



**Universidad de las Ciencias Informáticas.**

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.

**“Determinación de la técnica de la Inteligencia artificial más adecuada para el proceso de toma de decisiones en la Biblioteca de la UCI.”**

**Autor:** David Antonio Bouzas Caballero.

**Tutor(es):** Ing. Edisnel Carrazana Castro.

Ing. Yenisel Valdés Hernández.

Ciudad de la Habana, Cuba, 2011

“Año 54 de la Revolución”

# Declaración de autoría

---

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Centro de Informatización Universitaria de la Universidad de las Ciencias Informáticas para que haga el uso que estime pertinente con este trabajo.

Para que así conste firmo la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_.

David Antonio Bouzas Caballero.

\_\_\_\_\_  
**Firma del Autor**

Ing. Edisnel Carrazana Castro.

\_\_\_\_\_

**Firma del Tutor**

Ing. Yenisel Valdés Hernández.

\_\_\_\_\_

**Firma del Tutor**

## Agradecimientos

---

### *Agradecimientos:*

*A mis padres, abuelos y mi familia por ser como son conmigo.*

*A Kiki que es mi hermano, por aconsejarme y ayudarme en todo lo que ha podido, a su mamá, abuela y familia.*

*A Zuly que es mi hermana por ser una amiga y pensar siempre en mí, a su mamá que me quiere como un hijo y a sus dos hermanitas que lo son para mí también.*

*A mi tutor por ser mi compañero de tesis y por brindarme su apoyo y amistad.*

*A Dayelis Blanco por ser siempre tan positiva y transmitirme las ganas de seguir y su energía.*

*A la gente que siempre está ahí de una forma u otra, Rodney, Yisel, El Pinto, El Chino y todos los socios.*

*A mis compañeros de todos los lados Evelio, Antonio y su novia, el Timba, a Daliana mi amiga secreta. A la gente que no me acuerdo ahora.*

*A mis compañeros de los grupos por lo que he transitado en la UCI.*

*A todos en general de*

*David.*

## Dedicatoria

---

### *Dedicatoria*

*A mis padres por ser mi inspiración y brindarme todo el apoyo, por estar para enseñarme y educarme, por brindarme la fuerza y mostrarme que hay que sacrificarse cuando se quiere lograr algo.*

*A mi mamá que me aconseja y me exige que sea mejor en todos los aspectos, que no sea de la media, que brille, que me dice día a día que debo hacer más por mí mismo.*

*A mi papá que se lo quita todo para que no me falte nada, de él heredé la personalidad, no la responsabilidad.*

*A mis abuelos por ser fuente fundamental en mi educación, por brindarme todo su cariño y por guiar mis pasos.*

*A mis hermanitos que son la razón por la cual me esfuerzo un poco para poder ser su ejemplo.*

*A mis amistades, que no son muchas pero han estado presente y se han preocupado en todo momento.*

# Resumen

---

## **Resumen**

El presente trabajo surge debido a la necesidad de la biblioteca de la Universidad de las Ciencias Informáticas de contar con un sistema que apoye a los directivos en el proceso de toma de decisiones de forma automatizada.

Se realiza un estudio de las principales técnicas de la inteligencia artificial utilizadas en el desarrollo de sistemas inteligentes de apoyo a la toma de decisiones, determinándose cuál de ellas es la adecuada para su implementación en el sistema de gestión que se utiliza en la biblioteca. Para la selección de la técnica se tuvieron en cuenta criterios de selección, determinados por el ambiente de decisión y el proceso de toma de decisiones. Se explica de forma breve cómo integrar en el SIGB la técnica seleccionada.

Finalmente se somete el estudio a la valoración de expertos para su validación utilizando el método Delphi.

## **PALABRAS CLAVE**

Inteligencia Artificial, Sistema basado en el conocimiento, Sistema de apoyo a la toma de decisiones, Toma de decisiones.

# Índice

## Índice

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>12</b>
1.1 TOMA DE DECISIONES .....	12
1.1.1 <i>Definiciones básicas en el proceso de toma de decisiones</i> .....	12
1.1.2 <i>Tipos de decisiones</i> .....	13
1.1.3 <i>Proceso de toma de decisiones. Etapas</i> .....	13
1.1.4 <i>Situaciones o contextos de decisión</i> .....	14
1.1.5 <i>Procesos cognitivos implicados en la toma de decisiones</i> .....	15
1.1.6 <i>Toma de decisiones. La información como materia prima</i> .....	15
1.2 SISTEMAS DE APOYO A DECISIONES (DSS) .....	16
1.2.1 <i>Características de los sistemas de apoyo a decisiones</i> .....	17
1.2.2 <i>Clasificación de los Sistemas de Apoyo a Decisiones</i> .....	18
1.2.3 <i>Ejemplos de DSS</i> .....	20
1.3 TÉCNICAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES .....	23
CONCLUSIONES PARCIALES .....	25
<b>CAPÍTULO 2. DETERMINACIÓN DE LA TÉCNICA DE LA IA. ....</b>	<b>26</b>
2.1 AMBIENTE DE DECISIÓN.....	26
<i>Solución integral para la automatización de los procesos de la biblioteca</i> .....	27
2.2 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA A UTILIZAR.....	28
2.2.1 <i>Comparación entre técnicas de la IA</i> .....	30
2.3 SISTEMAS BASADOS EN EL CONOCIMIENTO (SBC) .....	35
2.3.1 <i>Definición de SBC</i> .....	36
2.3.2 <i>Clasificación de acuerdo a la función a realizar</i> .....	36
2.3.3 <i>Tipos de SBC</i> .....	37
2.4 SISTEMAS BASADOS EN REGLAS.....	39
2.4.1 <i>Forma de representar el conocimiento</i> .....	41
2.4.2 <i>Ventajas y problemas de los SBR</i> .....	41
2.5 SISTEMA BASADO EN EL CONOCIMIENTO Y LA TOMA DE DECISIONES .....	42
2.6 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA BASADO EN REGLAS .....	43
2.7 ARQUITECTURA DEL SISTEMA BASADO EN REGLAS.....	44
2.8 TRATAMIENTO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL SBR.....	48
2.9 MODOS DE INTERACCIÓN CON EL SIGB.....	49
2.10 INTEGRACIÓN DEL SBR EN EL SIGB.....	49
<b>CAPÍTULO 3: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....</b>	<b>53</b>
3.1 INTRODUCCIÓN .....	53
3.2 MÉTODOS DE EXPERTOS.....	53
3.3 MÉTODO DELPHI.....	54
3.4 APLICACIÓN DEL MÉTODO DELPHI .....	55
3.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	56

# Índice

---

3.6	ELECCIÓN DE EXPERTOS .....	56
3.7	ELABORACIÓN DEL CUESTIONARIO PARA LA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA .....	58
3.8	ESTABLECIMIENTO DE LA CONCORDANCIA ENTRE LOS EXPERTOS .....	59
3.9	DESARROLLO PRÁCTICO Y EXPLOTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	61
	CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO .....	63
	<b>CONCLUSIONES GENERALES.....</b>	<b>64</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>65</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA .....</b>	<b>66</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA .....</b>	<b>68</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>69</b>

## Índice de tablas

Tabla 1	Descripción de las técnicas de la IA para su selección. ....	30
Tabla 2	Principales trabajos en la UCI y la técnica asociada. ....	34
Tabla 3	Tipos de sistemas basados en conocimiento. ....	38
Tabla 4	Base de conocimiento para la biblioteca. ....	46
Tabla 5	Descripción de los módulos de la biblioteca UCI. ....	52
Tabla 6	Grados de adecuación.....	62
Tabla 7	Coficiente de competencia.....	69
Tabla 8	Expertos Seleccionados.....	69
Tabla 9	Tabla patrón para el cálculo del coeficiente de argumentación (Ka) del conocimiento de los expertos [30]. ....	70
Tabla 10	Tabla con frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta.....	72
Tabla 11	Tabla de frecuencias acumuladas. ....	73
Tabla 12	Tabla de frecuencias relativas acumuladas. ....	74
Tabla 13	Tabla de puntos de corte. ....	75
Tabla 14	Concordancia de los expertos. ....	76

# Índice

---

## Índice de figuras

Figura 1 Arquitectura del SBR.....	44
Figura 2 Diagrama de dependencias del SBR con los componentes del SIGB.....	50



## INTRODUCCIÓN

Con el surgimiento de las computadoras y el software asociado a las mismas, las bibliotecas comenzaron a hacer uso de nuevas herramientas y tecnologías para realizar sus procesos y brindar servicios cada vez más eficaces a sus usuarios.

Los catálogos de tarjetas de papel comenzaron a dar paso a sustitutos en versiones digitales, trayendo un ahorro considerable de espacio y mantenimiento a la biblioteca, permitiendo la búsqueda con múltiples parámetros sobre una misma base de datos de registros bibliográficos.

Sin embargo, una nueva forma de automatización era necesaria, al existir en las bibliotecas variedad de sistemas con fines específicos y funcionando de forma aislada, cada uno ocupándose de determinada área o proceso, generaba la dispersión de la información, al estar contenida en varias bases de datos. Lo común en el ámbito bibliotecario era encontrar intentos de integrar tecnologías y sistemas para lograr los objetivos de la institución.

Como una alternativa surgen los Sistemas Integrados de Gestión Bibliotecaria (SIGB), que según Saorín Pérez “es un conjunto organizado de recursos humanos que utiliza dispositivos y programas informáticos, adecuados a la naturaleza de los datos, para realizar procesos y facilitar los servicios que permiten alcanzar el objetivo de la biblioteca: almacenar de forma organizada el conocimiento humano contenido en todo tipo de materiales bibliográficos para satisfacer las necesidades informativas, formativas, recreativas y/o de investigación de los usuarios” (1).

Nuevos retos se imponen ahora a este tipo de sistemas, que no solo deben lidiar con las exigencias del gran volumen de información que circula por las redes, usuarios cada vez más preparados en el uso de las tecnologías de la información, sino además con las altas expectativas que ponen en ellos los directivos de las bibliotecas para realizar una mejor gestión de los procesos bibliotecológicos y tomar decisiones cada vez más acertadas.

La biblioteca de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) cuenta, para la realización de sus procesos y servicios, con un SIGB adaptado a sus necesidades. El mismo permite gestionar en un entorno web, los procesos y servicios principales de la

## Introducción

---

biblioteca, tales como la adquisición de nuevos materiales, catalogación, circulación, búsquedas en catálogo, reportes, entre otros.

Los reportes que brinda este sistema constituyen en buena medida, un apoyo decisivo para analizar los indicadores más importantes del funcionamiento de la biblioteca en todas sus áreas, lo que sirve de ayuda para la toma de decisiones en los diferentes niveles de la organización.

Sin embargo, para que esta información sea valiosa y útil para la toma de decisiones, debe ser analizada completamente por los bibliotecarios. Todo el análisis de la información, así como las conclusiones que se obtienen, queda a cuenta de personal especializado, que pueda interpretar correctamente los datos que se obtienen y sugerir cursos de acción para tomar decisiones acertadas.

El SIGB, en su estado actual, es una herramienta que en forma pasiva, ayuda a la toma de decisiones mediante la generación de reportes por parte de los directivos y bibliotecarios. Sin embargo, ante el gran volumen de información con que cuenta la biblioteca y los pocos recursos humanos disponibles, la toma de decisiones como proceso es difícil de realizar, aún más cuando ocurren situaciones de decisión de forma simultánea y que exigen la correcta interpretación de un gran volumen de datos a través del análisis de los reportes. Esto conlleva a la necesidad de desarrollar herramientas informáticas, que de forma automática apoyen el proceso de toma de decisiones en la biblioteca de la UCI, lo que implica el desarrollo de sistemas inteligentes.

Por lo anteriormente expuesto surge como **problema a resolver**: ¿Cómo lograr que el sistema integrado de gestión bibliotecaria facilite el proceso de toma de decisiones en la biblioteca de la UCI?

A partir de lo planteado anteriormente, se tiene como **objeto de estudio**:

El proceso de toma de decisiones durante la realización de los procesos bibliotecarios.

Especificándose como **campo de acción**:

Los sistemas basados en el conocimiento para la toma de decisiones en la biblioteca de la UCI.

**Objetivo general:**

# Introducción

---

Fundamentar el uso de técnicas de inteligencia artificial en el sistema integrado de gestión bibliotecaria, para que de forma automatizada apoye el proceso de toma de decisiones en la biblioteca de la UCI.

## **Tareas para dar cumplimiento al objetivo general:**

- Revisión bibliográfica del estado del arte acerca del proceso de toma de decisiones.
- Estudio de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones.
- Estudio de técnicas de la inteligencia artificial utilizadas en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones.
- Análisis del proceso de toma de decisiones en la biblioteca de la UCI.
- Selección de la técnica de la inteligencia artificial más adecuada para su utilización en el SIGB de la biblioteca de la UCI.
- Explicación de cómo aplicar la técnica seleccionada.
- Validación de la investigación realizada.

Se tiene como **idea a defender** que con el desarrollo de esta investigación, se podrá determinar una técnica de la inteligencia artificial adecuada para facilitar el proceso de toma de decisiones en la biblioteca de la UCI, a través del sistema integrado de gestión bibliotecaria.

## **Métodos de investigación:**

### **Métodos teóricos**

**Histórico-lógico:** Permite desarrollar el estudio del arte previo al desarrollo de la investigación. Servirá para definir las tendencias actuales en el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones, así como para determinar las técnicas de la inteligencia artificial más utilizadas.

**Analítico-sintético:** Se utiliza para descomponer en partes el estudio de las técnicas de la inteligencia artificial y profundizar en el estudio de cada una de ellas. Se utiliza además para determinar cuál de ellas es la más adecuada para dar solución al problema planteado.

### **Métodos Empíricos:**

# Introducción

---

Observación: planificada y dirigida con el fin de realizar la fundamentación teórica del problema, se utilizó para conocer la esencia de la problemática planteada y el proceso definido como objeto de estudio.

Encuesta: se utilizó para validar la investigación realizada, ya que se necesita obtener información a partir de la respuesta de un grupo de personas que conozcan el tema tratado en la investigación.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente forma:

**Capítulo 1:** En este capítulo se expone la fundamentación teórica que incluye el estado del arte sobre el tema, donde se hace referencia a los conceptos que se relacionan con el proceso de toma de decisiones, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones y las técnicas de la inteligencia artificial.

**Capítulo 2:** Se determina la técnica de la inteligencia artificial a utilizar para que el SIGB permita el apoyo a la toma de decisiones de forma automatizada. Para ello se utilizan criterios de selección determinados por el proceso de toma de decisiones y el ambiente en el que se realiza. Se explica cómo la técnica seleccionada puede aplicarse, describiendo de forma general su realización en el SIGB.

**Capítulo 3:** En este capítulo se valida la investigación propuesta, basándose en el conocimiento de un grupo de expertos con conocimientos del tema que se desarrolla. Para esto se utiliza el método Delphi como variante de los métodos expertos.

## Capítulo 1. Fundamentación teórica

En el presente capítulo se tratan los conceptos más importantes asociados a la toma de decisiones y los sistemas que brindan soporte a estas. Por otra parte se realiza un estudio sobre los sistemas de apoyo a decisiones, ejemplificando algunos de los más usados internacionalmente y en la universidad, de igual forma se exponen las principales técnicas de la Inteligencia Artificial (IA).

### 1.1 Toma de decisiones

**La toma de decisiones** es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las opciones o formas para resolver diferentes situaciones de la vida en diferentes contextos: a nivel laboral, familiar, sentimental o empresarial utilizando metodologías cuantitativas que brinda la administración. La toma de decisiones consiste, básicamente, en elegir una opción entre las disponibles, a los efectos de resolver un problema actual o potencial (aún cuando no se evidencie un conflicto latente). Es decir que la toma de decisiones consiste en la selección adecuada entre dos o más alternativas (2).

#### 1.1.1 Definiciones básicas en el proceso de toma de decisiones

Hastie plantea una serie de definiciones que sirven para profundizar y conocer más el proceso de toma de decisiones (3).

- **Decisiones:** son combinaciones de situaciones y conductas que pueden ser descritas en términos de tres componentes esenciales: acciones alternativas, consecuencias y sucesos inciertos.
- **Resultado:** son situaciones describibles públicamente que ocurrirían cuando se llevan a cabo las conductas alternativas que se han generado. Como todas las situaciones son dinámicas y suponen que si se continúa la acción, el resultado puede variar.
- **Consecuencias:** son las reacciones evaluativas subjetivas, medidas en términos de bueno o malo, ganancias o pérdidas, asociadas con cada resultado.
- **Incertidumbre:** se refiere a los juicios de quien toma la decisión de la propensión de cada suceso de ocurrir. Se describe con medidas que incluyen probabilidad, confianza, y posibilidad.

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

- Preferencias: son conductas expresivas de elegir, o intenciones de elegir, un curso de acción sobre otros.
- Tomar una decisión: se refiere al proceso entero de elegir un curso de acción.
- Juicio: son los componentes del proceso de decisión que se refieren a valorar, estimar, inferir qué sucesos ocurrirán y cuáles serán las reacciones evaluativas del que toma la decisión en los resultados que obtenga.

## 1.1.2 Tipos de decisiones

Las decisiones se pueden clasificar teniendo en cuenta diferentes aspectos como es la frecuencia con las que se presentan. También se clasifican en cuanto a las circunstancias que afrontan estas decisiones, cualquiera sea la situación para decidir y cómo decidir. Estas son (2):

**Decisiones programadas** son las que se refieren a dar soluciones a problemas de rutinas determinadas por reglas, procedimientos o hábitos. Son aplicables tanto a cuestiones complejas como no complejas. En cierta medida las decisiones programadas limitan nuestras decisiones, ya que es la organización y no el individuo la que decide qué hacer.

**Las decisiones no programadas**, también denominadas no estructuradas, son aquellas que se toman ante problemas o situaciones que se presentan con poca frecuencia (no habituales o excepcionales), o aquellas que necesitan un modelo o proceso específico de solución. Si un problema no se ha presentado con la frecuencia suficiente como para que lo cubra una política, o si se considera muy importante que merece un trato especial, este debe ser manejado como una decisión no programada.

## 1.1.3 Proceso de toma de decisiones. Etapas

El proceso de toma de decisiones requiere que se separen en etapas las principales actividades que se deben realizar en el momento de tomar una decisión. Las etapas pueden ser tan extensas o resumidas, pero se pueden identificar como las más importantes o principales las siguientes etapas (2):

- Definición del problema. Su análisis.
- Análisis del contexto. Relaciones causa-efecto.

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

- Establecimiento de objetivos.
- Planificación de posibles soluciones.
- Previsión en consecuencias limitantes.
- Evaluación.

Se debe tener en cuenta que los procesos de decisión están en continuo cambio, es decir; las decisiones que se tomen continuamente van a tener que ser modificadas, por la evolución que tenga el sistema o por la aparición de nuevas variables que lo afecten.

## 1.1.4 Situaciones o contextos de decisión

Las situaciones, contextos o ambientes en los cuales se toman las decisiones se pueden clasificar según el conocimiento y control que se tenga sobre las variables que intervienen o influyen en el problema, ya que la decisión final o solución va a estar condicionada por dichas variables.

Los principales factores que intervienen en las situaciones de decisión son (2):

**Ambiente de certeza (certidumbre):** Se tiene conocimiento total sobre el problema, las opciones de solución que se planteen van a causar siempre resultados conocidos e invariables. Al tomar la decisión sólo se debe pensar en la opción que genere mayor beneficio. La información con la que se cuenta para solucionar el problema es completa, es decir, se conoce el problema, se conocen las posibles soluciones, pero no se conoce con certeza los resultados que pueden arrojar.

**Ambiente de incertidumbre:** Se posee información deficiente para tomar la decisión, no se tiene ningún control sobre la situación, no se conoce cómo puede variar la interacción de las variables del problema, se pueden plantear diferentes opciones de solución pero no se le puede asignar probabilidad a los resultados que arrojen.

La incertidumbre puede manifestarse de diversas formas y ser provocada por diferentes causas, pero en grandes rasgos se pueden conocer tres categorías de incertidumbre:

- Aquella provocada por información o conocimiento impreciso.
- La provocada por información incompleta.
- La provocada por conceptos o palabras que son inherentemente inexactos.

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

## 1.1.5 Procesos cognitivos implicados en la toma de decisiones.

Al igual que en el pensamiento crítico, en la toma de decisiones toman lugar ciertos procesos cognitivos como (4):

- Observación: consiste en aplicar atentamente los sentidos a un objeto o fenómeno para estudiarlos tal y como se presentan en realidad, puede ser ocasional o causalmente.
- Comparación: fijar la atención en dos o más objetos para descubrir sus relaciones o estimar sus diferencias o semejanzas
- Codificación: hacer o formar un cuerpo de leyes metódico y sistemático. Transformar mediante las reglas de un código la formulación de un mensaje.
- Organización: disposición de arreglo u orden. Regla o modo que se observa para hacer las cosas.
- Clasificación: ordenar disponiendo por clases/categorías. Es un ordenamiento sistemático de algo.
- Resolución: término o soluciones de un problema, parte en que se demuestran los resultados.
- Evaluación: hacer el señalamiento del rango. Análisis y reflexión de los anteriores razonamientos y las conclusiones.
- Retroalimentación: es el proceso de compartir observaciones, preocupaciones y sugerencias, con la intención de recabar información, a nivel individual o colectivo, para intentar mejorar el funcionamiento de una organización o de cualquier grupo formado por seres humanos. Para que la mejora continua sea posible, la realimentación tiene que ser pluridireccional, es decir, tanto entre iguales como en el escalafón jerárquico, en el que debería funcionar en ambos sentidos, de arriba para abajo y de abajo para arriba.

## 1.1.6 Toma de decisiones. La información como materia prima

El proceso de toma de decisiones utiliza como materia prima la información, esta es fundamental ya que sin ella no resultaría posible evaluar las opciones existentes o desarrollar nuevas opciones. A mayor y mejor información, mayor calidad en la definición



# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

del problema, en las respuestas de solución, en el análisis de las variantes y en la selección de la acción más conveniente (5).

En las organizaciones que se encuentran sometidas constantemente a la toma de decisiones la información adquiere un rol fundamental y por ello un valor inigualable. Para procesar los datos de la organización y transformarlos en información, es fundamental el uso de sistemas de información. Además de los sistemas de información, existen sistemas diseñados especialmente para ayudar a transitar en el proceso de toma de decisiones, que se conocen como sistema de soporte a decisiones o sistemas de apoyo a la decisión.

## 1.2 Sistemas de Apoyo a Decisiones (DSS<sup>1</sup>)

En los años 70 los sistemas de apoyo a decisiones (DSS) emergieron como un enfoque nuevo y práctico para usar la computación en los problemas de decisión que tienen que enfrentar los gerentes (o en un sentido más amplio todo aquel que deba tomar una decisión). Los sistemas de ayuda a la decisión son la más alta expresión de cómo usar la computación como herramienta en la toma de decisiones; y cómo los métodos de la IA le permiten alcanzar un desempeño superior. El concepto de ayuda a la decisión se basa en un balance entre el juicio humano y el aporte de la computadora. Este término se refiere a sistemas computacionales que (2):

- Pueden ser diseñados específicamente para facilitar los procesos de toma de decisión.
- Ayudan, en lugar de automatizar la toma de decisiones.
- Son capaces de responder rápidamente a las cambiantes necesidades de un gerente.

Un DSS es un sistema interactivo, flexible y adaptable basado en la información, especialmente desarrollado para el apoyo a la solución de un problema particular para mejorar la toma de decisiones (6).

Según James Taylor, vicepresidente de *marketing* de Fair Isaac, un DSS es algo para ayudar a tomar una mejor decisión, algo para apoyar y mejorar en un individuo la

---

<sup>1</sup> Decision Support System

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

capacidad de toma de decisiones. Un DSS puede soportar cualquier tipo de decisión (estratégica, táctica u operacional) (7).

Little define un DSS como un modelo basado en un conjunto de procedimientos para procesar datos y juicios que ayudan a los administradores a tomar decisiones. Los sistemas de soporte a la toma de decisiones ofrecen beneficios específicos a los administradores o directores de todos los niveles.

Por otra parte Bonczek define un DSS como un sistema basado en computadoras con tres componentes claves: un sistema de lenguaje (un mecanismo para proveer comunicación entre el usuario y otros componentes del DSS), un sistema de conocimiento (repositorio de conocimiento sobre problemas, datos o procesos) y el sistema procesador de problemas (la unión entre los otros dos componentes) (8).

Los DSS son útiles en los casos siguientes (2):

- Existen grandes bases de datos, de modo que el gerente tiene dificultades para acceder a la información y hacer un uso conceptual de esta.
- Se necesita manipular o realizar cálculos en el proceso de arribar a una conclusión.
- Existe alguna presión de tiempo.
- Se necesita de juicios para reconocer o decidir qué constituye el problema, o para crear alternativas, o para seleccionar una solución.

En un sentido amplio, se define a los sistemas de apoyo a las decisiones como un conjunto de programas y herramientas que permiten obtener oportunamente la información requerida durante el proceso de la toma de decisiones.

El factor fundamental en una decisión está dado por el tiempo límite o máximo en el que se debe tomar, lo que implica que el objetivo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones sea brindar la mayor cantidad de información adecuada en el menor tiempo posible, con el propósito de resolver un determinado problema.

## **1.2.1 Características de los sistemas de apoyo a decisiones**

Dentro de las características principales de los sistemas de soporte a decisiones se encuentran (9):

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

Interactividad: Proporciona opciones dinámicas e interactivas que permiten mostrar al usuario, las respuestas de una manera más fácil de ver e interpretar.

Facilidad de uso: No requiere de muchos conocimientos informáticos y técnicos, lo cual permite desarrollar modelos de decisión de manera intuitiva.

Integración entre sistemas: Permite el acceso a la información almacenada en las bases de datos corporativas y la integración de los datos entre las diferentes unidades de la empresa.

Tipos de decisiones: Ayuda en el proceso de toma de decisiones estructuradas como no estructuradas, las decisiones estructuradas son aquellas que pueden ser resueltas por la herramienta sin necesidad de ayuda humana (algoritmos), y las no estructuradas son aquellas que no es posible diseñar un "flujo de decisión".

Información adecuada para cada usuario: Cada usuario contará únicamente con la información que requiere y la que está relacionada a su perfil.

Se puede concluir que los DSS se caracterizan así: están dirigidos a problemas de decisión no estructurados y semiestructurados; ayudan en lugar de reemplazar a los humanos en la toma de decisiones y persiguen lograr efectividad en lugar de eficiencia en los procesos de decisión (2).

## 1.2.2 Clasificación de los Sistemas de Apoyo a Decisiones

Existen varios tipos de DSS. Power propone un modelo para categorizar los sistemas más comunes de apoyo a la toma de decisión (10):

### **DSS basados en comunicación.**

Es un tipo de DSS que da énfasis a comunicaciones, colaboración y apoyo a la toma de decisiones compartidas. Los DSS basados en comunicación presentan al menos una de las siguientes características.

- Habilita la comunicación entre los grupos de personas.
- Facilita el compartimiento de información.
- Tareas de decisiones de grupo de soporte.

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

Los sistemas de decisiones basados en comunicación a menudo son categorizados según la matriz tiempo/localización usando la distinción entre los mismos y diferentes tiempos, y entre los mismos y diferentes sitios (11).

## **DSS basados en datos.**

Estos sistemas analizan grandes fondos de datos encontrados en los sistemas principales de la organización. Ellos apoyan la toma de decisiones permitiendo a los usuarios extraer la información útil que antes fue introducida como cantidades grandes de datos. Por esta razón, a menudo los datos del sistema de tratamiento de transacción por sus siglas en inglés (TPS) son recogidos en depósitos de datos. El tratamiento analítico en línea (OLAP) y la minería de datos pueden entonces utilizarse para analizar los datos. Las compañías comienzan a construir DSS Basados en datos para extraer datos del cliente de sus sitios web (12).

## **DSS basados en documentos.**

El objetivo de cada uno de estos sistemas de apoyo a la toma de decisiones es registrar páginas web y encontrar documentos que contengan un conjunto de palabras claves o condiciones de búsqueda. La tecnología usada para preparar los DSS basados en documentos es vía web o sistema cliente/servidor (10).

## **DSS basados en conocimiento.**

Pueden sugerir o recomendar acciones a los líderes de proyectos, utilizan técnicas que constan del conocimiento acerca del dominio del problema en particular, y constan también de habilidades de resolución de esos problemas. Estos DSS proveen técnicas especializadas en resolución de problemas mediante datos almacenados en forma de hechos, reglas, procedimientos u otras estructuras similares (9).

## **DSS basados en modelos.**

Los DSS basados en modelos son, principalmente, sistemas independientes aislados de los sistemas de información principales de la organización, que se usan para crear algún tipo de modelo capaz de ayudar a la toma de decisiones. Es un complejo sistema que ayuda a analizar decisiones o a elegir entre diferentes opiniones. Estos son usados por administradores y personal del negocio, o personas que interactúan con la organización,

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

para un número de propósitos a merced de cómo es el modelo establecido y planificado así como la decisión analizada (10) (12) .

## **IDSS<sup>2</sup> (Sistemas de Ayuda a la Decisión Inteligentes)**

La aplicación de las técnicas de la IA en la construcción de los DSS da lugar a los denominados Sistemas de Ayuda a la Decisión Inteligentes. Estos se definen como sistemas basados en modelos que ofrecen confort en el manejo de dominios vagos; es decir, el sistema logra que el usuario (agente tomador de las decisiones) tenga la impresión subjetiva de que todos los problemas son conocidos y están bajo control incluso en dominios incompletos e imprecisos (2).

### **1.2.3 Ejemplos de DSS**

A continuación se presentan algunos de los programas y software empleados para ayudar a directivos en empresas e instituciones a realizar el proceso de toma de decisiones, estos son conocidos y de gran utilidad actualmente.

Panduit: software de soporte para la toma de decisiones, también es una herramienta colaborativa, está basado en el Proceso Jerárquico Analítico (AHP, *Analytic Hierarchy Process*). Es una teoría Psico-física que puede combinar la percepción humana, el interés y la experiencia para priorizar opciones en situaciones complejas. Es actualmente uno de los sistemas de toma de decisiones más ampliamente conocidos (13).

Expert Choice: asiste a los tomadores de decisiones organizando la información relacionada a la complejidad del problema en un modelo jerárquico conformado por objetivos, escenarios posibles, criterios y alternativas. Usando un método, único de comparación par a par, se puede evaluar la importancia de los criterios, las preferencias de las alternativas, y las probabilidades de los escenarios, y así, sintetizar sus comparaciones para llegar a la mejor decisión (14).

SAS: simplifica y agiliza la gestión de grandes volúmenes de datos, ayuda a que la toma de decisiones sea proactiva y optimice el análisis de grandes y crecientes cantidades de información. Las nuevas capacidades de SAS permite a las empresas la obtención de conocimientos de todos sus datos, no sólo de una muestra, tanto que empresas como

---

<sup>2</sup> Intelligents Decision Support Systems

## Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

Expedia, una agencia de viajes online, ahora puede utilizar sus activos de datos en formas que antes no eran posibles (15).

Mindecider: software para la planificación y gestión de tareas todos los días. De interfaz sencilla e intuitiva, hace que el trabajo sea fácil y tiene gran facilidad de uso (16).

A continuación se describen algunos ejemplos de tareas que se pueden resolver con este sistema.

- La creación de listas de tareas pendientes.
- Presupuestación y planificación familiar.
- Elección de un mejor lugar de trabajo.
- Elección de la educación digna.
- Selección de las oportunidades de inversión.
- La compra de la mejor casa, mejor coche.

V.I.S.A: web basada en multi-criterios de toma de decisiones del software (17).

- No requiere instalación, puede ser utilizado como una herramienta completamente basada en web en línea, o como una descarga para ejecutar en su computadora.
- Respalda por décadas de investigación de los nombres más importantes en la toma de decisiones de investigación, desde el año 1986.
- Para ayudar en la toma de decisiones, sin importar la cantidad de decisores y cómo están involucrados.
- Ofrece versiones para los usuarios de forma individual o en grupos pequeños habilitando ediciones de decisiones participativas de comunicación y la recopilación de opinión.

MicroStrategy: ofrece una plataforma unificada para el análisis, reporte y monitorización siendo este el núcleo de cualquier sistema de soporte a decisiones. Las herramientas de *reporting*, procesos y metodologías de inteligencia de negocio son piezas claves para cualquier sistema de soporte de toma de decisiones además de ofrecer a los usuarios finales potentes análisis, reporting y funciones de monitorización (18).

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

## 1.2.3.1 Ejemplo de DSS en la UCI.

A continuación se describen algunos de los sistemas desarrollados en la universidad, para el apoyo a la toma de decisiones:

**1-** Sistema Basado en Conocimientos para apoyar la toma de decisiones de la Subdirección de Investigación y Postgrado del CDAE (19).

Surge como una necesidad de la Subdirección de Investigación y Postgrado del Centro de Consultoría y Desarrollo de Arquitecturas Empresariales de contar con un sistema, que además de la gestión clásica de la información de sus recursos brinde a los directivos elementos para fundamentar sus decisiones estratégicas.

Permite extraer datos valiosos a través de un proceso de inferencias, proporcionando un conjunto de elementos favorables al proceso de toma de decisiones.

**2-** Sistema de apoyo a la toma de decisiones en la selección de trayectorias óptimas para el recorrido de automóviles y personal (20).

Aplicación web que utilizando algoritmos matemáticos, brinda trayectorias óptimas a seguir por automóviles y personal. Permitiendo dar solución al proceso de trasladarse de un lugar a otro en la UCI. Este sistema aporta a la universidad grandes ahorros de recursos, como combustible y tiempo, beneficiando así el desempeño de muchas de las actividades asociadas a esta, directa o indirectamente.

**3-** Sistema de información para la toma de decisiones del cierre de operaciones postales y telegráficas.

Sistema de información para lograr una mayor eficiencia en la toma de decisiones del cierre de operaciones en las áreas postales y de tecnologías de la Empresa de Correos de Cuba y así brindar un servicio de excelencia a todos sus trabajadores (21).

**4-** Desarrollo de una herramienta que permita facilitar la toma de decisiones en el Proceso de Gestión de Cambios.

Herramienta práctica, sencilla y adaptable a cada equipo de trabajo y a cada desarrollador que se rija por los estándares de Toma de Decisión en la Gestión de Cambios para contribuir en el ahorro de tiempo y recursos humanos maximizando la calidad en los productos de software (22).

## **Conclusiones sobre el estudio de los DSS**

Después de realizar el estudio sobre algunos de los DSS que se emplean con frecuencia en la actualidad, se concluye que ninguno de los mencionados se adapta a las necesidades de la biblioteca de la UCI, ya que no están diseñados para la toma de decisiones en bibliotecas.

A lo anterior es necesario añadir, que la solución integral implantada en la biblioteca de la UCI está compuesta por tres sistemas de gestión, diseñados con el propósito de cubrir las áreas principales de la biblioteca. La solución establece restricciones en cuanto a la inclusión de nuevos sistemas, ya que las nuevas funcionalidades a implementar deben desarrollarse dentro de uno de estos tres sistemas, con el objetivo de evitar la dispersión de información y la tarea de integrar muchos sistemas. Por estas razones conviene analizar técnicas que permitan la construcción de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en bibliotecas.

## **1.3 Técnicas de la Inteligencia Artificial en el proceso de toma de decisiones**

La IA se divide en dos ramas principales: la Inteligencia Artificial convencional y la Inteligencia Computacional.

En la IA convencional están los métodos conocidos como máquinas de aprendizaje, predominando en estos el análisis estadístico. Algunos métodos de esta rama incluyen: Sistemas basados en conocimiento, Razonamiento basado en casos, Sistemas basados en comportamiento y las Redes Bayesianas.

La inteligencia computacional va dirigida más al aprendizaje interactivo, utilizando métodos como: Redes neuronales, Sistemas difusos y Computación evolutiva.

En el presente epígrafe se tratan específicamente las técnicas más significativas empleadas en la solución de problemas correspondientes con la toma de decisiones, ya que estas son de suma importancia para el desarrollo del trabajo.

La IA es aplicable en la construcción de software para el apoyo a la toma de decisiones. Los sistemas tradicionales permiten la administración de datos, modelado, metodologías de decisión y visualización de datos numéricos, mientras que los sistemas que aplican



# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

técnicas de la IA en la toma de decisiones permiten incorporar capacidades de razonamiento simbólico y capacidad de explicación.

Existen varias técnicas que permiten desarrollar sistemas para facilitar el proceso de toma de decisiones, entre las principales se encuentran (23):

Redes Neuronales Artificial (RNA): las redes neurales son sistemas que típicamente consisten en un gran número de simples unidades de proceso, llamadas neuronas. Constituyen un modelo creado a partir de la estructura del cerebro humano. Una RNA puede ser definida como una red de elementos simples (usualmente adaptativos) y paralelamente interconectados, los cuales interactúan con el mundo real en la misma forma que los sistemas neuronales biológicos. Cada enlace o conexión entre neuronas tiene asociado un peso que indica la fortaleza de esta conexión. El proceso de aprendizaje a partir de los ejemplos consiste en la determinación de esos pesos. Referidos a los tipos de conocimiento a descubrir, la clasificación constituye uno de los más tratados usando RNA (2).

Minería de Datos: la minería de datos es un paso particular del proceso de descubrimiento de conocimiento en base de datos, es el paso de aplicar algoritmos específicos para extraer patrones (modelos) a partir de los datos. Es el proceso de descubrir patrones insospechados. La minería de datos no se plantea una hipótesis a verificar sino que el proceso formula hipótesis que pueden ser útiles. Esta es útil en situaciones donde el volumen de datos es muy grande o demasiado complejo, o donde los expertos humanos no están disponibles para extraer el conocimiento necesario (2).

Algoritmos genéticos (AGs): es un procedimiento de búsqueda modelado sobre la mecánica de la selección natural, su enfoque del aprendizaje se basa en simular la evolución. La idea básica es usar un conjunto de descripciones candidatas (llamadas población), y gradualmente mejorar la calidad de esta población construyendo nuevas descripciones a partir de partes de las mejores descripciones existentes. Los AGs sufren de dos defectos importantes. El primero es que sólo superan otras técnicas cuando casi no hay conocimiento del dominio disponible. El segundo es la cantidad de evaluaciones a realizar (2).

Árboles de decisión: es un clasificador en forma de una estructura de árbol. Los árboles de decisión son herramientas poderosas y populares para la clasificación y predicción. El

# Capítulo 1. Fundamentación teórica

---

atractivo de los árboles de decisión es debido al hecho de que, en contraste con las redes neuronales, los árboles de decisión representan reglas. Las reglas puede expresarse fácilmente para que los humanos puedan entender, o incluso utilizar directamente en un lenguaje de acceso a la base de datos como SQL, para que los registros que caen en una categoría en particular sean recuperados (6).

Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC): los SBC son sistemas avanzados de representación y resolución de problemas complejos. Su arquitectura y sus formalismos de representación son la base de muchos de los sistemas actuales. Su uso se puede encontrar en todas las ramas de aplicaciones especiales de los sistemas informáticos donde se requieran prestaciones especiales, sobre todo en aquellas áreas donde el conocimiento de expertos sea el soporte básico como medicina, industria, gestión, finanzas, organización empresarial y otros (3).

Las técnicas anteriormente expuestas permiten la implementación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones inteligentes y cada una de ellas posee fortalezas y debilidades. Por lo tanto, es conveniente establecer criterios para realizar una selección adecuada y determinar cuál de ellas se debe utilizar para facilitar el proceso de toma de decisiones en el SIGB.

## **Conclusiones Parciales**

Luego realizar el estudio del arte correspondiente al capítulo se puede resumir que existen varias técnicas y aplicaciones en los ámbitos nacional e internacional referidos al proceso de la toma de decisiones. A nivel internacional, existen varias herramientas y soluciones informáticas para ayudar a directivos en el proceso de toma de decisiones, sin embargo en su mayoría solo abarcan este proceso en entornos empresariales, no contando los sectores que se desarrollan en el ambiente bibliotecario. Igualmente existen varias técnicas de la Inteligencia artificial que permiten el desarrollo de sistemas para facilitar la toma de decisiones, las cuales comprenden situaciones donde el conocimiento juega un papel importante. Cada técnica estudiada tiene ventajas y desventajas, que deben ser analizadas a la luz de las necesidades particulares del entorno en que se desean aplicar.

### Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA.

Luego de realizar el estudio de las técnicas de la IA más importantes y utilizadas en la implementación de sistemas inteligentes de apoyo a la toma de decisiones, en este capítulo se describe el ambiente de decisión, el cual permite establecer criterios de selección para poder comparar las técnicas estudiadas y seleccionar la más adecuada para su uso en el SIGB.

#### 2.1 Ambiente de decisión

En el contexto de la estructura organizativa de la Biblioteca de la UCI, se pueden distinguir tres niveles fundamentales en el proceso de toma de decisiones:

Decisiones de planificación estratégica: aquellas que se relacionan con decidir los objetivos de la biblioteca, los recursos usados para lograr los objetivos y la política de adquisición, uso y disposición de esos recursos.

Las decisiones más importantes a tomar en este nivel se pueden relacionar a:

- La negociación de acuerdos interbibliotecarios.
- La adopción de la tecnología, al igual que la automatización.
- Las facilidades de expansión.

Control de la gestión táctica: puede ser visto como el proceso que asegura a los gerentes, que los recursos obtenidos son utilizados de manera eficaz en el cumplimiento de los objetivos de la biblioteca. Se pueden incluir:

- Asignación de fondos entre áreas temáticas.
- Identificación de las necesidades de desarrollo de personal.
- Determinación de las horas de servicio de la biblioteca.
- Políticas de desarrollo de colecciones.
- Compra de equipos y servicios.
- Establecimiento de estándares de operación.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

Control operacional: las decisiones a este nivel aseguran que las tareas específicas sean realizadas de manera efectiva. Dichas decisiones son programables y los sistemas pueden diseñarse para soportarlas, entre ellas se tienen:

- Monitorización diaria de operaciones y actividades con respecto a los estándares.
- Acciones correctivas.
- Planificación.
- Respuesta a las quejas.
- Decisiones tomadas en la realización de la adquisición, catalogación, circulación, referencias y demás servicios y procesos de la biblioteca.

Estos niveles y las acciones que se realizan en cada uno de ellos influirán en elección de la técnica a utilizar, ya que la misma debe permitir que se especifique el conocimiento asociado a la toma de decisiones en las diversas áreas de la biblioteca.

### **Solución integral para la automatización de los procesos de la biblioteca**

El gran volumen de información que se maneja en la biblioteca de la UCI, la necesidad de almacenar la información y poder brindar el acceso a ella de forma rápida para cumplir con las expectativas de los usuarios, hicieron necesario la implantación de una solución integral para mejorar y automatizar los principales servicios y procesos. Dicha solución está compuesta por tres sistemas, que son utilizados actualmente por usuarios y especialistas de la biblioteca:

SIGB: Permite la realización de los procesos bibliotecarios más importantes, haciendo uso de estándares conocidos y utilizados por especialistas en ciencias de la información. Cuenta con las funcionalidades necesarias que automatizan los procesos y servicios más importantes de la biblioteca.

Repositorio institucional: Permite capturar, almacenar, ordenar, conservar y redistribuir la producción intelectual y de investigación de una institución en formato digital. Soporta una gran variedad de datos, incluyendo libros, tesis, fotografías, videos, datos de investigación y otras formas de contenido. Los datos son organizados como ítems que pertenecen a una colección; cada colección pertenece a una comunidad. El repositorio puede incluir los recursos digitales (objetos), los metadatos que describen dichos recursos, o ambos. Los

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

metadatos son datos asociados al objeto digital que recogen información principalmente descriptiva (autor, título...), pero que también pueden incluir información administrativa (creación, derechos...) y de preservación (tipo de formato, etc.). Está basada en tecnología web, pudiendo ser accedida por otras instituciones, a la vez que puede acceder a documentos de otros centros.

El portal Web: aporta una interfaz amigable. Tiene como objetivo fundamental la publicación de contenido relevante para los usuarios de la biblioteca, tales como noticias, anuncios y sitios de interés. Garantiza además la integración con el resto de los componentes de la solución.

Estos tres sistemas, de acuerdo a lo especificado en el Documento Visión del expediente del proyecto Informatización de la Dirección de Información, conforman la solución integral. Para evitar el aumento indiscriminado de sistemas de gestión, esta solución tiene como restricción que cada nuevo proceso o servicio a desarrollar debe ser incluido en uno de los componentes, los cuales fueron diseñados e integrados para permitir la automatización a largo plazo en la biblioteca.

Las restricciones mencionadas anteriormente así como el ambiente de decisión, influyen en la selección de la técnica de la IA a utilizar, ya que la misma debe adaptarse no sólo al entorno de los procesos bibliotecarios, sino integrarse funcionalmente a las tecnologías utilizadas actualmente en la biblioteca.

Siendo el SIGB el componente principal en cuanto a la gestión de los procesos bibliotecarios, en el mismo se deben incorporar técnicas de inteligencia artificial, para lograr que de forma automatizada apoye el proceso de toma de decisiones.

### **2.2 Selección de la técnica a utilizar**

Para realizar una adecuada selección de la técnica de inteligencia artificial que debe estar presente en el SIGB, es necesario el establecimiento de criterios de selección, que permitan realizar comparaciones y de esta forma concluir cual es la más adecuada.

Los criterios de selección fueron determinados teniendo en cuenta el proceso de toma de decisiones y el ambiente en el que se realiza, es decir la biblioteca de la UCI. Por ello se tienen los siguientes:

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

- Forma de Representar el Conocimiento (FRC): la técnica a seleccionar debe permitir la fácil representación del conocimiento del dominio de la biblioteca, pues la mayor parte de las decisiones son programadas y conocidas.
- Tratamiento de la Incertidumbre (TI): En la biblioteca, no todas las decisiones se toman en presencia de información precisa o completa, por lo que es necesario que la técnica a seleccionar haga un adecuado tratamiento de la incertidumbre.
- Capacidad de Explicación (CE): debe brindar cursos de acción y explicaciones adecuadas a los decisores.

<b>Técnica/Criterio</b>	<b>Representación del conocimiento</b>	<b>Tratamiento de la incertidumbre</b>	<b>Capacidad de explicar las conclusiones</b>
Redes neuronales artificiales	El conocimiento está implícito dentro de los pesos de la red.	No maneja directamente la incertidumbre	Baja
Minería de datos	Reglas (que pueden ser aprendidas dependiendo del tipo de conocimiento que se desee descubrir).	Si	Alta
Sistemas basados en el conocimiento	Casos, Frames, Modelos, Probabilidades, Reglas.	Si	Alta

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

Árboles de decisión	Árbol donde cada nodo interior especifica una prueba de algún atributo y las hojas son las clases en las cuales se clasifican las instancias.  Representa una disyunción de conjunciones sobre los valores de los atributos [2]. Puede generar reglas.	Si	Alta
Algoritmos Genéticos	Cromosomas, formados por una secuencia de genes de cierto alfabeto.	Si	Baja

Tabla 1 Descripción de las técnicas de la IA para su selección.

### 2.2.1 Comparación entre técnicas de la IA

El objetivo de la inteligencia artificial es la producción de máquinas inteligentes que apoyen a los seres humanos. Las técnicas de la IA analizadas anteriormente, a pesar de tener un objetivo similar, son profundamente diferentes en estructura y funcionamiento. La diferencia reside principalmente en la forma en que el conocimiento está representado en el sistema y cómo se obtiene (6).

Las redes neuronales y los sistemas basados en el conocimiento son similares en muchos aspectos, en primer lugar ambas técnicas utilizan el conocimiento para tomar decisiones. Ambas se pueden generalizar y en ambas se producen respuestas correctas a pesar de pequeñas variaciones los datos de entrada. Sin embargo, existen diferencias fundamentales entre ellas, las RNA adquieren el conocimiento mediante la capacitación: a menudo el conjunto de entrenamiento puede estar compuesto de observaciones reales del mundo físico, en lugar de estar formado por las opiniones humanas utilizadas para los sistemas basados en el conocimiento. En otras palabras, la red neuronal permite que los hablen por sí mismos. Como desventaja presenta que el conjunto de entrenamiento debe

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

ser adecuado para representar completamente el dominio de interés, de lo contrario la red puede ser llamada a tomar decisiones en áreas donde no tiene experiencia.

El uso de esta técnica no sería conveniente, ya que el conocimiento del dominio está bien descrito y es fácil de representar, lo cual no es adecuado para el uso de las redes neuronales, más útiles en casos en que los procesos no son bien conocidos y el modo de aprendizaje es a partir de conjuntos de entrenamiento que describen datos de entrada y las respuestas correctas a estos. De igual forma, no modelan correctamente la incertidumbre presente en algunos procesos de la biblioteca, caracterizada por conceptos o palabras que son inherentemente inexactos. Por la misma forma en que esta técnica representa el conocimiento, implícito en los pesos de la red, se hace muy difícil su lectura por expertos humanos y brindar explicaciones adecuadas acerca de las conclusiones que se obtienen.

Por otra parte los algoritmos genéticos optimizan el equilibrio entre la exploración de nuevos puntos en el espacio de búsqueda y explotación de la información descubierta hasta el momento. Sus características son diferentes a las de otras técnicas en varios aspectos. Son de utilidad cuando existe poco nivel de información y hay poca existencia del conocimiento del dominio. En el ambiente de decisión que se estudia, las conclusiones necesarias para realizar las acciones no se obtienen a través de la simulación del mecanismo de selección natural, la mejora continua de una población de individuos ni de mutaciones. La forma de representar el conocimiento utilizando cromosomas no es adecuada, ya que no permite expresar las situaciones comunes en la biblioteca. Esta técnica modela la incertidumbre apoyándose en la teoría de las probabilidades, los algoritmos propuestos usan mayormente números aleatorios, lo cual no es adecuado a la biblioteca, en la que la incertidumbre debe tratarse mayormente con conceptos de la lógica difusa, al existir imprecisiones a la hora de manejar determinados conceptos y palabras.

En el caso de la minería de datos no resulta conveniente como técnica, pues en vez de representar el conocimiento que se conoce, trata de aprenderlo y descubrirlo tomando como base los datos presentes en los sistemas de información de la biblioteca, y no es lo propicio en el caso que se analiza, debido a que el conocimiento del dominio está establecido y no existe necesidad de descubrirlo. Las decisiones a tomar pueden ser identificadas claramente a partir de las operaciones diarias de la biblioteca y los procedimientos establecidos para cada situación.



## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

Igualmente cuando se analizan los árboles de decisión, se concluye que son mayormente

Nombre del trabajo o propuesta	Técnica de la IA utilizada
--------------------------------	----------------------------

para problemas de clasificación, la toma de decisiones en la biblioteca no requiere en su mayor parte de este tipo de habilidad. Pueden ser costosos y a la vez difíciles de mantener cuando el conocimiento del dominio varía ya sea por el aumento o disminución de procesos y servicios. Añadir o borrar nodos, especialmente cuando el tamaño de estos árboles es grande, trae consigo gastos muy altos y la consecución de errores. En el contexto de la biblioteca existen más de seis áreas involucradas, manejar esta información con árboles de decisión sería de gran complejidad y difícil de mantener.

Finalmente, dentro de las técnicas estudiadas, los SBC son los que más se ajustan al proceso de toma de decisiones en la biblioteca. Entre algunas de las razones se tienen: los problemas frecuentes están bien acotados, de características cognitivas, donde existe un dominio bien definido por parte de los especialistas que manejan la información en el ambiente bibliotecario. También las posibilidades existentes de cambio en el conocimiento del dominio es otro factor que tiene gran ventaja en los sistemas basados en el conocimiento, pues a estos les son inherentes facilidades para incorporar nuevas adaptaciones. Existe la necesidad de conservar el conocimiento de los trabajadores de la biblioteca, pues son pocos los que dominan a profundidad el proceso de toma de decisiones. Las formas de representar el conocimiento en este tipo de sistemas son varias y adaptables a muchos entornos, con facilidades para describir e interpretar el conocimiento que se describe. Permiten el manejo de la incertidumbre, ya sea por la presencia de datos incompletos o imprecisos, utilizando como complemento teorías y modelos asociados a las probabilidades y la lógica difusa.

Por tanto de las técnicas de la IA expuestas, los SBC brindan la estructura y función adecuada para implementar un sistema de apoyo a la toma de decisiones.

Además de la comparación vista anteriormente, se realizó un análisis bibliográfico de los principales trabajos publicados en la UCI que tratan sobre sistemas de ayuda a la toma de decisiones, con el objetivo de identificar las técnicas más utilizadas en la Universidad. En la siguiente tabla aparece en la primera columna el nombre de los trabajos y los autores y en la segunda la técnica utilizada.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

Sistema inteligente de soporte a la toma de decisiones, por Kathrin Rodríguez LLanes.	Sistema basado en conocimiento (razonamiento basado en casos).
Módulo de toma de decisiones para la STK por Laura Rodríguez García.	Máquinas de estado.
Costo de producción del proyecto SCADA mediante la aplicación del Algoritmo basado en Colonia de Hormigas, por Maikelis Ananka Rosales Almaguer.	Optimización con Colonia de Hormigas.
Aplicación de las redes neuronales artificiales y mapas de influencia en la toma de decisiones para videojuegos de estrategia por Denisse Díaz González.	Redes Neuronales Artificiales.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

Sistema basado en conocimientos para apoyar la toma de decisiones de la subdirección de investigación y postgrado del CDAE por Jorge Mederos López Del Castillo.	Sistema basado en conocimiento.
Diseño de un data mart para el módulo Control de Personas del Sistema Gestión Integral Aduanera por Oscar Luis Garcell Martínez.	Minería de datos.
Sistema inteligente de soporte a la toma de decisiones por Alejandro Aparicio Guerra	Sistema basado en conocimiento.
Sistema de Toma de Decisiones para Videojuegos por Ever Antonio Homer Reynoso.	Máquinas de estados finitos.
Aplicación de las Redes Bayesianas para la toma de decisiones de los elementos en Entornos Virtuales, por Reinier Bermúdez González.	Redes Bayesianas.
Modelo para la ayuda a la toma de decisiones en la selección de patrones de desarrollo de software por Madelys Cuesta Villa.	Clasificación sin aprendizaje.
Sistema para la ayuda a la Toma de Decisiones en el Diagnóstico, Control y Tratamiento de los Pacientes con Hipertensión Arterial por Alfredo Morales Oliva.	Sistema basado en conocimiento .

**Tabla 2 Principales trabajos en la UCI y la técnica asociada.**

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

La revisión anterior muestra que son diversas las técnicas utilizadas para la implementación de sistemas de apoyo a la toma de decisión inteligentes en la UCI, siendo los sistemas basados en el conocimiento los más utilizados. Esto confirma la selección realizada, pues son varios los casos de éxito de aplicación de los SBC en la Universidad.

Como se ha podido comprobar ninguna de las técnicas analizadas por sí sola permite modelar el proceso de toma de decisiones de forma completa tal y como ocurre en el mundo real. Para complementar el uso de los SBC para la toma de decisiones en la biblioteca, es necesario tener en cuenta el tratamiento de la incertidumbre en sus diversas formas, pues no siempre se conoce de forma precisa y completa la información. Esto conlleva a que el SBC trate la incertidumbre haciendo uso de conceptos de la teoría de conjuntos borrosos. Esta forma de complementar la técnica seleccionada será analizada en el epígrafe 2.8.

### **2.3 Sistemas basados en el conocimiento (SBC)**

En la década del 70 se reconoció que los métodos de solución de problemas generales eran insuficientes para resolver los problemas orientados a aplicaciones. Se determinó que era necesario conocimiento específico sobre el problema, limitado a los dominios de aplicación de interés, en lugar de conocimiento general aplicable a muchos dominios. Este reconocimiento condujo al desarrollo de SBC (2).

El conocimiento representado en los SBC es el de los expertos en el dominio. Una parte de un conocimiento experto consiste de relaciones de causa y efecto. Estas relaciones o reglas se originan a partir de la experiencia pasada y son llamadas heurísticas. Ellas representan conocimiento informal o atajos, que permiten a un experto encontrar rápidamente una solución a un problema sin tener que realizar un análisis detallado de una situación particular debido a un análisis de un problema similar resuelto de forma exitosa anteriormente o a relaciones que han sido aprendidas como resultado de un intento fallido pasado para resolver un problema similar. El experto puede no recordar todos los detalles del análisis del problema original, pero puede reconocer el enfoque aplicado a un problema similar (3).

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

### 2.3.1 Definición de SBC

En términos generales, un SBC puede ser definido así:

Un sistema computarizado que usa conocimiento sobre un dominio para arribar a una solución de un problema de ese dominio. Esta solución es esencialmente la misma que la obtenida por una persona experimentada en el dominio del problema cuando se enfrenta al mismo problema (5).

### 2.3.2 Clasificación de acuerdo a la función a realizar

Los SBC tienen innumerables usos en los procesos empresariales entre los cuales están (24):

- Interpretación: Son aquellos Sistemas que a partir de datos suministrados por determinados sensores pueden inferir situaciones determinadas.
- Producción: Son aquellos Sistemas que a partir de datos suministrados pueden Inferir consecuencias de situaciones dadas.
- Diagnóstico: A partir de observaciones permite inferir el mal funcionamiento de un sistema. Es un proceso que se realiza con el objetivo de solucionar un problema que experimenta cambios cuantitativos y cualitativos, estos cambios son los que tienden a darle respuesta a la problemática existente.
- Diseño: Son utilizados para configurar objetos bajo instrucciones especificadas. Es el proceso de realizar una descripción específica de un artefacto que satisface un número determinado de características. Los SBC de diseño ven este proceso como la búsqueda más óptima y adecuada para la solución de un problema determinado. Se puede concebir de antemano soluciones alternas o generarse las mismas de forma automática a medida que cumplan con los requisitos solicitados por el usuario, esta técnica es reconocida como “generación y prueba”, por lo que esos SBC son conocidos como sistemas de sección.
- Monitoreo: Comparan observaciones con resultados esperados. Consiste en establecer una comparación entre lo que se tiene y los resultados que se esperan obtener, es decir, entre lo actual y lo esperado. Estos SBC son tratados como herramientas de diagnóstico.
- Instrucción: Se utilizan en la educación para diagnosticar, evaluar y corregir el comportamiento de un estudiante. Un sistema de instrucción realizará un

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

seguimiento del proceso de aprendizaje. Su objetivo es detectar errores cometidos por las personas y desarrollar un plan de enseñanza que facilite corregir errores y que sea útil además para el aprendizaje.

- **Control:** Se utilizan para gobernar o supervisar el comportamiento de otros sistemas. Un sistema de control participa en la realización de las tareas de interpretación, diagnóstico y reparación de forma secuencial. Con ello se consigue conducir o guiar un proceso o sistema. Estos sistemas son complejos debido a que tienen que manejar un gran número de funciones y factores a considerar. Esta creciente complejidad es otra de las razones por las cuales se deben desarrollar SBC.

### 2.3.3 Tipos de SBC

En la siguiente tabla se realiza una caracterización de los principales tipos de SBC así como la especificación de algunos de sus atributos más relevantes (23).

<b>Nombre</b>	<b>Forma de representación del conocimiento (FRC)</b>	<b>Explicación</b>	<b>Método de solución del problema (MSP)</b>	<b>Fuentes de conocimiento</b>
Sistemas basados en reglas (SBR)	Reglas de producción	Reglas activas	Usualmente búsqueda primero en profundidad con dirección backward o forward	Expertos, publicaciones, ejemplos

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

Sistemas basados en frames (SBF)	Frames		Herencia y procedimientos adjuntos	Expertos, publicaciones, ejemplos
Sistemas basados en casos (SBCasos)	Casos	Casos semejantes	Razonamiento basado en casos (búsqueda por semejanza y adaptación de las soluciones)	Ejemplos
Sistemas basados en probabilidades (SBP)	Probabilidades o frecuencias	Valores de probabilidades condicionales	Teorema de Bayes y otras técnicas de inferencia estadística	Ejemplos
Sistemas basados en modelos	Modelo del artefacto		Razonamiento basado en modelos	Esquemas estructurales y funcionales del artefacto

**Tabla 3 Tipos de sistemas basados en conocimiento.**

Sistemas Basados en Casos (SBC): representa un método para resolver problemas no estructurados, donde el razonamiento se realiza a partir de una memoria asociativa que usa un algoritmo para desarrollar una línea de semejanza entre dos objetos. En esta técnica la memoria se sitúa como fundamentos de la IA y particularmente de los SBC. Los

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

sistemas que usan el razonamiento basado en casos (RBC) usan una memoria permanente en lugar de alguna forma de base de conocimiento.

Sistemas Basados en Reglas: los SBR son SBC en los que la forma de representación del conocimiento usado son las reglas de producción y como método de inferencia utiliza la regla Modus Ponens.

Sistemas Basados en Frames: en estos sistemas el lenguaje de frames arma al constructor de bases de conocimientos de una forma fácil para describir los tipos de objetos de un dominio que el sistema tiene que modelar. Constituyen esencialmente sistemas contestadores a preguntas pues su mecanismo de razonamiento resulta débil, ellos pueden ser considerados SBC rudimentarios.

Sistemas Basados en Probabilidades: el centro de estos sistemas lo constituye su espacio probabilístico, llamado también conocimiento abstracto o de aplicación general. Son considerados de los tipos más importantes de SBC.

Sistemas Basados en Modelos: en estos sistemas se razona usando los primeros principios de la ingeniería y la ciencia en lugar del conocimiento asociativo de los expertos. Los SBM intentan resolver el cuello de botella que representa la adquisición del conocimiento pues no es necesario extraer el conocimiento de los expertos.

### **2.4 Sistemas Basados en Reglas**

Dentro de los SBC analizados se selecciona los Sistemas Basados en Reglas. Esto se debe mayormente a que el conocimiento del proceso de toma de decisiones en la Biblioteca de la UCI puede ser expresado de forma natural en formato de reglas IF-THEN, es decir que toda situación de un problema determinado puede considerarse como antecedente, que deriva en una conclusión que es el consecuente y con este conocimiento se determinan las acciones a realizar. Además los SBR son muy modulares, pues estos permiten que cada regla, que constituye una unidad de conocimiento, de manera individual pueda ser adicionada, modificada o eliminada de forma independiente al resto de las reglas existentes, lo cual facilita la gestión del conocimiento para la toma de decisiones. Los SBR son uno de los modelos de representación del conocimiento más ampliamente utilizados. Esto es debido a que resultan muy apropiados en situaciones en las que el conocimiento que se desea representar surge de forma natural con estructura de reglas.



## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

Los SBR son SBC en los que la forma de representación del conocimiento usada son las reglas de producción y como método de inferencia utiliza la regla de modus ponens. Los SBR son llamados frecuentemente sistemas de producción, una idea de 1943 expresada por E. L. Post (25).

La forma más común de técnica de aprendizaje es el descubrimiento de reglas; aunque otras técnicas de la IA, como las redes neuronales y los algoritmos genéticos, también son aplicables. Varios tipos de reglas pueden ser aprendidas dependiendo del tipo de conocimiento que se desee descubrir, las principales de ellas son las siguientes (5).

- Clasificación.
- Creación de conceptos.
- Asociación.
- Relaciones funcionales.
- Dependencias funcionales.
- Relaciones causales.

Entre las ventajas de las técnicas de descubrimiento de reglas están las siguientes (5)[5].

- El conocimiento resultante, representado como reglas, es típicamente fácil e intuitivo para la comprensión de los hombres.
- El conocimiento del dominio puede normalmente ser fácilmente incorporado a los procesos de aprendizaje.
- Descubrir reglas puede ser relativamente eficiente y no requiere de múltiples pasadas sobre la base de conocimiento.
- Las reglas se pueden almacenar fácilmente en una base de conocimientos para su empleo futuro (por ejemplo por un sistema basado en conocimiento).

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

### 2.4.1 Forma de representar el conocimiento

Las reglas son la forma de representar el conocimiento en este tipo de sistema. Estas utilizan el formato IF - THEN para representar el conocimiento, la parte IF de una regla es una condición (también llamada premisa o antecedente), y la parte THEN de la regla (también llamada acción, conclusión o consecuente) permite inferir un conjunto de hechos nuevos si se verifican las condiciones establecidas en la parte IF (25).

Las reglas pueden expresar un rango amplio de asociaciones como son:

**- Situación-acción.**

Si está lloviendo y va a salir de casa, entonces debe buscar un paraguas.

**- Premisa-conclusión.**

Si su temperatura es de 40, entonces usted tiene fiebre.

**- Antecedente-consecuente.**

Si x es un gato, entonces x es un animal.

### 2.4.2 Ventajas y problemas de los SBR

Los sistemas basados en reglas han permanecido como los esquemas más comúnmente utilizados para la representación del conocimiento. Como ventajas significativas se pueden mencionar las siguientes (26):

- Modularidad: Los SBR son altamente modulares. Cada regla es una unidad de conocimiento que puede ser añadida, modificada o removida independientemente de las otras reglas existentes (a pesar de los problemas antes señalados). Esto da flexibilidad en el desarrollo de la BC.
- Uniformidad: Todo el conocimiento del sistema se expresa en el mismo formato.
- Naturalidad: Las reglas son un formato natural para expresar conocimiento en algunos dominios. Los expertos lógicamente piensan en los problemas y sus soluciones usando las situaciones existentes para indicar las conclusiones deseadas.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

- Son fácil de programar y manejar ya que pueden codificarse las reglas en cualquier orden.

Los principales problemas de los SBR son (26):

- Encadenamiento infinito.
- Adición de nuevo conocimiento que puede resultar contradictorio.
- Modificación de reglas existentes.

### **2.5 Sistema basado en el conocimiento y la toma de decisiones**

Un DSS basado en el conocimiento integra lo tradicional de un DSS con los avances de un sistema basado en el conocimiento. Tradicionalmente los DSS constituyen la dirección de datos, modelado, la metodología de decisión y el despliegue de datos numéricos, mientras que los adelantos de los sistemas basados en el conocimiento incluyen el razonamiento simbólico y la capacidad de explicación.

Los sistemas de apoyo a las decisiones basados en el conocimiento están involucrados en una nueva generación de herramientas de apoyo a la decisión conocida como Sistemas Inteligentes de Soporte a la Decisión. Los DSS pueden ayudar a los gerentes en la toma de decisiones estratégicas mediante la presentación de la información y la interpretación de varias alternativas. Tres enfoques importantes en el desarrollo del DSS de negocio actual que proporciona interpretación del conocimiento son (27):

- Razonamiento basado en reglas.
- Razonamiento basado en casos.
- Híbridos.

Los Sistemas de apoyo a decisiones basados en el conocimiento pueden proporcionar (27):

- Una interfaz de cooperación para apoyar hombre-máquina en la tarea de resolución de problemas.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

- Apoyar el acceso a la información relevante en la resolución de problemas.
- Apoyo al reconocimiento del problema.
- Apoyo a la estructura del problema.
- Apoyo a la formulación de problemas y el análisis.
- Un motor de inferencia y los sistemas de conocimiento basados en gestiones para proporcionar asistencia de expertos a los usuarios.
- Un algoritmo de razonamiento incluido en el subsistema de modelado.

Varias bases de conocimiento pueden ayudar a los DSS en diferentes ámbitos relacionados con la tarea de apoyo a la decisión.

### **2.6 Características del sistema basado en reglas**

Para una mejor comprensión de cómo debe utilizarse la técnica seleccionada en el SIGB, se brindan algunas de las características esenciales teniendo en cuenta las necesidades de la biblioteca de la UCI.

El SBR debe brindar soporte o ayuda a la toma de decisiones a los directivos en los niveles de la organización descritos anteriormente. Para ello contará con los componentes necesarios que le permitan representar el conocimiento de las áreas más importantes de la biblioteca y procesar este conocimiento, sirviendo de complemento a los decisores.

Entre sus características deseadas se tienen:

- Fácil de usar.
- Debe representar adecuadamente el conocimiento del dominio.
- Orientado mayormente a la solución de problemas que impliquen la toma de decisiones estructuradas.
- Permitir el apoyo a la toma de decisiones en grupo o de forma individual.
- Pretende alcanzar efectividad en el apoyo a la toma de decisiones, no eficiencia.
- Adaptable y flexible.
- Debe brindar soporte a variedades de procesos.
- Control del hombre sobre la máquina.
- Para decisores a diferentes niveles de la organización.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

- Apoyo de la toma de decisiones basándose en el conocimiento sobre el dominio.

Estas características está orientadas a las necesidades más relevantes de la biblioteca, en este caso al monitoreo y diagnóstico de los procesos y servicios que se realizan en la misma.

### 2.7 Arquitectura del sistema basado en reglas

Para facilitar la implementación posterior del SBR en el SIGB se describen algunos elementos de su arquitectura.

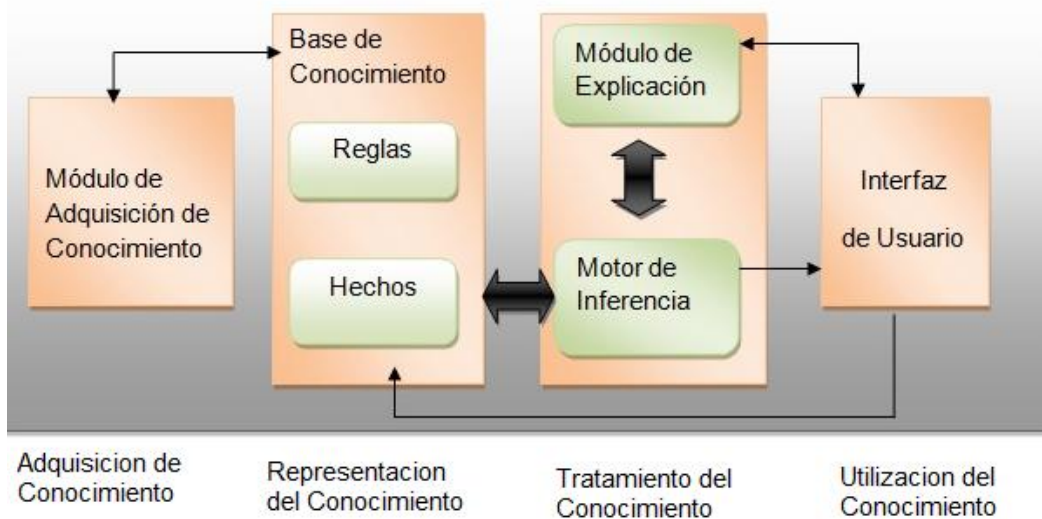


Figura 1 Arquitectura del SBR.

**Interfaz de usuario:** es la que permite al usuario la comunicación con el sistema. La interfaz debe ser amigable en la entrada y en la salida de información para lograr una mejor utilización y entendimiento del sistema. La interfaz de usuario posibilita la entrada, procesamiento, almacenamiento y salida de la información.

**La Base de Conocimiento (BC):** contiene toda la información extraída del experto, es donde se reúnen todos los conocimientos del dominio de aplicación que son importantes para la solución del problema. Se escribe en un lenguaje específico de representación de conocimientos. Es la parte que domina el conocimiento sobre el dominio.

El conocimiento a modelar debe ser adquirido de expertos en el dominio, así como de manuales de procedimientos y normas establecidas en la biblioteca. En el caso del sistema propuesto el conocimiento se representa a través de reglas de producción.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

La BC debe modelar las situaciones de decisión y las acciones a realizar más importantes. Para dar una mejor organización a la BC las reglas se representarán en forma de situación-acción y ordenadas de acuerdo a las áreas de procesos.

Situación	Conjunto de acciones	El dato se puede obtener del SIGB
<b>Adquisición</b>		
Las vías mediante las cuales se adquieren los materiales bibliográficos en un período determinado (mensual, trimestral) no se corresponden a canje o donaciones.	Establecer acuerdos de cooperación e intercambio interbibliotecarios.  Hacer disponible a través del sitio de la biblioteca la lista de canje de los materiales disponibles.	Si
No asignación de fondos para la adquisición de materiales bibliográficos en un área temática específica.	Revisión del fondo asignado a otras áreas temáticas para posible redistribución.	Si
Demanda sobre la adquisición de una misma temática por varios (rango predefinido) usuarios a la vez.	Sugerir la adquisición de ejemplares sobre la temática solicitada por los usuarios.	Si
<b>Catalogación</b>		
Registros bibliográficos no catalogados de acuerdo a las reglas de catalogación establecidas.	Notificar por correo electrónico al catalogador y al jefe inmediato superior sobre las deficiencias detectadas.  Generar sugerencia de corrección de los problemas detectados.	Si
Cantidad de registros bibliográficos procesados	Generar informe sobre rendimiento	Si

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

por un catalogador en un período es baja (rango definido previamente).	del trabajador.	
<b>Circulación</b>		
Usuario moroso (no devuelve los ejemplares prestados en el tiempo señalado).	Notificación al usuario y al bibliotecario acerca del atraso en la devolución.	Si
Usuario moroso y reincidente.	Suspender el servicio de préstamo.	Si
No satisfacción de las solicitudes de préstamo de los usuarios (no disponibilidad de ejemplares por deterioro o por estar en préstamo).	Digitalización de los ejemplares solicitados. Sugerir al usuario que reserve el ejemplar. Sugerir la adquisición de nuevos ejemplares para satisfacer la demanda.	Si
<b>Catálogo en Línea</b>		
Los usuarios al buscar en el catálogo no encuentran resultados.	Sugerir al usuario el uso del servicio de referencia. Sugerir la adquisición de nuevos ejemplares sobre las temáticas que forman parte del criterio de búsqueda.	No soportado

**Tabla 4 Base de conocimiento para la biblioteca.**

Las situaciones de decisión descritas anteriormente representan los escenarios más comunes en la toma de decisiones en la biblioteca, han sido expresadas en lenguaje natural.

**Motor de inferencia:** es el cerebro del sistema que interpreta, analiza, clasifica y da sentido a las diversas normas. El motor de inferencia determina qué normas son

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

relevantes para el problema a resolver, qué hechos son necesarios para determinar si esas normas son verdaderas, y la forma de obtener o solicitar esos hechos, si los datos necesarios están disponibles en otras reglas el motor de inferencia usará automáticamente esas reglas.

Es un programa que emplea los conocimientos para resolver el problema que está especificado. En este caso la tarea que lleva a cabo el motor de inferencia es la de seleccionar, validar y activar algunas reglas que permiten obtener finalmente la solución correspondiente al problema planteado.

El motor de inferencia usa e interpreta el conocimiento, aplicando su ciclo de ejecución para resolver el problema de la siguiente secuencia (28):

- Detección de las reglas aplicables.
- Selección de la mejor regla.
- Aplicación de la regla.

El rendimiento del motor de inferencia depende del conjunto de reglas en la base de conocimiento.

Para arribar a conclusiones los expertos se auxilian de diferentes tipos de reglas y estrategias, que a la vez son utilizadas por el motor de inferencia para obtener conclusiones simples y complejas. El motor de inferencia es un componente muy importante para la implementación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en el conocimiento, a su vez implemetar uno resultaría muy complejo, en cambio existen herramientas que pueden ser empleadas en la construcción de estos sistemas, cuyas potencialidades incluyen un motor de inferencia.

**Módulo de explicación:** se encarga de explicar el proceso de razonamiento para tomar una decisión. Este componente responderá a la pregunta ¿cómo? o ¿por qué?, cuando ha efectuado una conclusión. Entre sus funciones se cuentan:

- Brinda al usuario explicación de las conclusiones obtenidas.
- Debe hacer que el usuario tenga más confianza en el resultado y en el sistema.
- Permite un desarrollo más rápido, ya que el sistema será más fácil de depurar.

**Módulo de adquisición del conocimiento:** este módulo puede apoyar a cualquiera de los otros módulos o actuar como un componente independiente. Es a través de este



## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

módulo que los sistemas van incorporando los nuevos conocimientos. La forma principal de crear y adquirir conocimiento para conformar la base de conocimiento, es a través de la entrevista y el diálogo sin restricciones con expertos humanos. La calidad del conocimiento contenido en la BC determina la eficacia del sistema.

### **2.8 Tratamiento de la incertidumbre en el SBR**

Para el desarrollo de un sistema que apoye el proceso de toma de decisiones es necesario complementar la técnica seleccionada con teorías y modelos que ayuden a tratar adecuadamente la incertidumbre. En el caso particular de la biblioteca de la UCI, la incertidumbre surge mayormente debido que no siempre se conoce de forma precisa la información de las áreas involucradas, por lo que es necesario tratar esta cuestión haciendo uso de conjuntos borrosos o difusos.

La lógica difusa es un sistema lógico para la formalización del razonamiento aproximado, y se utiliza como sinónimo de la teoría de conjuntos difusos. Se puede considerar como un superconjunto clásico (booleano), ellos proporcionan un marco excelente y eficaz para el tratamiento de la incertidumbre en el razonamiento humano con el uso de variables lingüísticas con funciones de pertenencia. Debido a estas razones el uso de la lógica difusa está aumentando en los sistemas de soporte a decisiones, como lo es en todo el procesamiento inteligente. Numerosas aplicaciones son reportadas en los campos de sistema de control, la optimización, el diagnóstico, el procesamiento de información, apoyo a decisiones y en los sistemas de análisis y planificación (29) .

El razonamiento borroso es un procedimiento de inferencia que deriva de conclusiones a partir de un conjunto de reglas borrosas y hechos conocidos.

Las entradas y salidas pueden ser valores duros o borrosos. Cuando la salida es borrosa y se necesita el valor duro, se emplea un método de defuzificación que determina el valor que mejor representa un conjunto borroso.

Es importante resaltar una característica de los sistemas de información borrosa que lo distinguen de los SBR: el resultado de la inferencia se obtiene de aplicar numerosas reglas (usualmente todas las de la base) y conciliar las inferencias parciales de estas.

La forma en que se concilian o integran todas estas inferencias parciales para producir un valor se denomina procedimiento de agregación. El producto de la agregación es el que posiblemente sea necesario defuzificar.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

Cuando el resultado de la agregación es un conjunto borroso que es necesario defuzicar, se pueden emplear cinco métodos (2):

- Centroide del área.
- Bisector del área.
- Medio de máximos: es el promedio de los valores del universo de discurso donde se alcanza el máximo grado de membresía.
- Más pequeños de máximos: es el valor menor del universo de discurso con el cual se alcanza el máximo grado de membresía.
- Más grande de máximos: es el valor mayor del universo de discurso con el cual se alcanza el máximo grado de membresía.

### 2.9 Modos de interacción con el SIGB.

Existen tres formas básicas en las cuales un sistema puede desempeñar su labor (5):

1. **Aislado:** la interacción es con el usuario solamente.
2. **Integrado:** la interacción es con base de datos, u otros programas. El sistema intercambia datos con otros sistemas y con el usuario.
3. **Anidado:** el usuario no interactúa directamente con el sistema, ya que este está totalmente absorbido por un sistema computacional mayor (SIGB).

Teniendo en cuenta las restricciones de la solución integral para la gestión de los procesos bibliotecarios mencionadas en el epígrafe 2.1, de que cada nuevo proceso o servicio a desarrollar debe ser incluido en uno de los componentes, se concluye que el SBR interactúe con el SIGB de forma integrada.

Esto implica que para integrar el SBR como técnica seleccionada para su utilización, debe implementarse en forma de subsistema en el SIGB.

### 2.10 Integración del SBR en el SIGB

El Sistema integrado de gestión bibliotecaria está compuesto por módulos que permiten la automatización de los principales procesos y servicios en la biblioteca de la UCI.

El propósito del siguiente diagrama es mostrar las dependencias que tendría el SBR respecto a los demás componente del SIGB.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

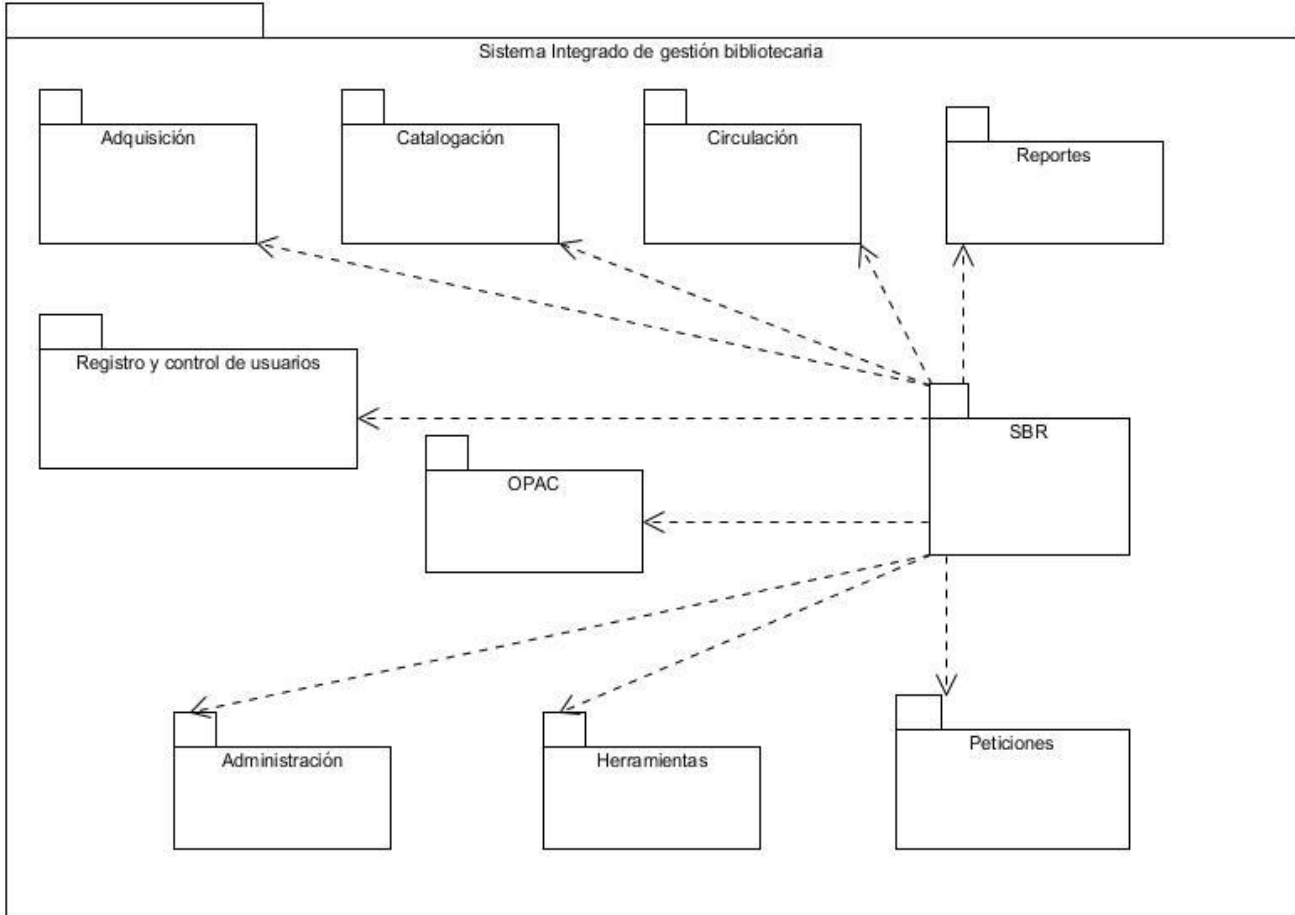
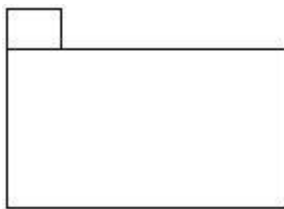
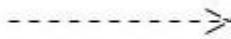


Figura 2 Diagrama de dependencias del SBR con los componentes del SIGB.



Módulo del SIGB



depende de

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

<b>Nombre del Módulo</b>	<b>Responsabilidad</b>
<b>Adquisición</b>	Permite el control de la adquisición de materiales bibliográficos. Da inicio al flujo de información en el sistema, siendo la primera etapa en la descripción de los materiales.
<b>Catalogación</b>	Maneja las funciones de catalogación de registros bibliográficos y de autoridades. Para ello utiliza el formato de descripción bibliográfica MARC 21.
<b>Circulación</b>	Permite realizar el control de los ejemplares de la biblioteca. Una vez que los materiales han sido descritos, pueden estar a disposición de los usuarios para préstamos. De igual forma permite la gestión de usuarios morosos y la devolución de ejemplares.
<b>Peticiones</b>	Permite realizar solicitudes de ejemplares para el traslado de los mismos desde el fondo de la Biblioteca hacia la sala de lectura. Es particularmente útil cuando el fondo bibliográfico está alejado de usuarios y bibliotecarios.
<b>Registro y control de usuarios</b>	Permite realizar la administración de los usuarios del sistema.
<b>Catálogo de acceso público en línea (OPAC)</b>	Brinda a los usuarios acceso a los servicios de la Biblioteca y almacenamiento de información personalizada. Es el acceso principal de los usuarios al sistema.
<b>Reportes</b>	Brinda informes o reportes de los procesos y servicios de la biblioteca para la toma de decisiones.

## Capítulo 2. Determinación de la técnica de la IA

---

<b>Herramientas</b>	Brinda un conjunto de funcionalidades para facilitar el trabajo con los datos del sistema, entre ellos la importación y exportación de datos.
<b>Administración</b>	Permite administrar las preferencias globales del sistema. Brinda la posibilidad de administrar todo el sistema con la configuración de variables por subsistema, las cuales pueden ser editadas fácilmente.

Tabla 5 Descripción de los módulos de la biblioteca UCI.

El diagrama representado en la Figura 2, muestra como el sistema basado en reglas tiene relaciones de dependencia con el resto de los módulos existentes en el SIGB. Estos módulos brindan interfaces al SBR para la obtención de la información de los procesos bibliotecarios que se encuentra en la base de datos. Esta información podrá ser procesada a través del motor de inferencia, que hace uso del conocimiento presente en la base, para así llegar a conclusiones útiles para la toma de decisiones. Una vez obtenidas las conclusiones sobre cómo resolver una situación o problema específico, podrán ser explicadas a través del módulo de explicación, que hace llegar la información a través de la interfaz de usuario.

### Conclusiones del capítulo

Las diferentes técnicas existentes de la inteligencia artificial modelan el proceso de toma de decisiones en diferentes ambientes y circunstancias, estas presentan características que hacen posible su diferenciación para poder comprender la mejor aplicación que estas brindan. Los SBR representan la técnica más adecuada para describir el proceso de toma de decisiones en la biblioteca de la UCI. De igual forma se puede confirmar que el uso de esta técnica no es suficiente para modelar la toma de decisiones, debe complementarse para así tratar de una forma más acertada la incertidumbre.

### Capítulo 3: Validación de la solución

#### 3.1 Introducción

La validación es el proceso que demuestra y da fuerza o firmeza a un objetivo determinado. En el presente capítulo se realiza la validación de la propuesta empleando el método Delphi pues este posibilita obtener información de forma independiente, evita las evaluaciones superficiales y se puede intercambiar información.

#### 3.2 Métodos de Expertos

Los métodos de expertos se basan en las opiniones de conocedores del problema que se quiere resolver, es decir, sobre el entorno en que la organización desarrolla su labor.

Los métodos expertos tienen las siguientes ventajas (30):

- La información disponible está siempre más contrastada que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema. Esta afirmación se basa en la idea de que varias cabezas son mejor que una.
- El número de factores que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por una sola persona. Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el tema debatido desde su área de conocimiento.

Sin embargo, estos métodos también presentan inconvenientes, como son (30):

- La desinformación que presenta el grupo como mínimo tan grande como la que presenta cada individuo aislado. Se supone que la falta de información de unos participantes es solventada con la que aportan otros, aunque no se puede asegurar que esto suceda.
- La presión social que el grupo ejerce sobre sus participantes puede provocar acuerdos con la mayoría, aunque la opinión de ésta sea errónea. Así, un experto puede renunciar a la defensa de su opinión ante la persistencia del grupo en rechazarla.
- El grupo hace de su supervivencia un fin. Esto provoca que se tienda a conseguir un acuerdo en lugar de producir una buena previsión.

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

- En estos grupos hay veces que el argumento que triunfa es el más citado, en lugar de ser el más válido.
- Estos grupos son vulnerables a la posición y personalidad de algunos de los individuos. Una persona con dotes de comunicador puede convencer al resto de individuos, aunque su opinión no sea la más acertada. Esta situación se puede dar también cuando uno de los expertos ocupa un alto cargo en la organización, ya que sus subordinados no le rebatirán sus argumentos con fuerza.
- Puede existir un sesgo común a todos los participantes en función de su procedencia o su cultura, lo que daría lugar a la no aparición en el debate de aspectos influyentes en la evolución. Este problema se suele evitar con una correcta elección de los participantes.

### 3.3 Método Delphi

El método Delphi es un método de expertos definido como “un proceso sistemático e iterativo encaminado a la obtención de las opiniones, y si es posible el consenso de un grupo de expertos”. El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes, este ha demostrado ser una herramienta muy popular en los sistemas de información de la investigación para identificar y priorizar los problemas de toma de decisiones administrativas. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

Este método presenta tres características fundamentales (30):

- Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate (excepto el investigador). Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
- Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
- Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

- El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.
- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.
- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

### 3.4 Aplicación del Método Delphi

En el método Delphi las estimaciones de los expertos se realizan en rondas anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía de los participantes. Procede por medio de la interrogación a expertos con la ayuda de cuestionarios sucesivos, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir consensos eventuales (31)[31].

La encuesta se lleva a cabo de manera anónima. La calidad de los resultados depende del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los expertos consultados. Por lo tanto, el método Delphi en su conjunto permitirá prever las transformaciones más importantes que puedan producirse en el fenómeno analizado en el transcurso de los próximos años (30).

La aplicación práctica del método Delphi se elabora en nuestro caso en cuatro etapas fundamentales:

- Formulación del problema.
- Elección de expertos.
- Elaboración de cuestionarios para la validación de la propuesta.
- Desarrollo práctico y explotación de los resultados.



## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

### 3.5 Formulación del problema

La formulación del problema es una etapa muy importante pues se debe definir de forma muy precisa el campo de investigación, por lo que los expertos deben tener todos la misma noción sobre este campo. Con el cuestionario se busca conocer la importancia que se le atribuye al estudio realizado, por eso es sumamente importante asegurarse de que el proceso de selección de expertos se realice específicamente sobre los conocedores del campo de investigación con un nivel medio o alto sobre el mismo. Para la elaboración del cuestionario deben tenerse en cuenta mecanismos que reduzcan los sesgos en las respuestas, preguntas claras, precisas e independientes. Estas suelen ser preguntas cuantitativas para calcular medias y rangos, y cualitativas, para la justificación de sus opiniones.

### 3.6 Elección de Expertos

Un experto es: “aquel individuo cuya situación y recursos personales le permitan contribuir positivamente a la consecución del fin que ha motivado la iniciación del trabajo Delphi”, y que pueda a su vez aportar una perspectiva relevante a la investigación (30).

Los expertos son aquellas personas que puedan realizar contribuciones válidas, pues estos poseen conocimientos basados en la práctica y la experiencia.

La selección de los expertos tiene como objetivo fundamental dar solución a dos factores problemáticos muy importantes: el tipo de experiencia requerida para formar parte del grupo y el tamaño de la muestra. Es muy importante en el proceso de selección de expertos que los participantes no tengan algún interés en particular de los resultados que se obtengan del Delphi, ellos deben ser imparciales con respecto a la información que se obtiene en el proceso. Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de los expertos fueron los siguientes:

- Graduado de Nivel Superior.
- Dos años de experiencia como mínimo.
- Conocimiento sobre las principales técnicas de la IA.
- Conocimiento sobre los SBC.
- Conocimiento sobre los DSS.

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

- Conocimiento de la toma de decisiones.
- Capacidad de análisis y pensamiento lógico.

Una vez conocidos los criterios o requisitos para la selección de los expertos, se realiza una encuesta de autoevaluación para medir la fuente y el grado de conocimiento de cada uno, con el objetivo de realizar una selección centralizada en los de mayor grado de conocimiento.

Para poner en práctica el método se seleccionaron diez expertos de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) a los cuáles se les presentó la propuesta de participación, de los cuáles ocho respondieron de forma afirmativa brindando su colaboración en la investigación y formando parte de la validación. Ver encuesta de autoevaluación para la selección de expertos en Anexo 4.

Para realizar la selección de los expertos que participarán en la validación de la investigación hay que tener en cuenta la valoración de sus competencias. Para ello se calcula el coeficiente de competencia (K) el cual está basado en los resultados que se originan de la encuesta de autoevaluación, con el objetivo de demostrar si el nivel de conocimiento que poseen los expertos y las fuentes de argumentación son las adecuadas, de forma tal que garantice la confiabilidad de los resultados.

El coeficiente de competencia se calcula mediante la fórmula siguiente:  $K = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$ , siendo  $K_c$  el coeficiente de conocimientos y  $K_a$  el coeficiente de argumentación. El coeficiente de conocimiento es la información que posee la persona acerca del problema (resultado de la primera pregunta de la encuesta), sus valores están en una escala del 0 al 10, que para poder ajustarla a la teoría de las probabilidades se multiplica por 0.1. Así se puede determinar que una evaluación de 0 indica que la persona no posee conocimiento alguno sobre la temática abordada, mientras que; una evaluación de 10 indica que la persona posee conocimiento pleno, es decir, que domina perfectamente el tema abordado.

Para calcular el coeficiente de argumentación se le asigna un calor a cada una de las posibles respuestas del encuestado. El coeficiente de argumentación de la persona se obtiene del resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de las respuestas que se obtienen en la respuesta a la pregunta 2. Ver Anexo 3 con los valores asignados por el método Delphi.

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

Al encuestado se le presenta la tabla anterior sin los valores y se le pide marcar con una cruz (X) las fuentes mediante las que ha obtenido su conocimiento de acuerdo con el grado A, M o B. Luego se calcula el valor de  $K_a$  utilizando los valores para cada casilla obtenidos en la encuesta que son asignados por el método Delphi.

Una vez obtenido el coeficiente de conocimiento  $K_c$  y el coeficiente de argumentación  $K_a$ , se puede calcular el coeficiente de competencia  $K$  mediante la fórmula anteriormente descrita. El resultado obtenido se debe interpretar a través de la siguiente escala brindada por el método Delphi (30):

Intervalos para determinar el nivel del coeficiente de competencia ( $K$ ):

- Si  $0.8 > K > 1.0$  el coeficiente de competencia es alto.
- Si  $0.5 > K > 0.8$  el coeficiente de competencia es medio.
- Si  $K < 0.5$  el coeficiente de competencia es bajo.

Los expertos seleccionados para formar el grupo de validación fueron aquellos que los resultados del coeficiente de competencia fueron alto y medio. Resultó un total de 8 expertos, el cual es el número mínimo de expertos que exige esta técnica. Los resultados del cálculo de los coeficientes de competencias de los ocho expertos consultados se muestran en el Anexo 1.

### **3.7 Elaboración del cuestionario para la validación de la propuesta**

Los cuestionarios se elaboran de manera que faciliten, en la medida que la investigación lo permita, la respuesta por parte de los consultados. Se formularán cuestiones relativas al grado de ocurrencia (probabilidad) y de importancia (prioridad), la fecha de realización de determinados eventos relacionadas con el objeto de estudio: necesidades de información del entorno, gestión de la información del entorno, evolución de los sistemas, evolución en los costes, transformaciones en tareas, necesidad de formación (30).

Una vez seleccionados los expertos, se procede con la elaboración del cuestionario de validación de la propuesta, por esto es necesario que se elabore un cuestionario de forma tal que se adapte a las condiciones de los expertos teniendo como objetivo principal la validación de los aspectos fundamentales que conforman la propuesta.

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

El cuestionario fue elaborado de forma tal que las respuestas fueran categorizadas en Muy adecuado (C1), Bastante adecuado (C2), Adecuado (C3), Poco adecuado (C4) y No adecuado (C5).

### 3.8 Establecimiento de la concordancia entre los expertos

Para darle mayor validez a la propuesta se calcula el Coeficiente de Concordancia de Kendall, este permite calcular el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas por los expertos.

Para calcular el Coeficiente de Concordancia de Kendall ( $W$ ) se aplica la fórmula siguiente:

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

Donde la suma de los cuadrados de las desviaciones medias ( $S$ ), se obtiene de la sumatoria de los rangos ( $S_j$ ) entre ( $N$ ), siendo  $N$  el total de aspectos a evaluar (los aspectos a evaluar son las preguntas del cuestionario),  $K$  es el número total de expertos. En el Anexo 9 se muestran los cálculos para determinar la concordancia entre los expertos.

$K$  es el numero de expertos que intervienen en el proceso de validación ( $K=8$ ).

$N$  es la cantidad de aspectos a validar ( $N=11$ ).

$S_j$  es la suma de los rangos asignados a cada pregunta por parte de los expertos,

La media de los rangos se determina a través de la fórmula:

$$\bar{S}_j = \frac{\sum_{j=1}^N S_j}{N}$$

Obteniendo el valor de:  $\bar{S}_j=351/11=31,91$ .

Resumiendo lo que se ha planteado hasta el momento y lo que a continuación se realizará, se plantean los pasos siguientes como una guía.

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

- La determinación de la suma de los valores numéricos asignados a cada aspecto que se evalúa, según el criterio emitido del experto ( $R_j$ ).
- La determinación del valor medio de las ( $R_j$ ), dado por la sumatoria de las ( $R_j$ ) entre ( $N$ ), siendo ( $N$ ) el total de aspectos a evaluar (número de preguntas del cuestionario).
- La determinación de la desviación media ( $S$ ), dada por la diferencia entre cada ( $R_j$ ) y el valor de la media.
- La determinación de la suma de los cuadrados de las desviaciones medias.
- La determinación del cuadrado del número total de expertos ( $K$ ).
- La determinación del cubo del número total de aspectos a evaluar ( $N$ ).
- La determinación de la diferencia entre el cubo de ( $N$ ) y ( $N$ ) y su multiplicación por el cuadrado de ( $K$ ).
- La determinación del estadígrafo.

La desviación media se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$\sum_{j=1}^N (S_j - \bar{S})^2$$

Teniéndose como resultado: 104,63.

Sustituyéndose los valores en la fórmula del coeficiente de Kendall se tiene que:

$$W = \frac{11 * 104,63}{8^2(11^3 - 11)}$$

$$W = 0.01351111$$

El coeficiente de Kendall ( $W$ ) brinda el valor que permite determinar el nivel de concordancia entre los expertos. Este valor ( $W$ ) siempre es positivo y debe oscilar entre 0 y 1, además permite calcular el Chi Cuadrado Real, el cual demuestra si existe o no concordancia entre los expertos y se calcula mediante la siguiente fórmula:

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

$$X^2 = K(N - 1)W$$

$$X^2 = 8 * 10 * 0.01351111$$

$$X^2 = 1.081$$

Después de haber determinado el valor de Chi Cuadrado se compara con el valor de las tablas estadísticas con una probabilidad de error de 10%. Si se cumple que el Chi Cuadrado real es menor que el Chi Cuadrado de la tabla entonces existe concordancia entre los expertos.

$$X^2_{Real} < X^2(\alpha, N - 1)$$

$$1.081 < 24.7250$$

Por lo que se puede concluir que existe concordancia entre los expertos.

### 3.9 Desarrollo práctico y explotación de los resultados

Para el desarrollo práctico de la investigación los expertos que conformaron el panel recibieron un resumen del trabajo realizado, así como la documentación para contestar los criterios encuestados, igualmente recibieron la encuesta con un total de 12 preguntas. Se realizó una sola ronda de encuesta y posteriormente se procedió con el análisis de los resultados.

Los resultados se muestran en la tabla del Anexo 5. Con los datos obtenidos se procede a la ejecución de los siguientes pasos para la obtención de los resultados esperados.

Primero: construcción de la tabla de frecuencias acumuladas. En esta el número de la fila, se obtiene sumando cada valor con el anterior. Ver Anexo 6.

Segundo: se copia la tabla anterior y se borran los datos numéricos que esta posee. En la tabla nueva, se construye la tabla de frecuencias relativas acumuladas. Los valores de esta tabla se obtienen dividiendo los valores numéricos de la tabla anterior entre el número total de expertos, en este caso 8. Ver Anexo 7.

Tercero: finalmente, se buscan las imágenes de los elementos de la tabla anterior por medio de la función (Distribución Normal. Standard Inv.). Estas imágenes se representan en la misma tabla anterior, sólo que se le adicionan 3 columnas y una fila para representar los siguientes resultados:

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

- Suma de las columnas: esta nueva fila recoge en cada una de sus celdas la suma de todos los valores de la columna correspondiente.
- Suma de las filas: esta nueva fila recoge en cada una de sus celdas la suma de todos los valores de la fila correspondiente.
- Promedio de las columnas.
- Promedio de las filas.

Para hallar el promedio general (N), se divide la suma de las sumas de las filas (la cual tiene que ser igual a la suma de las sumas de las columnas) entre el resultado de multiplicar el número de aspectos que se están evaluando por el número de preguntas.

El valor N-P da el valor promedio que otorgan los expertos a cada elemento propuesto. En este caso  $N=0.88$  y  $P=\text{promedio}$ . Con los resultados obtenidos hasta ahora ya se pueden calcular los puntos de corte, los cuales se van a colocar en la tabla como una fila nueva que va a recoger en cada una de las celdas el promedio de los valores de la aplicación de la función de Distribución Normal de la columna correspondiente. Los puntos de corte se calculan dividiendo la suma de las columnas entre la cantidad de preguntas realizadas.

La suma obtenida de las 4 primeras columnas da los puntos de corte ver Anexo 8. Estos puntos de corte se utilizan para determinar el grado de adecuación o categoría de cada aspecto encuestado según los expertos. El grado de adecuación se muestra en la tabla siguiente:

Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	No Adecuado
0,34	0,73	0,93	1	

**Tabla 6 Grados de adecuación.**

Si el valor de adecuación del elemento a evaluar es:

- Menor o igual que 0,34 el nivel de adecuación es Muy Adecuado.
- Mayor que 0,35 y menor o igual que 0,73 el nivel de adecuación es Bastante Adecuado.
- Mayor que 0,74 y menor o igual que 0,93 el nivel de adecuación es Adecuado.
- Entre 0,94 y 1 el nivel de adecuación es Poco Adecuado.

## Capítulo 3. Validación de la solución propuesta

---

- Mayor que 1 el nivel de adecuación es No Adecuado.

Las encuestas realizadas a los siete expertos arrojaron resultados satisfactorios una vez aplicado el método Delphi, donde:

- Todas las preguntas fueron valoradas de Muy Adecuada por los expertos.
- La totalidad de los expertos coinciden en la utilidad que tiene la puesta en práctica de la investigación realizada en el SIGB.

### **Conclusiones del capítulo**

Con la utilización del método de expertos Delphi se validó la investigación demostrando el cumplimiento de los objetivos propuestos, acción ratificada mediante la valoración de los expertos de la investigación. Quedando demostrado a través de los análisis estadísticos realizados obtenidos en la encuesta, en los que los expertos definieron muy adecuado todos los elementos mostrados. Por tal razón fue suficiente realizar una iteración del método, debido a que todos los expertos tuvieron consenso en la evaluación de la investigación realizada.



# Conclusiones

---

## Conclusiones generales

Como resultado de la presente investigación, se han podido identificar varios conceptos asociados al proceso de toma de decisiones, existiendo gran variedad de aplicaciones informáticas para apoyar a los decisores, sin embargo con muy pocas posibilidades de ser aplicadas en el ámbito bibliotecario.

La inteligencia artificial, brinda técnicas que permiten el desarrollo de sistemas de apoyo a la toma de decisiones más potentes y adaptables. Las técnicas deben ser analizadas teniendo en cuenta el entorno en que se desean aplicar y las mismas, en la mayoría de los casos deben ser complementadas con otras para realizar un mejor tratamiento de la incertidumbre.

La elección de un SBR se considera acertada, ya que luego del análisis realizado presenta ventajas considerables respecto a las demás opciones. La aplicación futura de esta técnica es factible y realizable a pesar de su complejidad, se ha descrito correctamente cómo la misma puede ser integrada satisfactoriamente en el SIGB.

Queda fundamentado el uso de un SBR como forma adecuada de lograr que el SIGB facilite el proceso de toma de decisiones de forma automatizada, dándole al mismo mayor autonomía a la hora de brindar información relevante a los decisores.

La investigación fue correctamente validada por un grupo de expertos en el tema, los cuales estuvieron de acuerdo en la validez del trabajo y en su utilidad práctica.

La aplicación de este tipo de técnicas de la inteligencia artificial, es cada vez más necesaria en los sistemas de gestión de las bibliotecas, teniendo en cuenta el aumento considerable de la información y las operaciones diarias que surgen como consecuencia del uso de los servicios bibliotecarios.

## Recomendaciones

Es recomendable que el presente trabajo tenga en cuenta los siguientes elementos para darle continuidad y mejorar las ideas expuestas:

- Desarrollar como parte del SIGB, un módulo de apoyo a la toma de decisiones.
- Continuar con el proceso de adquisición del conocimiento en la biblioteca de la UCI, para añadir hechos y reglas a la base de conocimiento.
- Analizar las tendencias de los SBR, para tenerlas en cuenta en futuras actualizaciones.
- Representar la base de conocimiento utilizando como lenguaje Prolog.

## Bibliografía referenciada

1. Pérez, T.S. Modelo Conceptual para la automatización de bibliotecas en el contexto digital.
2. Rafael Bello Pérez, J.J.G.O., ed. Tomando Decisiones Basadas en el Conocimiento. Colombia.
3. Higuera, D.J.A.G. El proceso de toma de decisiones y de resolución de problemas.
4. Power, D. (2011) Procesos cognitivos en la toma de decisiones.
5. Rafael Esteban Bello, Z.Z.G., ed. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial. 2002: Mexico.
6. Kevin Warwick, A.E., Artificial Intelligence Techniques in Power Systems.
7. Power, D. Automatización de la toma de decisiones.
8. Johan Amador Ledesma, R.M.L., Modelo de Referencia para la ayuda a la toma de decisiones. 2008: La Habana.
9. Power, D.J., Decision support systems: concepts and resources for managers. 2002.
10. Power, D. Types of Decision Support Systems (DSS). [cited 2012 28 de Mayo]; Available from: <http://www.gdrc.org/decision/dss-types.html>.
11. FAQ, T.c.g. Communications-Driven DSS. Available from: <http://www.dssresources.com/dsstypes/cdss.html>.
12. Martínez Prieto, D., Olalla Piñeiro García, Sergio Rodríguez Pérez, Yobana, Sistemas de apoyo a la toma de decisiones.
13. CORP, P. Panduit. Available from: <http://panduit.com/index.htm>.
14. Choice, E. Expert Choice for Collaborative decision Making. Available from: <http://expertchoice.com/how-our-software-helps>.
15. Inc, S.I. SAS The Power to Know. Available from: <http://www.sas.com>.
16. Inc, M. MindDecider Territory of Cleanness. [cited 2012 Marzo]; Available from: <http://www.minddecider.com>.
17. Corporation, S. V.I.S.A Web based Multi-Criteria Decision Making Software. [cited 2012 Mayo]; Available from: <http://www.visadecisions.com>.
18. S.A, M.I. MicroStrategy. Available from: <http://www.microstrategy.es/decision-support-system>.

19. Castillo, J.M.L.D., Sistema Basado en Conocimientos para apoyar la toma de decisiones de la Subdirección de Investigación y Postgrado del CDAE. 2010: La Habana.
20. Fleitas, L.L.H., Sistema de apoyo a la toma de decisiones en la seleccion de trayectorias optimas para el recorrido de automoviles y personal. 2009: La Habana.
21. Cano, O.S., Sistema de informacion para la toma de decisiones del cierre de operaciones postales y telegraficas. 2010: La Habana.
22. Valido, J.J., Desarrollo de una herramienta que permita facilitar la toma de decisiones en el Proceso de Gestion de Cambios. 2009: La Habana.
23. Lio, D.D.G., Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento. 1998, Villa Clara
24. Jorge Puente Peinador, S.L.G., ed. Ingeniería del Conocimiento. 2002: Oviedo.
25. J.F.Sigut, J.D.P., R.L.Marichal, L.Moreno, ed. INTEGRACIÓN DE TÉCNICAS DE ANÁLISIS Y CLASIFICACIÓN MEDIANTE UN SISTEMA BASADO EN EL CONOCIMIENTO PARA PROBLEMAS DE DIAGNÓSTICO. Tenerife.
26. Emilio Viviancos, L.H., Vicente Botti, Construcción y análisis temporal de sistemas basados en reglas para entornos de tiempo real, Valencia.
27. Kock, E.D., Knowledge Based Decision Support Systems. 2003, Pretoria
28. Césari, M., Sistemas Expertos.
29. Kamalasadán, S. (2009).
30. Landeta, J., El método Delphi, una técnica de previsión del futuro. 1999, Barcelona.
31. U, M.L.R. El método Delphi o de panel de expertos.

## **Bibliografía consultada**

**Rafael Bello, Rafael Falcón, Witold Pedrycz.** Granular Computing At the Junction of Rough Sets and Fuzzy Sets.

**Patrick Henry Winston.** Inteligencia Artificial.

**Laura Rodríguez García, Nataly Armas González.** Módulo de Toma de Decisiones para la STK.

**Roberto Ley Borrás.** Análisis de Incertidumbre y Riesgo para la Toma de Decisiones.

**Kathrin Rodríguez LLanes.** Sistema inteligente de soporte a la toma de decisiones.

**Denisse Díaz González.** Aplicación de las redes neuronales artificiales y mapas de influencia en la toma de decisiones para videojuegos de estrategia. Disponible en [http://repositorio\\_institucional.uci.cu/jspui/handle/ident/TD\\_03785\\_10](http://repositorio_institucional.uci.cu/jspui/handle/ident/TD_03785_10).

**Abdulaziz Alshareef.** An Application of Artificial Intelligent Optimization Techniques to Dynamic Unit Commitment for the Western Area of Saudi Arabia. Disponible en <http://csdl.computer.org/dl/proceedings/cicsyn/2011/4482/00/4482a017.pdf>.

**Arash Ghanbari, Esmaeil Hadavandi, Salman Abbasian-Naghneh.** Comparison of Artificial Intelligence Based Techniques for Short Term Load Forecasting. Disponible en <http://csdl.computer.org/dl/proceedings/bife/2010/4116/00/4116a006.pdf>.

**A. K. Ray, M. S. S. N. Murty.** Artificial intelligence techniques applied to maintenance management.

# Anexos

## Anexos

### Anexo 1

Expertos	KC	KA	$K = \frac{1}{2} (Kc + Ka)$
E1	0.9	0.9	0.9
E2	0.8	0.8	0.8
E3	0.7	0.85	0.775
E4	0.6	0.8	0.7
E5	0.7	0.9	0.8
E6	0.6	0.85	0.725
E7	0.7	0.7	0.7
E8	0.9	0.9	0.9

Tabla 7 Coeficiente de competencia.

### Anexo 2

Expertos	Nombre y apellidos	Contacto	Años de experiencia
E1	Luis J Guzmán Hernández		10
E2	Anie Bermúdez Peña		3
E3	Yordanis Cabreja		5
E4	Miguel Jaeger Rodríguez		5
E5	Yoandy Pérez Villazón		4
E6	Maikel Navarro Díaz		4
E7	Marlon Jorge Remedios		4
E8	Julio Villaverde		8

Tabla 8 Expertos Seleccionados.

### Anexo 3

## Anexos

No.	Fuentes de argumentación.	Grado de influencia.		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis realizado por Ud.	0.3	0.2	0.1
2	Experiencia.	0.5	0.4	0.2
3	Trabajo de autores nacionales.	0.05	0.05	0.05
4	Trabajo de autores extranjeros.	0.05	0.05	0.05
5	Su propio conocimiento del tema.	0.05	0.05	0.05
6	Su intuición.	0.05	0.05	0.05
7	Totales.	1.0	0.8	0.5

Tabla 9 Tabla patrón para el cálculo del coeficiente de argumentación (Ka) del conocimiento de los expertos [30].

### Anexo 4

#### Encuesta de autoevaluación para selección de expertos:

Estimado profesor(a): Como parte fundamental de la investigación que se realiza, es necesario, para la validación de la misma, la participación de un conjunto de expertos entre los cuales se encuentra usted. Para esto se requiere conocer el grado de dominio que posee sobre sistemas basados en el conocimiento para la toma de decisiones. Para ello se le pide responder lo que a continuación se presenta.

Nombre y apellidos:	
Centro de trabajo:	
Labor que realiza:	
Años de experiencia:	
Especialidad:	
Grado científico:	

## Anexos

---

1- Marque con una X el grado de conocimiento que usted posee sobre el tema que se investiga:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2- Marque con una X las fuentes que le han servido para argumentar el conocimiento que usted tiene de la temática presente:

No.	Fuentes de argumentación.	Grado de influencia.		
		Alto	Medio	Bajo
1	Análisis realizado por Ud.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Experiencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Trabajo de autores nacionales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Trabajo de autores extranjeros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Su propio conocimiento del tema.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Su intuición.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Totales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Anexos

---

### Anexo 5

	C1	C2	C3	C4	C5
P1	4	3	0	1	0
P2	4	2	1	1	0
P3	4	2	1	1	0
P4	3	4	0	1	0
P5	3	4	0	1	0
P6	2	4	0	2	0
P7	2	5	0	1	0
P8	3	1	3	1	0
P9	3	4	0	1	0
P10	1	4	2	1	0
P11	1	5	1	1	0
Suma	31	38	8	12	0

**Tabla 10** Tabla con frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta.

## Anexos

---

### Anexo 6

	C1	C2	C3	C4	C5
P1	4	7	7	8	8
P2	4	6	7	8	8
P3	4	5	6	8	8
P4	3	6	6	8	8
P5	3	7	7	8	8
P6	2	6	7	8	8
P7	2	7	7	8	8
P8	3	2	5	8	8
P9	3	7	7	8	8
P10	1	5	7	8	8
P11	1	6	7	8	8

Tabla 11 Tabla de frecuencias acumuladas.

## Anexos

---

### Anexo 7

	C1	C2	C3	C4	C5
P1	0.5	0.88	0.88	1	1
P2	0.5	0.75	0.88	1	1
P3	0.5	0.63	0.75	1	1
P4	0.37	0.75	0.75	1	1
P5	0.37	0.88	0.88	1	1
P6	0.25	0.75	0.88	1	1
P7	0.25	0.88	0.88	1	1
P8	0.37	0.25	0.63	1	1
P9	0.37	0.88	0.88	1	1
P10	0.13	0.63	0.88	1	1
P11	0.13	0.75	0.88	1	1

Tabla 12 Tabla de frecuencias relativas acumuladas.

## Anexos

### Anexo 8

N=0.76									
	C1	C2	C3	C4	C5	Suma	Promedio	N-P	Nivel de adecuación
P1	0.5	0.88	0.88	1	1	4,26	0,85	-0,09	Muy Adecuado
P2	0.5	0.75	0.88	1	1	4,13	0,83	-0,07	Muy Adecuado
P3	0.5	0.63	0.75	1	1	3,88	0,78	-0,02	Muy Adecuado
P4	0.37	0.75	0.75	1	1	3,87	0,77	-0,01	Muy Adecuado
P5	0.37	0.88	0.88	1	1	4,13	0,83	-0,07	Muy Adecuado
P6	0.25	0.75	0.88	1	1	3,88	0,78	-0,02	Muy Adecuado
P7	0.25	0.88	0.88	1	1	4,01	0,80	-0,04	Muy Adecuado
P8	0.37	0.25	0.63	1	1	3,25	0,65	0,11	Muy Adecuado
P9	0.37	0.88	0.88	1	1	4,13	0,83	-0,07	Muy Adecuado
P10	0.13	0.63	0.88	1	1	3,64	0,73	0,03	Muy Adecuado
P11	0.13	0.75	0.88	1	1	3,76	0,75	0,01	Muy Adecuado
Suma	3,74	8,03	9,17	11	11	42,94			
Puntos de Corte	0,34	0,73	0,93	1					

**Tabla 13** Tabla de puntos de corte.

## Anexos

---

### Anexo 9

	(E1)	(E2)	(E3)	(E4)	(E5)	(E6)	(E7)	(E8)	(Sj)
<b>P1</b>	5	5	5	5	5	4	4	5	38
<b>P2</b>	5	5	3	4	3	5	4	4	33
<b>P3</b>	5	5	4	4	4	3	4	4	33
<b>P4</b>	5	4	4	4	4	4	5	3	33
<b>P5</b>	5	5	4	5	3	4	5	4	35
<b>P6</b>	4	4	3	5	3	5	5	5	34
<b>P7</b>	5	4	5	4	4	3	4	4	33
<b>P8</b>	5	4	5	4	4	5	4	4	35
<b>P9</b>	5	5	3	5	3	2	3	3	29
<b>P10</b>	4	4	5	4	3	4	4	4	32
<b>P11</b>	4	5	4	5	4	3	5	4	34

Tabla 14 Concordancia de los expertos.

### Anexo 10

Compañero (a):

La presente encuesta forma parte de la aplicación del Método de Expertos. Con este fin se solicita su valiosa colaboración para evaluar si la propuesta de solución es la correcta, para lograr este objetivo se propone un conjunto de preguntas que permite medir la efectividad de la investigación. De antemano se le asegura que nadie podrá saber quién es el encuestado. En una escala del 1 al 5 responda.

1- ¿Considera que las técnicas de la inteligencia artificial estudiadas son adecuadas para implementar sistemas inteligentes de apoyo a la toma de decisiones?

\_\_\_\_\_

2- ¿Cómo evalúa en el trabajo presentado la determinación de la técnica de la Inteligencia artificial?

\_\_\_\_\_

3- ¿Qué importancia le atribuye al estudio realizado para la automatización de los procesos y servicios en la biblioteca?

\_\_\_\_\_

## Anexos

---

4- ¿Cómo evalúa las definiciones que se brindaron de las técnicas estudiadas?

\_\_\_\_\_

5- ¿Qué importancia le concede a la incorporación de un módulo para la toma de decisiones en el sistema de gestión de la biblioteca?

\_\_\_\_\_

6- ¿Cómo evalúa usted el modo de integración de la técnica seleccionada con el SIGB para implementar la toma de decisiones?

\_\_\_\_\_

7- ¿Considera usted de forma general que la técnica seleccionada sea la correcta para implementar la toma de decisiones de forma inteligente en la biblioteca de la UCI?

\_\_\_\_\_

8- ¿Qué interés científico usted considera que tiene la investigación realizada?

\_\_\_\_\_

9- ¿Cómo valora usted el carácter novedoso en el trabajo realizado?

\_\_\_\_\_

10- ¿Cómo valora usted el carácter novedoso en el trabajo realizado?

\_\_\_\_\_

11- ¿Incluiría usted otra técnica para mejorar el sistema de la biblioteca?

\_\_ Si. ¿Cuál?

\_\_ No.