUANG, D. and E. AL. A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem Computers & Industrial Engineering. . 2009, 56(1):1-10.
- HERNANDEZ, I.; T. MARÍA, et al. Inventario de conocimientos del sistema de gestión integrada de capital humano referenciado en las normas cubanas 3000: 2007 / inventory of knowledges of the human capital integrated management system referenced in the cuban regulations 3000: 2007 Ingeniería Industrial, 2010, Vol. XXXII No. 2 mayo-agosto. p. 132-140. ISSN 1815-5936.
- HURWICZ, L. A., K.J. Gradient Methods for Constrained Maxima, 1957.
- HENAO, M. and A. BERTHA Fusión de dos tecnologías: Ingeniería del conocimiento (IC) + Multimedia (MM) Ingeniería Industrial, 1994, Revista EAFIT. Vol. 30, núm. 96.
- HERBERT, S. The new science of management decision New York, 1960.
- INCHAUSTI, E. V. La evaluación del desempeño en las grandes empresas españolas. ACTUALIDAD ECONÓMICA, 2008, ISSN 1698-5117.
- JEREZ, M.; D. ROBLES., et al. Sistemas de evaluación objetiva a distancia en métodos cuantitativos: valoración de plataformas alternativas Relada, 2012, Vol6 No2: pp 215-223.ISSN: 1988-5822.
- JIMÉNEZ, V. Aplicación de metodología multicriterio para la priorización de los procesos objeto de costeo en entidades del sector de la salud Libre empresa, 2012, vol9, no 1,pp. 99-123. ISSN 1657-2815.
- LAPLACE, P. S. Theory Analytique des Probabilities Courcier, 1812, Paris.
- LEMONS GARCÍA, J.; CASTELLANOS GUEVARA, "Integrated Management of Health Services in the Areas of Magdalene College Union V.Scientia et Technica Año

- XVII", No 50, Abril de Año 2012. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701
- LÓPEZ, E. A. La selección de personal con un algoritmo genético borroso Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa, 1996, Vol 2, No 2. p:61-76.
- MAR, O. Aplicación informática para la evaluación del desempeño VII Simposio de Ingeniería industrial y afines, 2012a, 16 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. ISBN: 978-959-261-405-5.
- Criterio de experto para validar diseño experimental VII Simposio de Ingeniería industrial y afines, 2012b, 16 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. ISBN: 978-959-261-405-5.
- . Diseño experimental en proceso de entrega de guardia para los laboratorios de la UCI, [En línea]. 2012c. [Consultado el: 20 de diciembre 2012]. Disponible en: <http://publicaciones.uci.cu/index.php/SC/article/view/798>
- Técnicas multicriterio con el consenso de experto para determinar el índice de control de una organización Mecatronics, 2013a.
- Mar, O. Inference engine using aggregation techniques of information through computer application for performance evaluation. 2013. [En línea]. 2013b. [Consultado el: 20 de Agosto 2013]. Disponible en: [\[http://www.icami2013.org/2013/\]](http://www.icami2013.org/2013/).
- Mar, O. Sistema para la evaluación del desempeño con la implementación de técnicas multicriterios en la toma de decisiones. 2013. [En línea]. 2013c. [Consultado el: 9 de diciembre 2013]. Disponible en: [\[http://www.sociedadelainformacion.com\]](http://www.sociedadelainformacion.com). No.43
- MARTÍNEZ, E. Evaluación y decisión multicriterio: reflexiones y experiencias Santiago: USACH, 1998, UNESCO
- MARTÍNEZ, D. Operadores de agregación [En línea]. 2011. [Consultado el: 20 Febrero 2013]. Disponible en: http://exa.unne.edu.ar/depar/areas/informatica/SistemasOperativos/Lorenzon_Matias-Operadores_de_Agregacion.pdf
- MERIGÓ, J. New extensions to the OWA operators and its application in decision making, PhD Thesis, 2008, Department of Business Administration, University of Barcelona.

- MILKOVICH, G. Dirección y administración de RR.HH USA: Editorial Addeson Wesler Iberoamericana, 1994
- MONDY, R. Administración de los recursos humanos México: Editorial Pearson Prentice-Hi, 2005.
- MTSS. Sistema de Pago Adicional para los trabajadores de la Universidad de Ciencias Informáticas MTSS, 2007.
- MTSS. Bases Generales del Pago Adicional Especial para los trabajadores de la Universidad de Ciencias Informáticas MTSS, 2009.
- ONN. Sistema de gestión integrada de capital humano - requisitos 2007, NORMA CUBANA, (NC 3001).
- PALMERO, M.; P. MILDA, et al. Procedimiento para evaluar el impacto de la capacitación en la empresa constructora integral de Mayabeque Ingeniería Industrial, 2012, Vol. XXXIII. No. 3 septiembre-diciembre p. 215-225. ISSN 1815-5936.
- PAVIÉ, A. Formación docente: hacia una definición del concepto de competencia profesional docente Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 2011 Vol 14, No1, p 67-80. ISSN 1575-0965.
- PÉREZ, O. M. De la evaluación tradicional a una nueva evaluación basada en competencias Revista Electrónica Educare, 2012, Vol. 16, N1, pp.27-46. ISSN: 1409-42-58.
- RODRÍGUEZ, J. F. O. Evaluación del desempeño del docente de la unidad educativa prof. fernando ramírez REVISTA ICONO, 2010, No14, Vol. 2, pp. 58-70. ISSN 1697-8293.
- ROMERO, B. P. and A. J. CH. Decisiones multicriterio: Fundamentos Teóricos y Utilización práctica Colección de Economía. Universidad de Alcalá, 1997, España. 66-90 p.
- ROMERO, B. Panorámica actual de la decisión multicriterio discreta INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, 1987, vol. 11(2), 279-308. ISSN 0210-1521.
- SAATY, T. The Analytic Hierarchy Process. J Wiley, 1980, New York
- SALAS, R. S. Propuesta de estrategia para la evaluación del desempeño laboral de los médicos en Cuba Educ Med Super, 2010, v.24 n.3 jul.-sep. ISSN 1561-2902.

- SALAZAR, A. F.; L. C. VARGAS, et al. Propuesta de distribución en planta bietapa en ambientes de manufactura flexible mediante el proceso analítico jerárquico Revista EIA, 2010, no 14, p. 161-175. ISSN 1794-1237
- SALINA, G. E. Procedimiento multicriterio multiexperto para la toma de decisiones empresariales RII, 2004, Vol XXXIII, No I. ISSN:1815-5936.
- SAMPIERI, R.; C. F. COLLADO., et al. Metodología de la investigación México, 2006, ISBN: 970-10-5753-8.
- SÁNCHEZ, K. Método para evaluar proyectos informáticos y establecer un orden de prioridad que ayude a la toma de decisiones, [En línea]. 2010. [Consultado el: 20 de diciembre 2012]. Disponible en: <http://semanatecnologica.fordes.co.cu/ocs-2.3.2/public/site/246.pdf>
- SANTOS, A. C. Evaluando desempeños: alineamiento estratégico y productividad. FORUM Empresarial, 2012, Vol. 17, Núm. 1. pp. 1-30. ISSN 1541-8561.
- SAVAGE, L. J. The foundations of Statistics Wiley, 1954, New York.
- SCHEIN, E. Process consultation, 1988.
- SERRANO, R.; G. C. JESÚS, et al. Una visión desde Sistemas Complejos para la evaluación Multicriterio- Multiobjetivo. Gestión Turística, 2011, N° 16. ISSN 0717 - 1811
- TOVAR, R and J. REVILLA. La supuesta neutralidad de la evaluación por competencias Revista Internacional de Organizaciones, 2010, N° 5, pp 109-126. ISSN:2013-570X.
- TORRA, V. Narukawa, Modeling decisions: information fusion and aggregation operators: Springer Edicions UAB, 2007, pp.300. ISBN: 978-3-540-68789-4.
- WALD, A. Statistical Decision Functions Wiley, 1950, New York.
- YAGER, R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decisionmaking, Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, 1988, vol. 18, pp. 183-190.
- ZADEH, L. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning Information Sciences. p.8, 1975.
- Fuzzy Sets. Information and Control 338-353, 1965.

Anexos

Anexo 1: Encuesta a directivos.

Soy estudiante del programa de maestría de informática aplicada de la UCI, realizo un proyecto de investigación del que usted forma parte del proceso objeto de estudio, considero que tiene informaciones importantes para el desarrollo de este trabajo, por lo que solicito su colaboración y le informamos el carácter confidencial de sus respuestas.

Gracias de antemano.

Para que la Universidad de las Ciencias Informática logre cumplir con los objetivos estratégicos trazados, requiere de un correcto control de las evaluaciones de los recursos humanos donde la evaluación del desempeño juega un papel protagónico para este fin.

Objetivo: Diagnosticar el estado actual de la gestión en el proceso de evaluación del desempeño en la UCI.

1. ¿A través de qué soporte se realiza la adquisición de los datos obtenidos en el proceso de evaluación del desempeño?

Sistema informático.

Modelos impresos.

Modelos digitales.

Otros.

Especificar para otros: _____.

2. ¿Mediante qué mecanismos sus trabajadores son actualizados sobre las tareas a cumplir durante un período de tiempo determinado?

Comunicación personal.

Reuniones metodológicas.

Correo electrónico.

Otros.

Especificar para otros: _____.

3. ¿Existe algún mecanismo para notificar a sus trabajadores del cumplimiento de las tareas a efectuar?

Comunicación personal.

Reuniones metodológicas.

Correo electrónico.

Modelos impresos.

Otros

Especificar para otros: _____.

4. ¿Qué mecanismos usted utiliza como directivo para determinar la evaluación integral de sus trabajadores?

Cumplimiento de las tareas asignadas valorando su comportamiento en el período.

Utilización de una media contra el comportamiento de los indicadores valorados (si cumple muchas tareas será Superior, si cumple menos será Adecuado, si incumple con algún requisito o su desempeño laboral es malo, es Deficiente).

Se reparten las evaluaciones en dependencia de la valoración de trabajo del turno.

Otros.

Especificar para otros _____.

5. ¿A través de qué mecanismos usted puede procesar el comportamiento histórico de sus trabajadores sobre sus evaluaciones?

Mediante tablas resúmenes de evaluaciones existentes en los expedientes.

Mediante tablas en Excel.

Preguntar a los directivos o especialistas de las áreas.

Otros.

Especificar para otros _____.

6. Según su experiencia. ¿Considera usted que existe fiabilidad en la forma que es recogida y almacenada la información?

Es fiable el proceso: SI NO

Justifique: _____.

Anexo 2: Guía de observaciones

Soy estudiante del programa de maestría de informática aplicada de la UCI, realizo un proyecto de investigación del que usted forma parte del proceso objeto de estudio. Considero que tiene información importante para el desarrollo de este trabajo, por lo que solicito su colaboración para observar los principales elementos que intervienen en el proceso de evaluación del desempeño, correspondiente al mes en curso. Le garantizo el carácter confidencial de la observación.

Gracias de antemano.

Objetivo: Diagnosticar el estado actual de la gestión en el proceso de evaluación del desempeño en la UCI, según la observación realizada por el investigador durante el proceso.

1. ¿A través de qué soporte se evidencia el proceso de adquisición de los datos obtenidos en el proceso de entrega de guardia?
 Sistema informático.
 Modelos impresos.
 Modelos digitales.
 Otros.
Especificar para otros _____.
2. ¿Mediante qué mecanismos los trabajadores son actualizados sobre las tareas a cumplir durante un período de tiempo determinado?
 Comunicación personal.
 Entrega de guardia.
 Correo electrónico.
 Otros.
Especificar para otros _____.
3. Existe algún mecanismo para notificar a los trabajadores del cumplimiento de las tareas a efectuar.
 Comunicación personal.

Entrega de guardia.

Correo electrónico.

Modelos impresos.

Otros.

Especificar para otros _____.

4. ¿Qué mecanismos se utiliza para determinar la evaluación integral de los trabajadores?

Cumplimiento de las tareas asignadas valorando su comportamiento en el período.

Utilización de una media contra el comportamiento de los indicadores valorados (si cumple muchas tareas será Superior, si cumple menos será Adecuado, si incumple con algún requisito, o su desempeño laboral es malo, es Deficiente).

Repartimos las evaluaciones en dependencia de la valoración de trabajo del turno.

Otros.

Especificar para otros _____.

5. ¿Existe algún mecanismo que permita procesar el comportamiento histórico de los trabajadores sobre sus evaluaciones?

Mediante tablas resúmenes de evaluaciones existentes en los expedientes.

Mediante tablas en Excel.

Preguntar a los directivos o especialistas de las áreas.

Otros.

Especificar para otros _____.

Anexo 3: Operacionalización de la variables dependiente.

Indicador	Escala valorativa
Proceso de orientación.	<p>Bien: cuando se orientan las tareas con tiempo mediante un estilo formal.</p> <p>Regular: cuando se orientan tareas sobre la ejecución de los procesos sin el tiempo requerido.</p> <p>Mal: cuando no son orientadas tareas.</p>
Proceso de control.	<p>Bien: cuando se realiza un control sistemático sobre el cumplimiento de las tareas asignadas.</p> <p>Regular: cuando el proceso de control tiende a ser subjetivo.</p> <p>Mal: cuando no son controladas las tareas y existe alto grado de subjetividad en la evaluación de las mismas.</p>
Tiempo de ejecución.	<p>Bien: cuando realiza el proceso en el período establecido.</p> <p>Mal: cuando no se cumple con el plazo.</p>
Consumo de recursos materiales.	<p>Sustentable: cuando no usa recursos materiales que dependen de una entidad externa.</p> <p>No sustentable: cuando consume recursos materiales que no están dentro de los presupuestos fijados.</p>
Proceso decisional.	<p>Bien: cuando se toman en cuenta el cumplimiento de las tareas de los trabajadores y existe bajo grado de subjetividad a la hora de asignar una evaluación del desempeño.</p> <p>Mal: cuando existe alto grado de subjetividad o no se tienen en cuenta las tareas realizadas por los trabajadores.</p>

Anexo 4: Guía de evaluación a los expertos. Determinación del peso de los criterios de prioridad.

Se entenderá por peso la importancia que se le atribuye a la evaluación de ese criterio para el proyecto con respecto al resto de los criterios. Para ello se le pide a cada experto que emita su opinión acerca de la importancia (en base a 100) que tiene cada criterio con relación a los demás para el proyecto a evaluar. La sumatoria de estos pesos debe ser igual a 100.

Determinación del peso de los criterios		
No	Criterio	Peso
1	Constancia sobre la orientación de las tareas.	
2	Formalidad sobre la orientación de las tareas.	
3	Constancia sobre el control de las tareas.	
4	Formalidad sobre el control de las tareas.	
5	Facilidad de uso para realizar el proceso.	
6	Ahorro de recursos materiales.	
7	Fiabilidad en el proceso de decisión sobre la evaluación del desempeño.	
8	Índice de apelaciones.	
		100

Anexo 5: Guía de evaluación de los expertos. Calificación de los criterios de evaluación

El paso de calificación de cada criterio consiste en estudiar y evaluar el comportamiento de cada uno de los criterios; es por ello que luego de determinado el peso de cada criterio, se pasa a un segundo momento de interacción con los expertos, en el que se les pide que califiquen cada criterio en una escala de 1-10 según su opinión y conocimiento acerca del comportamiento que tiene el caso de estudio.

Indicador	No	Criterio	Peso
Proceso de orientación.	1	Constancia sobre la orientación de las tareas.	
	2	Formalidad sobre la orientación de las tareas.	
Proceso de control.	3	Constancia sobre el control de las tareas.	
	4	Formalidad sobre el control de las tareas.	
Tiempo de ejecución.	5	Facilidad de uso para realizar el proceso.	
Consumo de recursos materiales.	6	Ahorro de recursos materiales.	
Motor de inferencia.	7	Fiabilidad en el proceso de decisión sobre la evaluación del desempeño.	
	8	Índice de apelaciones.	

Anexo 6: Tabla de Distribución Chi-cuadrado (X^2). $P (X \geq x)$. Donde “P” es la probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el Chi cuadrado tabulado y “v” los grados de libertad.

V	0,005	0,01	0,025	0,05	0,95	0,975	0,99	0,995
1	0,00003935	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,647	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582