



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA
SEDE MEDELLÍN

Modelo para la extracción de conocimiento de un experto humano en un sistema basado en conocimientos usando razonamiento basado en casos

DIANA MARÍA MONTOYA QUINTERO

dmmonto0@unal.edu.co

Director

JOVANI ALBERTO JIMÉNEZ BUILES Ph. D.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MINAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y DE LA DECISIÓN
DOCTORADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
MEDELLÍN
2015

**MODELO PARA LA EXTRACCIÓN DE CONOCIMIENTO DE UN EXPERTO
HUMANO EN UN SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTOS USANDO
RAZONAMIENTO BASADO EN CASOS**

DIANA MARÍA MONTOYA QUINTERO

Tesis para optar al título de Doctor en Ingeniería de Sistemas e Informática

Director: Jovani Alberto Jiménez Builes, Ph. D.
Doctor en Ingeniería - Sistemas

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE MINAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y DE LA DECISIÓN
DOCTORADO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
MEDELLÍN
2015**

Nota de Aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 14 de noviembre de 2015

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a:

Esta tesis doctoral, si bien ha requerido de esfuerzo y mucha dedicación por parte de la autora y su director de tesis, no hubiese sido posible sin el apoyo académico de la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, con todos sus servicios, y la finalización desinteresada de todas y cada una de las personas que a continuación citaré y muchas de las cuales han sido un soporte muy fuerte en el transcurso de su desarrollo. Primero doy gracias a Dios, por estar presente en cada momento de mi vida, y abrir camino en cada paso que doy en mi existencia, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente para cumplir con mis objetivos. Agradecer hoy y siempre a mi familia porque a pesar de no estar presentes físicamente en mí hacer, velan por mi bienestar desde los diferentes lugares y espacios, a mis padres Ana Sofía y Roberto Antonio, desde el universo y en su esencia siempre han estado conmigo. Mis más sincero agradecimiento al Director de tesis doctoral, Doctor Jovani Alberto Jiménez Builes, docente titulado de la Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ciencias de la Computación y la Decisión, Facultad de Minas a quien debo gran parte de la realización del doctorado, quien incondicionalmente ha venido apoyando mi proceso. Así también a todo el personal de esta Universidad, tanto al departamento como a la facultad en general, a la secretaría, dirección, recepción, posgrado, administración, biblioteca, ya que dentro de los ámbitos que a cada uno le competen han colaborado con su prestación de servicio.

A todos los amigos y compañeros que en algún momento han tenido la paciencia dada por los efectos de escribir una tesis, por su apoyo y escucha en los momentos de estrés.

¡Gracias!

Resumen

Los Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC) son una técnica de la inteligencia artificial. Su arquitectura se compone de varios módulos, los más citados en la literatura son: interfaz de usuario, generador de explicaciones, motor de inferencia, base de hechos, y base de conocimiento. En el proceso de desarrollo de un SBC, intervienen varios actores, a saber: usuario, ingeniero de conocimiento y experto humano. El éxito de estos sistemas se fundamenta en gran parte en el módulo de adquisición de conocimiento, equivalente a la extracción del conocimiento del experto, donde interviene el Ingeniero de Conocimiento (IC) y el Experto Humano (EH).

El IC debe realizar un proceso de adquisición del conocimiento, que implica varias técnicas, además de comprender y aprender los elementos básicos del problema o dominio a resolver, igualmente debe encontrar una forma de representación que interprete el conocimiento del experto, proceso de difícil comprensión en el caso de que este quiera explicar su conocimiento. Lo anterior conlleva a que en ocasiones no se logre un diseño adecuado, debido a errores en los requisitos iniciales obligando al Ingeniero de Conocimiento a realizar ajustes o cambios del diseño.

Para superar esta dificultad, esta tesis de doctorado presenta el desarrollo de un modelo, que sirve como punto de referencia para la abstracción del conocimiento en los seres humanos (quienes tienen un saber, y unas competencias propias de cada uno). El modelo aplica elementos de Razonamiento Basado en Casos (RBC), de tal forma que en la búsqueda de encontrar casos recopilados o referenciados que tengan relación con el dominio del problema, sirvan como insumo en el momento de concretar la etapa de adquisición de conocimiento. El modelo solo se orienta en los elementos de fondo de la primera etapa de esta técnica: El razonamiento y los casos que se pueden presentar en la experiencia de un ser humano competente en un área concreta.

El modelo fue configurado de tal forma que permitió crear contextos que validaron la parte de análisis, diseño e implementación de un SBC. Fue validado por la población muestra como exitoso, y esta en gestión para ser utilizado por organizaciones que manifiesta su interés en el proceso de transferencia tecnológica.

Palabras clave: Sistemas Basados en Conocimientos, Razonamiento Basado en Casos, Ingeniería del Conocimiento, Adquisición de conocimiento, Experiencia, Inteligencia Artificial.

Abstract

The knowledge-based systems (KBS) are active part of artificial intelligence. The architecture of a KBS is composed by modules, user interface, explanation generator, inference engine, working memory, and knowledge base, just among the most cited. In the development of a KBS interact many actors like the user, knowledge engineer, and human expert. The success of a KBS is mainly based on the knowledge acquisition system which is equivalent to the knowledge extraction from the expert, where both the human expert and the knowledge engineer intervene.

The engineer should perform a knowledge acquisition process implying the use of many techniques besides of the comprehension and learning of basic elements from the problem or domain to be solved. Likewise, the engineer must find the way to interpret the knowledge from the expert which is the hardest part in a KBS.

In order to overcome this fact, the development of a model is proposed. It will help as a starting point or reference to the knowledge abstraction in human beings (for those people having a special knowledge to be perpetuated). The model will apply elements of Case-Based Reasoning (CBR) so that solutions of related problems can be added to the knowledge acquisition system to improve the expert knowledge.

The model was designed that creates contexts that validated the part of analysis, design and implementation of KBS. It was validated by the population shows as successful, and there is a management process to be used by organizations that expressed interest in the technology transfer process.

Keywords: Knowledge-Based Systems, Case-Reasoning, Knowledge Engineering, Knowledge Acquisition, Expertise, Artificial Intelligence.

Tabla de Contenido

Capítulo 1.....	1
Introducción	1
1.1 Motivación	1
1.2 Desafío	2
1.3 Proyecto de tesis	4
1.3.1 Problema	4
1.3.2 Pregunta de investigación	6
1.3.3 Objetivos	7
1.3.4 Metodología de Trabajo	8
1.4 Contribución.....	10
1.5 Organización del Documento.....	10
Capítulo 2.....	12
Extracción de conocimiento de un experto humano: marco teórico y estado del arte	12
2.1.1 El conocimiento	12
2.1.2 Extracción y taxonomía del conocimiento	15
2.1.3 Conceptualización cognoscitiva.....	16
2.2 Caracterización de las técnicas, modelos y métodos que se acercan al proceso de adquisición de conocimiento	20
2.2.1 Ontología.....	20
2.2.2 La estadística bayesiana	20
2.2.3 Las redes semánticas	21
2.2.4 Herramientas para representar el conocimiento	21
2.2.5 Técnicas, modelos y métodos que se acercan al proceso de adquisición de conocimiento ..	22
2.3 Análisis de la arquitectura de un SBC.....	26
2.3.1 Sistemas basados en conocimiento	26
2.3.2 Ingeniería del conocimiento	28
2.3.3 Componentes de la arquitectura de un SBC.....	30
2. 2.4 Metodologías para el desarrollo de un SBC.....	31
2.4.1 Tipos de conocimiento para el desarrollo de software.....	34
2.4.1.1 Representación del conocimiento procedimental.....	34
2.4.1.2 Representación del conocimiento declarativo.....	35
2.5 Proyectos de ingeniería y gestión del conocimiento transferidos a un sistema computacional	38
2.6 Resultados obtenidos para la caracterización de elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano	46
2.7 Conclusiones del capítulo	47
Capítulo 3.....	48
Razonamiento basado en casos para la extracción de conocimiento.....	48
3.1 Proceso y seguimiento del RBC para la extracción de conocimiento.....	48

3.2 Determinación de componentes a través de elementos identificados	50
3.3 Estructura de SBC y RBC.....	51
3.3.1 Arquitectura SBC.....	52
3.3.2 Arquitectura RBC.....	55
3.3 Resultados obtenidos del capítulo.....	58
Capítulo 4.....	60
Componentes de extracción de conocimiento usando RBC	60
4.1 Especificación y abstracción del modelo	60
4.1.2 Inferencias	61
4.1.3 Explicación.....	63
4.1.4 Casos	64
4.1.5 Validación de conocimiento (justificación)	65
4.2 Diseño de instrumentos simbólicos y formales.....	66
4.2.1 Instrumento	67
4.2.2 Resultados del instrumento	69
4.3 Determinación de relaciones estructurales y semántica entre los componentes y los elementos para el diseño	72
4.4 Resultados obtenidos del capítulo.....	74
4.5 Conclusiones del Capítulo	78
Capítulo 5.....	79
Representación del modelo de extracción de conocimiento usando RBC.....	79
5.1 Resultados obtenidos de la integración de las características de la IC y el RBC en el diseño del modelo de acuerdo al conocimiento del experto	79
5.1.1 Representación del conocimiento procedimental.....	80
5.1.2 Representación del conocimiento declarativo.....	82
5.1.3 Representación del conocimiento cognitivo	83
5.1.4 Zona Representación de la transformación del conocimiento al procesamiento	85
5.2 Diseño del modelo que cumple con las características propias de la técnica de razonamiento basado en casos.....	87
5.2.1 Contextos que integran las zonas del modelo	89
5.3 Conclusiones del capítulo	94
Capítulo 6.....	96
Validación del modelo usando análisis de casos.....	96
6.1 Identificación de expertos humanos en el caso de estudio.....	97
6.2 Aplicación del modelo a los expertos (Contexto General al caso de estudio)	98
6.3 Aplicación caso de estudio en el Contexto de zona verde	100
6.4 Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Morada.....	101
6.5 Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Café.....	103
6.6 Aplicación del caso de estudio para la generación del contexto Zona Amarilla.....	106

6.7	Análisis de resultados obtenidos con los expertos	114
6.8	Refinamiento del modelo	115
6.9	Conclusiones del capítulo	120
	Capítulo 7.....	122
	Evaluación	122
7.1	Respuestas a las preguntas de investigación	122
7.2	Contribuciones de la Tesis	126
7.3	Artículos Publicados	127
	7.3.2 Artículos en Revistas Nacionales	128
	7.3.3 Trabajos Completos en Eventos Internacionales	129
	7.3.5 Trabajos Completos en Eventos Nacionales	129
	7.3.6 Libro.....	130
7.4	Conclusiones del Capítulo	130
	Capítulo 8.....	131
	Conclusiones y Trabajo Futuro	131
8.1	Conclusiones	131
8.2	Trabajo Futuro	132
	8.2.1 Metodología para la extracción del conocimiento humano.....	133
	8.2.2 Herramienta automática para la extracción de conocimiento humano.....	133
	8.2.3 Gestión del conocimiento y transferencia tecnológica.....	133
	8.2.4 Modelo y Metodología de extracción de conocimiento	133
	9. Referencias Bibliográficas.....	135
	Anexo 1. Antecedentes del modelo de extracción de conocimiento para el desarrollo de un SBC usando CBR.....	147
	Anexo 2. Modelos de la metodología CommonKads	150
	11. Apéndice.....	151
	Anexo 3. Certificados ponencias resultados de divulgación.....	154

Lista de tablas

Tabla 1. Elementos seleccionados para la caracterización de elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano.....	59
Tabla 2. Representación gráfica de cada elemento.....	88
Tabla 3. Contexto general para extraer conocimiento.....	103
Tabla 4. Generación del contexto Zona verde.....	104
Tabla 5. Generación del contexto Zona Morada.....	105
Tabla 6. Generación del contexto Zona Marrón.....	106
Tabla 7. Generación del contexto Zona Amarilla.....	96
Tabla 8. Aplicación del Contexto General al caso de estudio.....	101
Tabla 9. Aplicación caso de estudio en el Contexto de zona verde.....	102
Tabla 10. Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Morada.....	103
Tabla 11. Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Marrón.....	106
Tabla 12. Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Amarilla.....	109
Tabla 13. Informes de resultados de hallazgos de diferentes auditores (40) frente a una misma auditoria, elaborada tradicionalmente (manual).....	120

Lista de figuras

Figura 1. Taxonomía del conocimiento.....	18
Figura 2. Arquitectura de un SBC.....	27
Figura 3. Resumen cuello de botella en la extracción de conocimiento.....	29
Figura 4. Resumen de las diferentes metodologías existentes que representan el conocimiento de un humano para la construcción de un SBC.....	33
Figura 5. Modelo integrador de la gestión y la ingeniería del conocimiento.....	43
Figura 6. Modelo de procesos del conocimiento.....	45
Figura 7. Actividades del razonamiento basado en casos (Althoff 2001; Manjares 2001).....	49
Figura 8. Arquitectura de un SBC y Arquitectura de un sistema de RBC.....	52
Figura 9. Formula de la lógica proporcional.....	62
Figura 10. Formula modo que afirmando afirma.....	62
Figura 11. Formula Modus Tollentis.....	62
Figura 12. Formula lógica transitividad de la implicación.....	63
Figura 13. Formula lógica formal.....	63
Figura 14. Formula conjunción.....	63
Figura 15. Componentes de interés en el conocimiento y razonamiento de un individuo para integrar RBC Y SBC.....	66
Figura 16. Gráfico de profesionales que consideran elementos del conocimiento.....	70
Figura 17. Elementos adicionados al listado.....	71
Figura 18. Resultados obtenidos para la selección de elementos.....	71
Figura 19. Modelo de simulación elemento seleccionados.....	73
Figura 20. Elementos zona conocimiento procedimental.....	81
Figura 21. Elementos zona conocimiento declarativo.....	83
Figura 22. Elementos zona conocimiento cognitivo.....	85
Figura 23. Elementos zona transformación del conocimiento al procesamiento.....	86
Figura 24. Modelo de extracción para sistemas basados en el conocimiento.....	87
Figura 25. Consolidado de criterios de juicio de s auditores.....	103
Figura 26. Tipos de evidencia y pesos asignados.....	104
Figura 27. Consolidado de criterios de juicio de varios auditores.....	105
Figura 28. Diagrama de flujo de datos para el diseño del sistema.....	107
Figura 29. Diagrama de actores y funciones a cumplir con la interacción del sistema.....	108
Figura 30. Matriz de conformidades y no conformidades.....	110
Figura 31. Diseño para la interacción del auditor en formación con la máquina.....	111
Figura 32. Diseño de selección e interacción de opciones.....	112
Figura 33. Generación de resultados.....	113
Figura 34. Generación de estadísticas.....	113
Figura 35. Generación de Informes.....	114
Figura 36. Panel para validar y refinar el modelo.....	116
Figura 37. Resultados obtenidos con una muestra de 40 auditores para refinar el modelo.....	119
Figura 38. Modelos existentes en la gestión del conocimiento.....	149
Figura 39. Modelos propuestos por la metodología.....	150

Apéndice

Anexo 1. Antecedentes del modelo de extracción de conocimiento para el desarrollo de un SBC usando CBR.....	166
Anexo 2. Modelos de la metodología CommonKads.....	169
Anexo 3. Certificados ponencias resultados de divulgación.....	173

Capítulo 1

Introducción

1.1 Motivación

En este capítulo se proporciona una visión general de la tesis, mostrando la motivación y los desafíos que inspiraron el trabajo; la propuesta donde se detalla el problema, las preguntas de investigación, la hipótesis, los objetivos y la metodología empleada. Finalmente se exponen las contribuciones y una perspectiva de la estructura del documento.

En el recorrido de la lectura de esta propuesta, se puede observar cómo los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC), son una promesa de transferencia tecnológica en las teorías de la gestión del conocimiento; a la medida que estos sistemas hacen un gran aporte en la sistematización, administración, procesamiento y control del conocimiento de un área o dominio dentro de una organización.

Los SBC son considerados una técnica de la (IA), los cuales se especializan en simular el conocimiento que tiene un experto humano (Nalepa & Adrián, 2012). La arquitectura de estos sistemas presentan varios modelos. Es de interés para esta tesis el módulo de extracción del conocimiento del experto humano. Se plantea la construcción de un nuevo modelo de extracción de conocimiento aplicando razonamiento basado en casos(RBC), la cual es otra técnica de la IA

Dentro del documento se tiene en cuenta, la existencia de herramientas, métodos y metodologías que intervienen en la extracción del conocimiento, quienes están intrínsecos dentro del ciclo de vida de desarrollo de un SBC, además de estar basadas en teorías de análisis de gestión.

1.2 Desafío

Se concluye dentro de la revisión del estado del arte de la problemática del proyecto, la cual se centra en los SBC y en los nuevos aportes que se debe hacer a la parte de análisis, abstracción y comprensión del capital intelectual de los seres humanos, lo cual puede permitir crear sistemas que realmente se acerquen más al conocimiento; este tipo de sistemas debería permitir resolver problemas del mismo modo como lo hace el experto. Los sistemas de este tipo necesitan de la capacidad de aprendizaje para alcanzar nuevos conocimientos, eliminar errores, mejorar el conocimiento existente y ordenar el almacenamiento, lo cual puede crear condiciones de ventaja para el razonamiento real del dominio para el cual se va a desarrollar.

En esta tesis doctoral no se deja a un lado la gestión y la ingeniería del conocimiento(IC), ya que de ambas disciplinas surge la extracción del discernimiento de los expertos humanos para ser transferido a la computadora, conocido en la gestión del conocimiento como explícito, (Nonaka, 2007). Cada una de ellas interviene en la arquitectura de un SBC, manteniendo la calidad y el éxito del sistema. Se destaca como valor agregado la mejora causada por ambos en la base de conocimientos a través del análisis de su gestión, al igual que los aportes dados en el desarrollo del aprendizaje del sistema.

La IC como disciplina se encarga de representar formalmente el conocimiento de un experto humano y de gestionar el proceso para la implementación de un SBC. De una u otra forma el conocimiento se involucra con el razonamiento. Dentro de las técnicas de la IA, se trabaja con el razonamiento basado en casos RBC, (Zhen-Lin, & YU Ying-Jie, 2010), el cual posee un estimado como una técnica de solución de nuevos problemas que se apoya en las soluciones de problemas anteriores. Ambas disciplinas (IC & RBC) trabajan independiente para generar

resultados dentro de cada necesidad. Dentro de este proyecto es un desafío la integración de las mismas para el desarrollo del modelo sugerido.

El resultado de esta tesis fue diseñar para el RBC un método de apoyo para elicitación de requisitos, ya que esta técnica se inicia desde un caso en particular sin tener como fuente principal el experto humano, contrario a la IC que se fundamenta en este principio, pero no tiene en cuenta los casos dentro de las metodologías existentes.

El modelo permite a la ingeniería, proporcionar una nueva herramienta o instrumento para obtener la extracción delimitada del conocimiento que se necesite modelar. El modelo busca dar mayor comprensión de la realidad de un saber en la producción de ideas y constructos nuevos como apoyo para un IC (el cual es de utilidad para el desarrollo e implementación de un SBC vs un sistema de RBC).

El desarrollo del modelo involucró cuatro tipos de conocimiento que pueden ser procesados por una computadora como son: conocimiento procedimental, declarativo, cognoscitivo y de transferencia tecnológica (conocimiento tácito a explícito). Se genera una serie de plantillas enfocadas en contextos que permiten descubrimiento de conocimiento de un experto humano, para construir un sistema inteligente.

1.3 Proyecto de tesis

1.3.1 Problema

La problemática identificada gira en torno a la extracción del conocimiento de los expertos humanos para la construcción de SBC. Los ingenieros en conocimiento son los encargados de analizar, diseñar e implementar un SBC. Éstos tienen su mayor responsabilidad en la primera etapa del proceso dentro de la arquitectura de un SBC. En la primera etapa de análisis es fundamental tener presente el ciclo básico de desarrollo del sistema. La IC es la responsable del éxito o fracaso del producto terminado (Song et al, 2012) ya que de allí se obtiene el conocimiento que se va a transferir al ser codificado.

La adquisición de conocimiento es tradicionalmente considerada como una de las actividades más complejas dentro de la IC (Filej & Hellens, 1991).

Dentro de los problemas que se presentan a la hora de extraer el conocimiento del experto se encuentran: El ingeniero de conocimiento no es un experto en el campo que intenta modelar, mientras que el experto en el tema no tiene la experiencia modelando su conocimiento (el cual es basado en la heurística) de forma que pueda ser representado genérica y simbólicamente a la hora de implementar un sistema basado en conocimiento (Song et al, 2012).

En muchas ocasiones el experto describe lo que hace. Éste brinda al ingeniero del conocimiento una opinión sobre lo que debería hacerse pero no sobre lo que realmente pasa. También puede suceder que el ingeniero del conocimiento no esté completamente inmerso en el dominio del problema y entonces está menos capacitado para aplicar técnicas que le permitan deducir el conocimiento apropiado para el análisis, la representación, el diseño y por consiguiente

la implementación de un sistema basado en conocimiento (Davis et al, 2011; Kerschberg L. 2001; Nalepa et al, 2012).

Si bien se tiene claro que el objetivo de ingeniería/ingeniero del conocimiento es extraer, articular e informatizar el conocimiento de un experto, entonces este debería ser imparcial para deducir información objetiva, la cual no debe ser subjetiva ni desde su punto vista, ya que esto reflejaría una problemática de inseguridad sobre el análisis y modelamiento del conocimiento del experto sobre un dominio de conocimiento específico.

Otro de los cuellos de botella es el afirmado por Iwazun, donde determina como el proceso del ingeniero del conocimiento consiste en hacer que el experto diga lo que sabe. Además un problema complementario es darle forma automáticamente manipulable a eso que dijo; ya que la adquisición del conocimiento no puede ser un problema de entrevistas informales, debido a que debe desarrollar métodos explícitos con propósitos específicos (Iwazum & Kaneiwa, 2013).

Cualquiera de las fallas anteriores podría resultar en “conocimiento equivocado” cuando se infiera un nuevo conocimiento, porque no se podrían establecer unas especificaciones definitivas desde la primera etapa del ciclo de vida para la construcción de un sistema.

A través de esta tesis se estructura un modelo, que permite crear un estándar para la adquisición de los procesos de razonamiento y explicación del conocimiento humano en un área específica, teniendo en cuenta las competencias cognitivas de dicho individuo. De la extracción del conocimiento que se tenga del experto humano, facilitando la labor del ingeniero del conocimiento para la primera etapa de desarrollo.

El conocimiento puede evolucionar tanto en la fase de inicio como en la de uso en el desarrollo de un SBC, por incorporación de nuevos conocimientos o porque los expertos reconsideren la forma en la que se ha expresado su conocimiento. La responsabilidad del desarrollo y del mantenimiento no recae sólo en los ingenieros, sino también en los expertos y en los usuarios finales, que intervienen a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema (Shouming, et al, 2010).

Se integra RBC teniendo en cuenta el principio de que los seres humanos “continuamente interactuamos en acciones y hechos, además nuestro aprendizaje se da en ocasiones del ejemplo, a partir de la experiencia de situaciones vividas, las cuales se reviven en el hacer, cuando se presenta un caso al cual se le debe dar solución similar a algo ya experimentado. Durante la ejecución del proyecto se tomó como centro de atención del RBC en el sentido de que esta técnica no se fundamentan en el conocimiento, sino que su interés son los casos o experiencias similares que se tienen dentro una base de conocimiento. El conocimiento humano no es el foco de interés del RBC.

1.3.2 Pregunta de investigación

Enmarcados en el problema anteriormente identificado se formuló la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible configurar un modelo que permita representar la extracción del conocimiento de un experto humano en un sistema basado en conocimiento?

A partir de la pregunta formulada, surgen los siguientes interrogantes para la investigación:

- *¿Cuáles son los elementos principales y las características asociadas a la extracción de conocimiento de un experto humano?*

- *¿Cuáles son los elementos principales y las características asociadas a la técnica de la inteligencia artificial denominada razonamiento basado en casos?*
- *¿Cómo se pueden definir los componentes de un modelo de extracción de conocimiento usando razonamiento basado en casos?*
- *¿Cómo se puede representar un modelo de extracción de conocimiento usando razonamiento basado en casos?*
- *¿Cómo se puede validar el modelo en un dominio específico de la ingeniería, a través de la técnica de análisis de casos?*

1.3.3 Objetivos

General

Diseñar un modelo para la extracción de conocimiento de un experto humano en un sistema basado en conocimientos usando razonamiento basado en casos.

Específicos

- ✓ Caracterizar los elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano.
- ✓ Caracterizar los componentes de la técnica del razonamiento basado en casos para extracción de conocimiento.
- ✓ Definir los componentes de un modelo de extracción de conocimiento usando razonamiento basado en casos.
- ✓ Representar un modelo de extracción de conocimiento usando razonamiento basado en casos.
- ✓ Validar el modelo en un dominio específico de la ingeniería usando análisis de casos.

1.3.4 Metodología de Trabajo

El desarrollo del modelo se realizó en cinco fases. En una primera fase se identificaron las técnicas, modelos y métodos que se acercaron al proceso de adquisición de conocimiento, tanto en el ciclo de vida del desarrollo de un SBC, como en el proceso de RBC; cuyo objetivo fue caracterizar indicadores de interés para el nuevo modelo. En la fase dos se propusieron definir los caracterizados en la fase uno, integrando la técnica de ingeniería del RBC. En la fase tres se diseñaron los componentes del modelo a través de instrumentos y simbologías que validaron el conocimiento del experto humano, teniendo presente el RBC y los elementos caracterizados y obtenidos de la fase dos. En la fase cuatro, se integraron las características propias del RBC representado en instrumentos de verificación. En la fase cinco se validó el modelo mediante un caso específico de conocimiento de un experto humano, se hizo un análisis de resultados obtenidos, en la funcionalidad para el beneficio de la codificación de SBC.

El plan establecido consto de cinco etapas, las cuales a su vez estuvieron distribuidas en una serie de actividades, de la siguiente forma:

Fase 1: Caracterización de las técnicas, modelos y métodos que se acercan al proceso de adquisición de conocimiento.

- Identificación de características y formas de representar modelos de extracción del conocimiento de un experto humano.
- Análisis de la arquitectura de un SBC

Fase 2: Definición de las características de los componentes de la técnica del RBC para extracción de conocimiento.

- Exploración del seguimiento del RBC para la extracción del conocimiento

- Determinación de los componentes y tipos del modelo a diseñar a través de elementos identificados.

Fase 3: Definición de los componentes del modelo a través de instrumentos y simbologías que validen el conocimiento del experto humano teniendo presente el RBC.

- Especificación de las abstracciones del modelo personalizado dinámicamente para la representación del conocimiento a través de un lenguaje de modelado.
- Determinación de relaciones estructurales y semántica entre los componentes y los elementos para el diseño.
- Diseño de los instrumentos simbólicos y formales necesarios.

Fase 4: Diseño de un modelo que cumpla con las características propias de la técnica de RBC.

- Integración de las características de la ingeniería y el RBC para adaptarlas en el diseño del modelo de acuerdo al conocimiento del experto.
- Diseño de la estructura lógica del modelo.

Fase 5: Validación mediante un caso específico de un experto para el diseño y desarrollo de un SBC aplicando la técnica RBC.

- Identificación de expertos humanos en el caso de estudio seleccionado.
- Aplicación del modelo en los diferentes expertos.
- Análisis de los resultados obtenidos con los expertos.
- Refinamiento del modelo.

1.4 Contribución

La principal contribución aportada en esta tesis de doctorado, es el diseño de un modelo, en varios contextos de extracción del conocimiento, para ser aplicados a un experto humano, con el fin de desarrollar SBC. El modelo usa elementos propios del conocimiento, sistemas, razonamiento y casos, todos para ser integrados en una herramienta de computación. El modelo planteado está en capacidad de trabajar en cooperación cercana con los diferentes conocimientos de expertos humanos en saberes específicos, para la representación de un dominio en ingeniería. De acuerdo a la revisión de la literatura, se considera que el modelo propuesto es un aporte inédito e innovador.

1.5 Organización del Documento

El documento está organizado de la siguiente manera: el capítulo dos presenta el marco teórico y el estado del arte de las áreas de investigación relacionadas al trabajo, a saber: caracterización de los elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano; quien a su vez está conformado por las características y formas de representar los modelos de extracción, la taxonomía, conceptualización cognoscitiva, caracterización de técnicas, modelos y métodos que se acercan al proceso como: ontologías, estadísticas bayesianas, redes semánticas entre otras. El capítulo tres describe los componentes de la técnica del RBC. Se puede observar un seguimiento detallado, allí se determinan componentes y tipos del modelo a diseñar a través de elementos descritos, presentando la estructura de los SBC y de los RBC, y se definen los componentes del modelo. El capítulo cuatro muestra la definición de cada componente: se especifica y se origina la abstracción de forma personalizada y dinámica, se da una explicación detallada referente a las inferencias, la explicación, los casos, y la validación, para luego pasar al diseño de instrumentos simbólicos y formales necesarios en la elaboración del modelo. Además

se determinan relaciones estructurales y semántica entre los componentes y los elementos que se llevan al diseño. El capítulo cinco representa el modelo: se hace una integración de las características de la ingeniería y el razonamiento para adaptarlas a este, teniendo presente el conocimiento de un experto, se diseña la estructura lógica, buscando que cumpla con los elementos del RBC. En el capítulo seis, se contempla la validación y experimentación, realizada en un dominio específico de la ingeniería, y se usa un análisis de casos. Se identifican los expertos humanos en el caso de estudio seleccionado, se aplica el modelo a los expertos (contexto general al caso de estudio), el caso de estudio y el análisis de resultados para refinar el modelo. El capítulo siete describe la evaluación del proyecto en donde se presenta la evaluación de las preguntas de investigación asociadas a cada uno de los objetivos específicos, las contribuciones de la tesis y los artículos publicados. Finalmente, las conclusiones y los puntos abiertos sobre actividades futuras, referencias bibliográficas y el apéndice y anexos se encuentran en los capítulos ocho y nueve.

Capítulo 2

Extracción de conocimiento de un experto humano: marco teórico y estado del arte

Para analizar y caracterizar los elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano se tiene en cuenta elementos históricos y actuales en el proceso de estudio de la siguiente manera:

2.1 Identificación de características y formas de representar modelos de extracción del conocimiento de un experto humano

En la primera apreciación sobre los elementos a seleccionar para su clasificación, se parte de los antecedentes históricos sobre la teoría del conocimiento, teniendo en cuenta un acercamiento de algunos filósofos y literarios, donde se comparten concepciones diferentes a referentes del concepto teórico del “conocimiento” de cada ser humano, aquí se describe aquellos que se comparten en común acuerdo con el interés de esta investigación:

2.1.1 El conocimiento

Kant dice: *“Aunque todo nuestro conocimiento empieza con la experiencia, no es procedente (pensar) que todo él surja de la experiencia”*. Sólo podríamos conocer el *“fenómeno”* o nuestra percepción sensorial del *“objeto trascendental”* o *“cosa en sí”*, la cual trasciende a la experiencia (Syed et al, 2014).

De la hipótesis anterior de Kant se concluye, el cómo se acerca la concepción a partir del hecho, a la acción, y la permanencia (considerados como elementos para la clasificación del conocimiento a extraer), dejando como objeto participante en el conocimiento la experiencia de cada vivencia.

Hegel 2000, considera que el conocimiento empieza con la percepción sensorial, la cual se vuelve más subjetiva y racional a través de una purificación dialéctica de los sentidos, y

finalmente alcanza la etapa del *“Espíritu absoluto”* que es tener conocimiento (Syed et al, 2014). Esta teoría orienta a otro elemento del conocimiento, la razón, manera de que cada individuo pueda identificar conceptos, cuestionarlos, hallar coherencia o contradicción entre ellos de acuerdo con las relaciones pertinentes para conectar actividades prácticas y restricciones cognitivas que se obtienen en la categorización del saber.

Marshall indica que: *“En gran parte el capital consiste en conocimiento y organización. El conocimiento es la máquina de producción más poderosa a nuestro alcance la organización ayuda al conocimiento”* (Syed et al, 2014).

El anterior autor confirma el valor del conocimiento para ser llevado y manipulado en la sociedad y en la naturaleza de lo laboral, en el hacer que se da dentro de una organización. Existen otros autores que se unen a esta teoría como la administración científica de Taylor, la cual fue prueba la conversión de las habilidades tácitas y las experiencias de los trabajadores en conocimiento científico equitativo. Sin embargo, no se tuvo dentro de esta corriente consideraciones de las experiencias y los juicios de los trabajadores como una fuente de nuevo conocimiento. En esta teoría se da una reflexión sobre la clasificación, tabulación y reducción del conocimiento a reglas y a fórmulas que deberían aplicarse en el trabajo diario.

El conocimiento es un proceso humano y dinámico que se orienta a algún fin con intención y perspectiva (Nonaka & Takeuchi, 1995), es específico y atiende al contexto donde se genera; es individual antes que grupal y que se asocia con la pericia, la competencia y la capacidad de actuar de cada individuo. Puede ser: Tácito, dinámico, delimitado y movable (Sveiby, 1998; Beckman 1997; Holsapple et al, 1997; Ordoñez, 2001; Despres et al, 2000; García, 2004; Riesco, 2006; Sveiby, 1998).

Se denomina conocimiento a las conceptualizaciones representadas que explican la naturaleza tanto del mundo real como del mundo abstracto, pero el conocimiento en sí, no existe en la naturaleza (Galinsky, 2000).

Otra orientación al conocimiento es dada por el paradigma cognitivo que centra sus esfuerzos en entender los procesos mentales y las estructuras de la memoria con el fin de comprender la conducta humana. La imagen proyectada por el cognitivismo es que en el aprendizaje, como en la vida, cada persona es el arquitecto de su propio conocimiento (Chomsky, 1965; Simón, 1979).

Los autores anteriores muestran como el conocimiento es un poder social que mueve organizaciones y grupos de seres humanos con intereses propios y grupales, para beneficio común. La importancia del conocimiento genera productos indispensables para el progreso y avance de la humanidad (Despres et al, 2000).

Hayek, clasificó el conocimiento en conocimiento científico (por ejemplo, reglas generales) y de las circunstancias particulares de tiempo y espacio, y sostuvo que las circunstancias cambiantes redefinen continuamente la ventaja relativa que un individuo puede tener en cuanto a conocimiento (Chomsky, 1965).

Una vez el conocimiento es tratado por el mismo ser humano, crea ciencia y principios propios para iniciar procesos, innovación, cultura, generaciones y nuevas tecnologías.

El conocimiento ha sido estudiado por diferentes disciplinas, tales como la psicología, la filosofía, la epistemología, la hermenéutica, entre otras. Una de las teorías filosóficas (Leibniz, et al., 2011) que afirma que el conocimiento emana de dos fuentes principales, es decir la capacidad de recibir impresiones sensibles, así como la facultad del entendimiento de conocer ese objeto por medio de estas, nuestra mente conoce por medio de intenciones puras que son las formas a priori

de la sensibilidad y por medio de las categorías del entendimiento que son los conceptos puros e independientes de la experiencia (Woolfolk, et al., 2010)

De cada una de las conclusiones generadas por los diferentes autores en la concepción del conocimiento, y de las diferentes hipótesis de estos, se reafirma la importancia del conocimiento de forma interna y externa en los seres humanos, esto como motor de existencia y producto de competencia para el progreso de la humanidad, también como principio de solución en las diferentes situaciones en que se presentan sus ámbitos y conceptos (Leibniz, et al., 2011).

Poder tener el conocimiento humano, recogidos por un conjunto de experiencias y de aportes dados para ser analizados, interpretados, transferidos, procesados y reubicados en la tecnología, permite alcanzar un objeto científico de prevalencia dentro de esta tesis, específicamente en el área de la IA.

2.1.2 Extracción y taxonomía del conocimiento

El Psicólogo Bloom, determina el conocimiento como la capacidad de recordar hechos específicos universales, métodos, procesos, esquemas, estructuras o marcos de referencia sin elaboración de ninguna especie, puesto que cualquier cambio ya implica un proceso de nivel superior (Anderson & Krathwohl, 2001). Estipula varios elementos entre los cuales se tienen:

La comprensión : capacidad de comprender o aprehender; en donde el estudiante sabe qué se le está comunicando y hace uso de los materiales o ideas que se le presentan, sin tener que relacionarlos con otros materiales o percibir la totalidad de sus implicaciones. El material requiere de un proceso de transferencia y generalización, lo que demanda una mayor capacidad de pensamiento abstracto. Esto se demuestra cuando se presenta la información de otra forma, se transforma, se buscan relaciones, se asocia, se interpreta (explica o resume); o se presentan posibles efectos o consecuencias. También determina la importancia de crear, mejorar, optimizar

o hacer algo original, guardándolo en la memoria para recordar, reconocer información específica (hechos, sucesos, fechas, nombres, símbolos, teorías, definiciones y otros), (Anderson & Krathwohl, 2001).

La aplicación: se guía por los mismos principios de la comprensión y la única diferencia perceptible es la cantidad de elementos novedosos en la tarea por realizar. Requiere el uso de abstracciones en situaciones particulares y concretas. Usar el conocimiento y destrezas adquiridas en nuevas situaciones. Usar el conocimiento y destrezas adquiridas en nuevas situaciones.

El análisis: consiste en descomponer un problema dado en sus partes y descubrir las relaciones existentes entre ellas. En general, la eventual solución se desprende de las relaciones que se descubren entre los elementos constituyentes. Implica el fraccionamiento de una comunicación en sus elementos constitutivos de tal modo, que aparezca claramente la jerarquía relativa de las ideas y se exprese explícitamente la relación existente entre éstas.

La síntesis: es el proceso de trabajar con fragmentos, partes, elementos, organizarlos, ordenarlos y combinarlos para formar un todo, un esquema o estructura que antes no estaba presente de manera clara.

La evaluación: se refiere a la capacidad para evaluar; se mide a través de los procesos de análisis y síntesis. Requiere expresar juicios sobre el valor de materiales y métodos, de acuerdo con determinados propósitos. Incluye los juicios cuantitativos y cualitativos de acuerdo a los criterios que se sugieran (los cuales son asignados).

2.1.3 Conceptualización cognoscitiva

En la recopilación de diferentes conferencias de autores como Cambridge y Dartmouth contemporáneos de Herbert Simón, Noam Chomsky, Marvin Minsky y John McCarthy (siendo estos, precursores en áreas diversas , la lingüística, la psicología, la neurología y la inteligencia

artificial), se basan en una misma hipótesis cognitivista: *“la mente es una forma lógica asimilable al comportamiento de un computador”* (Varela, 1989).

A la corriente cognitiva se le considera como un referente de las ciencias del conocimiento. Basándose en la psicología para exponer los diferentes procesos mentales, bajo un patrón de la mente humana como un sistema. La potestad de la computación y los sistemas basados en el conocimiento humano pueden compartir con las teorías de Von Neuman , Newell , Simón, donde se manifiesta como *“la memoria humana se representa tal espacio direccionable y organizado, en el que se almacenan unidades discretas de conocimiento que pueden ser recuperadas automáticamente o mediante una búsqueda premeditada”* (Newell 1983). Autores como Anderson, et al, 2001; Richard et al, 2004 determinan el conocimiento en dominios cognoscitivos, quienes tienen un esquema para ser interpretado como lo muestra la Figura 1.

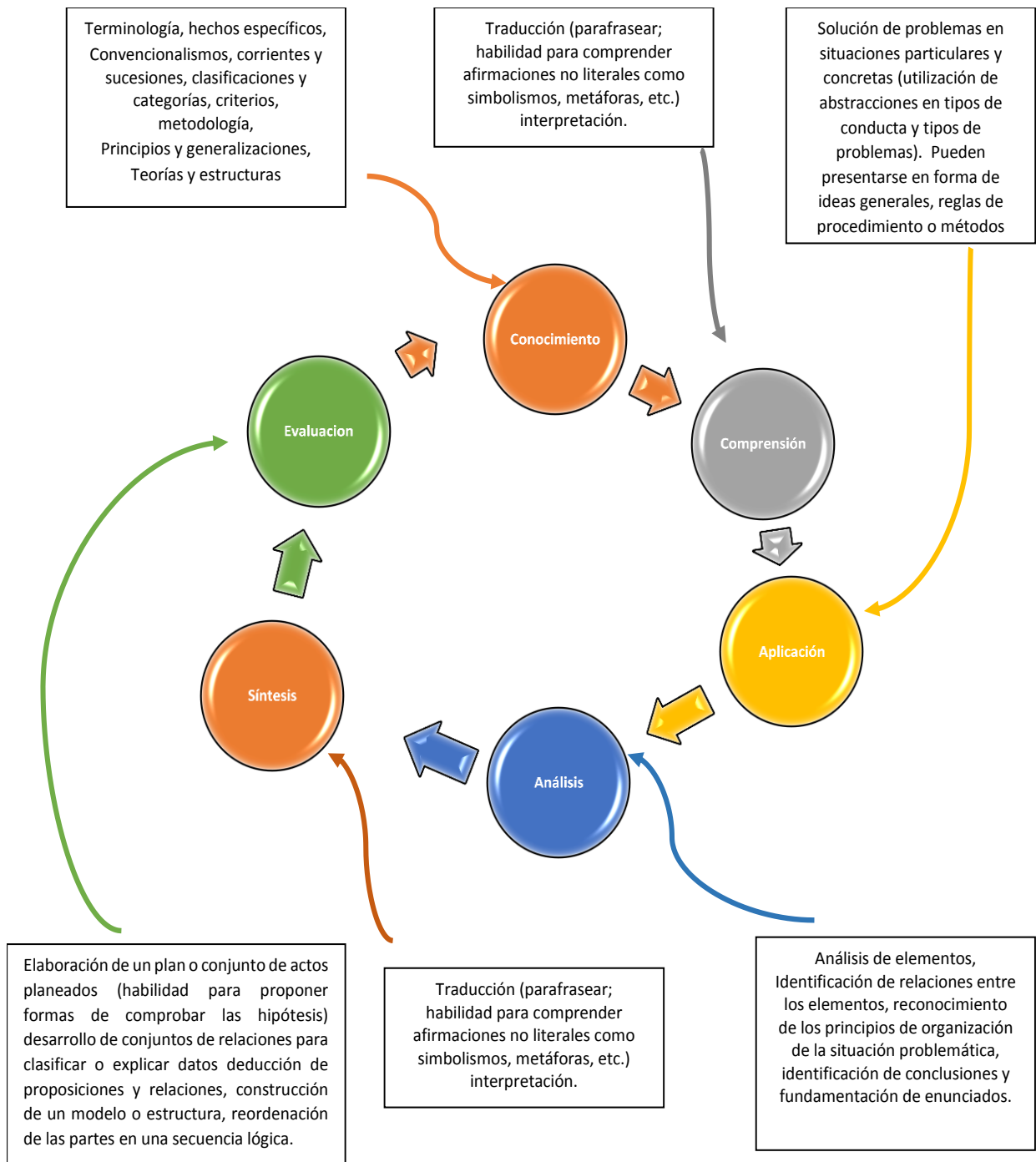


Figura 1. Taxonomía del conocimiento, Bloom-Anderson
 Fuentes: Anderson, L.W., & Krathwohl (2001.) y Richard I Arends (2004)

En otra instancia es importante vincular el conocimiento con la IA quien ha venido incorporándose sobre los diferentes desenlaces lógicos que puede causar la mente de los seres

humanos, para representar el razonamiento a través de un proceso simbólico, donde se aplican diferentes métodos, metodologías y técnicas para ser codificado y procesado por una computadora. Sin embargo a la hora de la adquisición de conocimiento sólo tiene sentido si posteriormente se planea hacer algo con ese conocimiento, es por ello que desde la planeación de un proyecto de conocimiento deben definirse los productos y usuarios finales, con el propósito de elegir las técnicas adecuadas de elicitación y validación de conocimiento, de acuerdo con el tipo de conocimiento que se piensa adquirir y el producto a desarrollar (Milton, 2007)

En el Institute for Human & Machine Cognition (IHMC, 2014) dentro de sus investigaciones considera como la ciencia cognitiva es relativamente joven, redefiniéndose a medida que evoluciona y que las nuevas ideas y puntos de vista revelan nuevos métodos y técnicas constantemente. En este instituto se observa como profesores de filosofía se interesan en las elucidaciones de las bases de investigación cognitiva, la computación y la información.

Uno de los objetivos de la IA era visto como la creación de mecanismos de inteligencia, que imitan la conversación humana. Para las investigaciones que se realizan dentro de la institución IHMC, se centran en lo humano teniendo como alternativa la computadora, quien complementa como prótesis el centro del conocimiento que es el sujeto.

Cada precursor del cognitivismo, lleva a buscar la conservación del conocimiento humano para beneficio social, organizacional y cultural, determinando como la tecnología y las maquinas computacionales pueden brindar una solución.

2.2 Caracterización de las técnicas, modelos y métodos que se acercan al proceso de adquisición de conocimiento

Para la representación de conocimiento de los seres humanos se aplican también técnicas y métodos naturales que emergen de igual forma dentro de la extracción y taxonomía del conocimiento así:

2.2.1 Ontología

Es una técnica, quien se encarga de hacer una descripción de una conceptualización; es decir, una distribución contextual normalizada y de aceptación no sólo para acumular la información, sino también para examinarla y rescatarla. Una ontología precisa los términos y las recomendaciones fundamentales para el entendimiento de un área del conocimiento, así como las reglas para poder ajustar los requisitos y precisar las ampliaciones de un léxico intervenido. Se trata de mudar la información en conocimiento mediante unas distribuciones de juicio determinadas que referencien los datos, por intermedio de metadatos, bajo un esquema común regulado por una envoltura de potestad del conocimiento (Somluck & Ongsri, 2015).

2.2.2 La estadística bayesiana

Accede a la información subjetiva sobre arquetipos ignorados dentro de una manifestación bajo estudio, con el fin de realizar dichas apreciaciones. Los parámetros de la información subjetiva se realizan mediante un proceso conocido como “adquisición”. Como un ejemplo se observa que los parámetros de las creencias de un experto se han utilizado en el desarrollo de sistemas inteligentes probabilísticos para análisis de dolencias cardíacas, entre muchos otros (Hal & Stern, 2015).

2.2.3 Las redes semánticas

Se enfocan en la concepción de que los objetos (cualquier ente o cosa) o los conceptos logran ser incorporados por algún tipo de analogía. Estas correspondencias se simbolizan utilizando una unión que conecte dos o más impresiones. Los indicadores y las ligas logran ser cualquier cosa, acatando el entorno en que se va a modelar. Las redes semánticas fueron originalmente desarrolladas para representar el significado o semántica de oraciones, en términos de objetos y relaciones. En la actualidad, se utiliza el término redes asociativas ya que no únicamente se usan para representar relaciones semánticas, sino también para representar agrupaciones de teorías o productos entre varias concepciones u entes (Peng, 2014).

2.2.4 Herramientas para representar el conocimiento

PROforma y Tallis: Es un lenguaje de representación del conocimiento que se puede utilizar para establecer descripciones de métodos, los cuales se desarrollan con el tiempo y requieren la cooperación de diversos actores. Uno de los beneficios del lenguaje es la facilidad para su uso dentro de un entorno gráfico. Los procesos se componen de objetos extraídos de las clases establecidas en un diagrama de clases UML, cada clase de objeto tiene un conjunto de propiedades, y cada instancia de una clase tiene diferentes negocios. Cuando se conecta una clase de un objeto a otro por un 'tipo' de "relación", entonces la clase más específica hereda todas las propiedades de la más general. Una descripción del proceso PROforma es un conjunto interrelacionado de componentes, un componente puede ser, entre otras cosas, una tarea o un elemento de datos (Tallis, 2011).

Lenguaje de Modelado Unificado (UML): Aplicada en la etapa de análisis y diseño de sistemas de software convencionales para hacer el modelado o abstracción de requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. Contiene varios diagramas con la intención de

representar de forma dinámica y estática los procesos y funcionalidades del producto final (UML, 2015).

Técnica Delphi: Linston & Turoff, 2012 definen esta técnica como un método de estructuración de un proceso de informes grupales positivos a la hora de permitir a un grupo de personas, tratar un problema complejo. El método emana de la interpelación a expertos humanos con la ayuda de sondeos sucesivos, a fin de colocar en manifiesto tendencias de veredictos y concluir casuales aprobaciones. La encuesta se lleva de una manera anónima y su equitativo es *"disminuir el espacio intercuartil precisando la mediana"*. Las preguntas que se hacen el cuestionario deben tener como referentes posibilidades de realización de hipótesis o de sucesos con relación al tema de dominio. (Linston & Turoff, 2012)

Las herramientas anteriores son parte del diseño del sistema y son procesos de la ingeniería de software, para crear un esquema que facilite al desarrollador la codificación. Si bien se observa su aporte en un producto de software para el cumplimiento de estándares de calidad, no es orientado a la IC, ni a lenguajes declarativos. No tienen una orientación en el saber del experto humano sino en la funcionalidad de los requerimientos para el desarrollo de un sistema.

2.2.5 Técnicas, modelos y métodos que se acercan al proceso de adquisición de conocimiento

Diferentes métodos de representación se trabajaron en la década de los 70 hasta principios de los 80, dando soluciones con heurísticas, redes neuronales, demostraciones de teoremas, y sistemas expertos, con un grado variable de éxito (Peng, 2014).

Igualmente en la década de los 80 salieron lenguajes formales de programación y sistemas que también simbolizaban el conocimiento. Se codificaron grandes planes del conocimiento en lenguajes como Prolog, el cual representa estipulaciones y lógica básica, y puede derivar conclusiones de premisas conocidas. Otro lenguaje es el KL-One creada en los 80 más orientado

a la representación del conocimiento en sí, trabaja a través de redes semánticas y marcos ontológicos para incorporar explícitamente información conceptual como una red de herencia estructurada (Peng, 2014).

Desarrollos en la representación del conocimiento sistemático han sido orientados por:

XML: Esta es una tecnología que busca dar solución al problema de expresar información estructurada de la manera más abstracta y reutilizable. Cuando la información es estructurada se compone de partes que son definidas, y estas a las vez se componen de otras partes. Entonces se tiene un árbol de trozos de información. El XML proviene de un lenguaje creado por IBM en los años 70. El lenguaje de IBM se llama GML (General Markup Language) y surge por la necesidad que tenían las organizaciones de almacenar grandes y diversos temas de información (IBM, 2014).

Web semántica: La cual se ratifica en la idea de añadir metadatos semánticos y ontológicos a la World Wide Web. La información adicional que describen el contenido, el significado y la relación de los datos, se deben proporcionar de manera formal, para que así sea posible evaluarlas automáticamente por máquinas de procesamiento. El objetivo es mejorar Internet ampliando la interoperabilidad entre los sistemas informáticos usando "*agentes inteligentes*" (Berners et al, 2001).

Resource Description Framework, (RDF): el Marco de Descripción de Recursos es un modelo estándar para el intercambio de datos en la Web, tiene características que facilitan la fusión de datos, incluso si los esquemas son diferentes, apoyando la evolución para intercambios de esquemas. Fue creado para acciones de la World Wide Web Consortium (W3C) originalmente diseñado como un modelo de datos (Lenguaje orientado a base de datos) para metadatos (datos que describen otros datos). Se utiliza como un método general para la descripción conceptual o

modelado de la información que se implementa en los recursos de la web, utilizando una variedad de notaciones de sintaxis y formatos de series (W3C, 2014).

DARPA Agent Markup Language (DAML): Fue un programa para la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de la Defensa en los Estados Unidos conocido por sus siglas en inglés DARPA, dando inicio en 1999 por James Hendler y más tarde controlada por Murray Burke y Mark Greaves. El programa enfocó la creación de representaciones legibles por máquina para la Web. En el momento tiene mayor capacidad que XML describiendo objetos y relaciones entre los objetos, expresando semánticas que permiten crear un mayor nivel de interoperabilidad entre sitios Web. En conclusión, actualmente su objetivo es crear tecnologías que permitirán a agentes de software identificar y entender de forma dinámica las fuentes de información, proporcionando interoperabilidad entre los agentes de una manera semántica (CSL, 2014).

Web Ontology Language (OWL): Es un lenguaje de marcado que permite compartir datos aplicando ontologías (formulación de esquema conceptual, fundamentado en la representación gráfica o simbólica de un concepto) dentro de uno o varios dominios dados; con la finalidad de facilitar la comunicación y el intercambio de información entre diferentes sistemas y entidades, el objetivo central es facilitar un modelo de marcado construido sobre RDF y codificado en XML (W3C, 2014).

Sistemas de Extracción de Información (Sasaki & Matsuo, 2000; Yangarber et al., 2000) cuyo propósito consiste en detectar la información que es relevante dentro de un conjunto de textos, ignorando la no relevante, y estructurarla para su almacenamiento en una base de datos.

Los sistemas de Búsqueda de Respuestas (Fernández & Fernández, 2007) (Perez *et al.*, 2004) que tienen como objeto dar una respuesta concreta a la pregunta formulada por el usuario.

Los sistemas de Generación de Resúmenes (Aone et al., 1997; Barzilay & Elhadad, 1997) que se centran en condensar la información más relevante de un texto.

Diferentes autores proponen predicciones cualitativas con datos cuantitativos, usando técnicas bayesianas (Barrera & Correa, 2008; Bolstad, 1986; Cogley et al., 2003; Congdon, 2002; Gill, 2007; Harrison & West, 1991; West & Harrison, 1989). La estadística Bayesiana no exige numerosos datos históricos, se puede basar en conocimientos a priori o de expertos frente al tema, facilitando el pronóstico, como se muestra en diferentes trabajos (Alba & Mendoza, 2007; Andersson & Karlson, 2007; Craig et al., 2001; Duncan et al., 1993; Flora, 2005; Geweke & Whiteman, 2013; Herr & Krzysztofowicz, 2010; Mol et al., 2008; Neelamegham & Chintagunta, 1999; Oracle, 2006; Pezzulli et al., 2004; Putnam, 2007; Weinberg et al., 2005). Una técnica bayesiana parte de realizar un producto entre una distribución a *priori* para parámetro (s) y una función de posibilidad en los datos, y así obtener una distribución conjunta a *posteriori*; se completa el producto entre esta y la función de los datos sobre el rango de medidas para finalmente obtener la distribución predictiva (Barrera & Correa, 2008; Gill, 2007), para pronosticar. Sin embargo, no siempre se usa este mismo procedimiento para hacer pronósticos; existen, por ejemplo, modelos tipo VAR, o ARIMA, o regresivos, entre otros, pero usando también técnicas bayesianas (Andersson & Karlson, 2007; Pedroza, 2006). La presunción de una distribución a *priori* desconocida, o incluso, el comportamiento de los datos puede apoyarse en un proceso de elicitación. Landeta et al. (2011) afirman que el método Delphi ayuda a obtener datos confiables de un grupo de expertos y puede proporcionar soluciones a problemas complejos, este se ha utilizado como una técnica para la planificación y aprobación de situaciones de incertidumbre en los que no es posible utilizar otras técnicas basadas en información objetiva.

2.3 Análisis de la arquitectura de un SBC

Los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC), son definidos como “*sistemas software capaces de soportar la representación explícita del conocimiento y de explotarlo a través de los mecanismos apropiados de razonamiento para proporcionar un comportamiento de alto nivel en la resolución de problemas*” (Guida, & Tasso, 1994). Dentro de la literatura se considera que estos sistemas pueden presentar problemas serios y poco estructurados en los que se pueden encontrar requisitos subjetivos, entradas inconsistentes por parte del experto humano o incompletas con un alto grado de incertidumbre, y no pueden ser resueltos por algoritmos clásicos o la investigación operativa. En la figura 2 se puede observar de forma clásica la estructura de un SBC.

2.3.1 Sistemas basados en conocimiento

Otros autores como Motta (Motta, 1999), Davis (Davis & Sarkani, et. al 2011) entre otros.(Kerschberg L. 2001; Nalepa & Adrian, 2012), hacen referencia al hecho de que el proceso de desarrollo de un SBC se ve constantemente amenazado por los problemas que aparecen al extraer el conocimiento del experto para luego codificarlo en un sistema computacional.

Los sistemas basados en conocimiento como se indicó anteriormente son una disciplina del área de la inteligencia artificial (Nalepa & Adrian, 2012). Estos tienen un ciclo de vida básico, el cual está conformado por su arquitectura, figura 2. En su desarrollo interviene: el análisis, diseño, interpretación y la representación del conocimiento que se quiere codificar para la implementación del sistema.

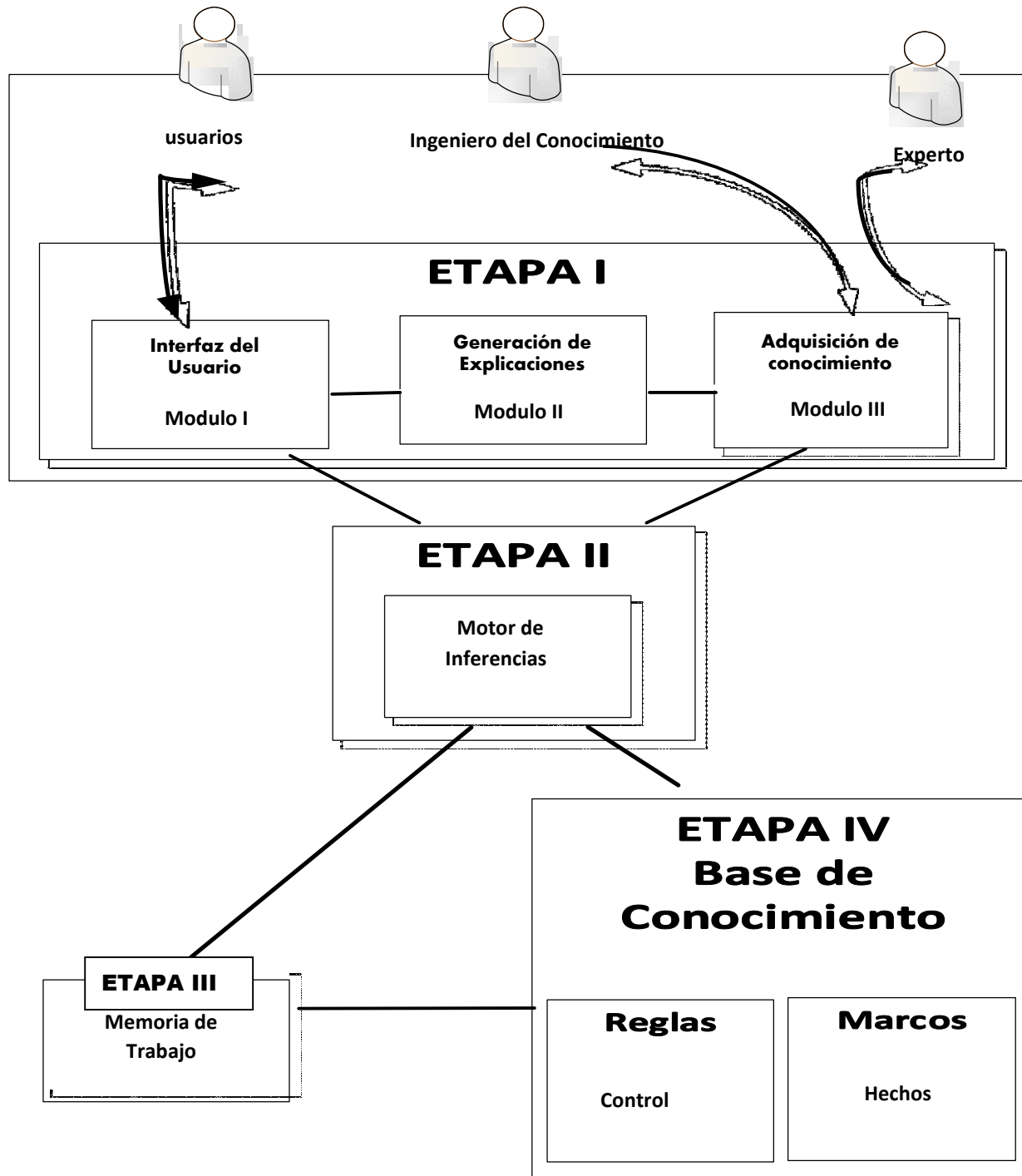


Figura 2. Arquitectura de un SBC. Anderson, L.W., & Krathwohl (2001.) y Richard I Arends (2004)

2.3.2 Ingeniería del conocimiento

La ingeniería del conocimiento (IC) tiene como objetivo, analizar el saber específico de un experto humano, para luego ser representado en un diseño que permita la comprensión del codificador en el desarrollo de un SBC o un sistema experto (SE) de tal forma que cuando se implemente el sistema, simule el conocimiento que fue transferido en un modelo dinámico (primera etapa del desarrollo de un SBC), quien es una respuesta al análisis realizado. La IC, verifica el conocimiento como la ingeniería de software los requerimientos funcionales y no funcionales en el ciclo de vida de su desarrollo (Quintana, 2015).

En esta primera etapa de análisis y representación de conocimiento intervienen dos actores principales conocidos como agentes: un ingeniero de conocimiento, quien es el encargado de analizar y representar el conocimiento para el desarrollo y construcción del SBC y un experto humano, que es la persona humana que tiene el conocimiento para ser representado.

El problema de investigación de esta tesis, tiene su foco en las necesidades presentadas en los primeros pasos para el acompañamiento analítico de extracción de conocimiento. En la figura 3 se ve reflejado los diferentes cuellos de botella que se presenta en los SBC (etapa inicial, parte de análisis de conocimiento, proceso en el que interviene esta tesis doctoral).

Se considera que el precursor de los cuellos de botella de la adquisición de conocimiento fue dado por Buchanan (Buchanan et al., 1983) y se utilizó para hacer referencia al hecho de que la adquisición de conocimiento es el punto que plantea una mayor dificultad a la hora de crear una base de conocimiento.

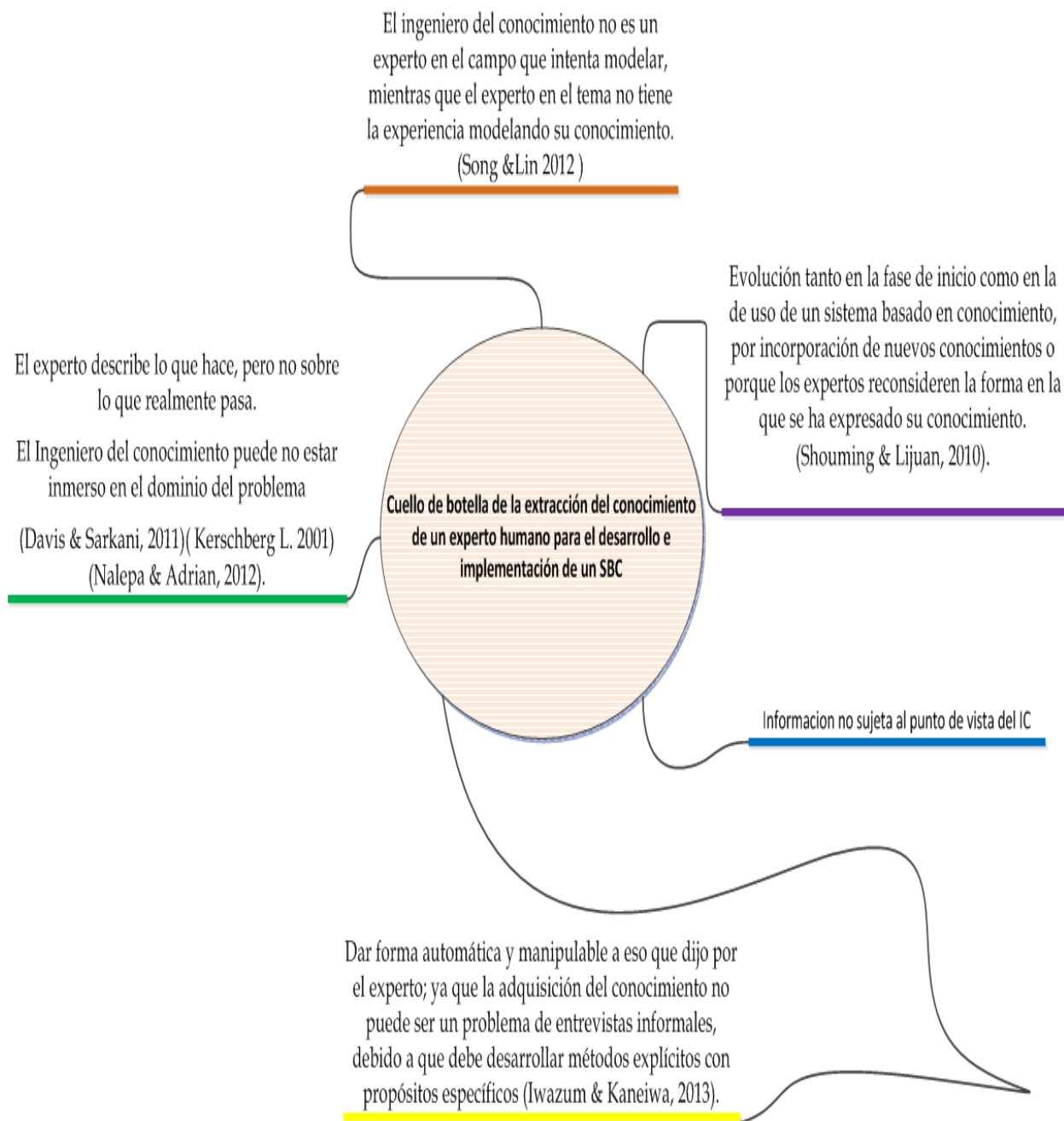


Figura 3. Resumen cuello de botella en la extracción de conocimientos.

Para concluir es deber de un analista, la relación directa con los expertos humanos, para representar y diseñar el saber, el cual debe pasar a la etapa de codificación para ser procesado y crear un nuevo producto de software basado en conocimiento. El ingeniero de conocimiento

tendrá en cuenta el razonamiento del experto, basándose en su experiencia, la cual se convierte en casos. A su vez se debe identificar el problema para construir una nueva solución basada en la similitud de la recopilación de varios elementos del conocimiento entre los cuales se toma como referente el o los casos ya tratados.

2.3.3 Componentes de la arquitectura de un SBC

La arquitectura de un SBC, está conformada como lo muestra la figura 2, por diferentes elementos que permiten la interacción directa con expertos en temas profesionales, e ingenieros del conocimiento, quienes tienen como objetivo orientar resultados de interés a usuarios finales que se beneficien del servicio otorgado por el sistema implementado dentro o fuera de una organización.

El proceso interno de un SBC, está conformado por cuatro etapas que se hacen visibles dentro de la figura 2. La primera etapa, se conforma por un asunto de un modelo de negocio de intervención del conocimiento que tiene un experto humano y el ingeniero encargado de extraer el conocimiento. En la segunda etapa se observa el paso interno de inferencias que hacen parte del procesamiento propio del sistema en sí, quien se encarga de concluir y dar soluciones a los problemas que se quieren resolver y que se encuentran ya almacenados. En la etapa tres el sistema se encarga de almacenar el conocimiento analizado y pre procesado por aquellos que intervienen en la etapa uno (ingeniero de conocimiento y el experto humano). En la etapa cuatro se encuentra la memoria auxiliar, encargada de memorizar todos los resultados intermedios, permitiendo conservar el indicio de los razonamientos que se llevan a cabo, dados por el ingeniero del conocimiento, y empleándose a su vez para explicar el origen de las informaciones deducidas por el motor de inferencia en el transcurso de la descripción del comportamiento del propio SBC. Por último se tiene la etapa cuatro quien toma cada elemento de conocimiento tomado de forma

aislada. Esta información se representa, por regla general, mediante reglas de producción o redes semánticas también conocidas como implicaciones lógicas. Esta estructura es considerada para ciertas causas, o efectos o consecuencias que se presenten, dando ponderados de probabilidad en cada regla que se determine. En las redes semánticas, se trata de un método de arquitectura de bases de conocimientos en el cual estos se exteriorizan mediante un grafo en el que los vértices representan los conceptos u objetos y las aristas muestran las relaciones entre ellos.

2.4 Metodologías para el desarrollo de un SBC

Entre las metodologías que permiten abordar el diseño y desarrollo de un sistema basado en conocimiento se encuentran: CommonKads (Schreiber et al, 1999), MIKE (Angele et al, 1998.), y PROTÉGÉ (Eriksson et al, 1995). En este ítem nos centramos en la metodología CommonKads por considerarse actualmente más adecuada y precisa para adquirir el conocimiento para crear un SBC. Ver figura 2.

CommonKads (Schreiber et al, 2000.) es considerada como una metodología completa para el desarrollo de SBC. La metodología describe las principales técnicas, lenguajes de modelado, y estructuras argumentadas para ayudar en tres fases de la construcción de un sistema basado en el conocimiento.

La fase de “*análisis contextual*” se centra en la organización que con el tiempo utilizará el sistema, describiendo el proceso de negocio de la misma, tiene vigente los recursos y activos de conocimiento de la organización, así como la descripción de los efectos que el SBC tendrá. Uno de los objetivos de esta fase contextual es demostrar la viabilidad propuesta y los beneficios que traen a la organización la adopción e implementación, al igual que su beneficio en costos. También proporcionan más detalles sobre las tareas que la organización y el personal llevan a cabo, o algunos sistemas, que pueden hacer esta labor.

En la segunda fase de “*análisis conceptual*” la metodología se utiliza para aclarar el conocimiento que el SBC requiere para ser representado, al igual que el razonamiento necesario para llevar a cabo, y las interacciones necesarios con los usuarios internos y externos.

La tercera fase de “*diseño*” de la metodología se utiliza para crear el diseño del SBC para ser interpretado por un ingeniero del conocimiento para la codificación en la computadora.

El análisis anterior produce un conjunto de modelos así:

Fase Contexto: Está conformada por tres modelos donde se incluye un modelo de la organización, un modelo de tareas y un modelo de agentes. En esto modelos se describe la organización y el hacer de los miembros que participan en el proceso de negocio de la estructura interna de esa organización.

Fase Conceptual: Se hace un análisis sobre un modelo de conocimiento y un modelo de comunicación, encargado de proporcionar el conocimiento y razonamiento de los miembros internos y externos que interactúan con el sistema al igual que las comunicaciones entre el conjunto de participantes para el desarrollo del SBC.

Fase de Diseño: Se construye el modelo de diseño para facilitar la codificación en un lenguaje de programación apropiado.

Sin embargo, esta metodología tiene sus contras, a la medida que es bastante compleja y extensa, además no existe suficiente información relevante en su uso, lo que pone en riesgo su acceso y comprensión, si bien se encuentran ejemplos son superficiales y no se muestran observaciones completas de su aplicación.

MAS-CommonKADS (Iglesias Carlos; Garijo; Gonzalez & Velasco, 1996) es una extensión de CommonKads (Schreiberet al., 1994), es una metodología de ingeniería del conocimiento para modelamiento de sistemas multiagentes (SMA). Esta metodología está

compuesta por siete modelos, que describen las características de cada uno de los agentes, Anexo 2.

A continuación se puede observar un resumen de otras metodologías menos relevantes, al igual que sus ventajas y desventajas, Figura 4.

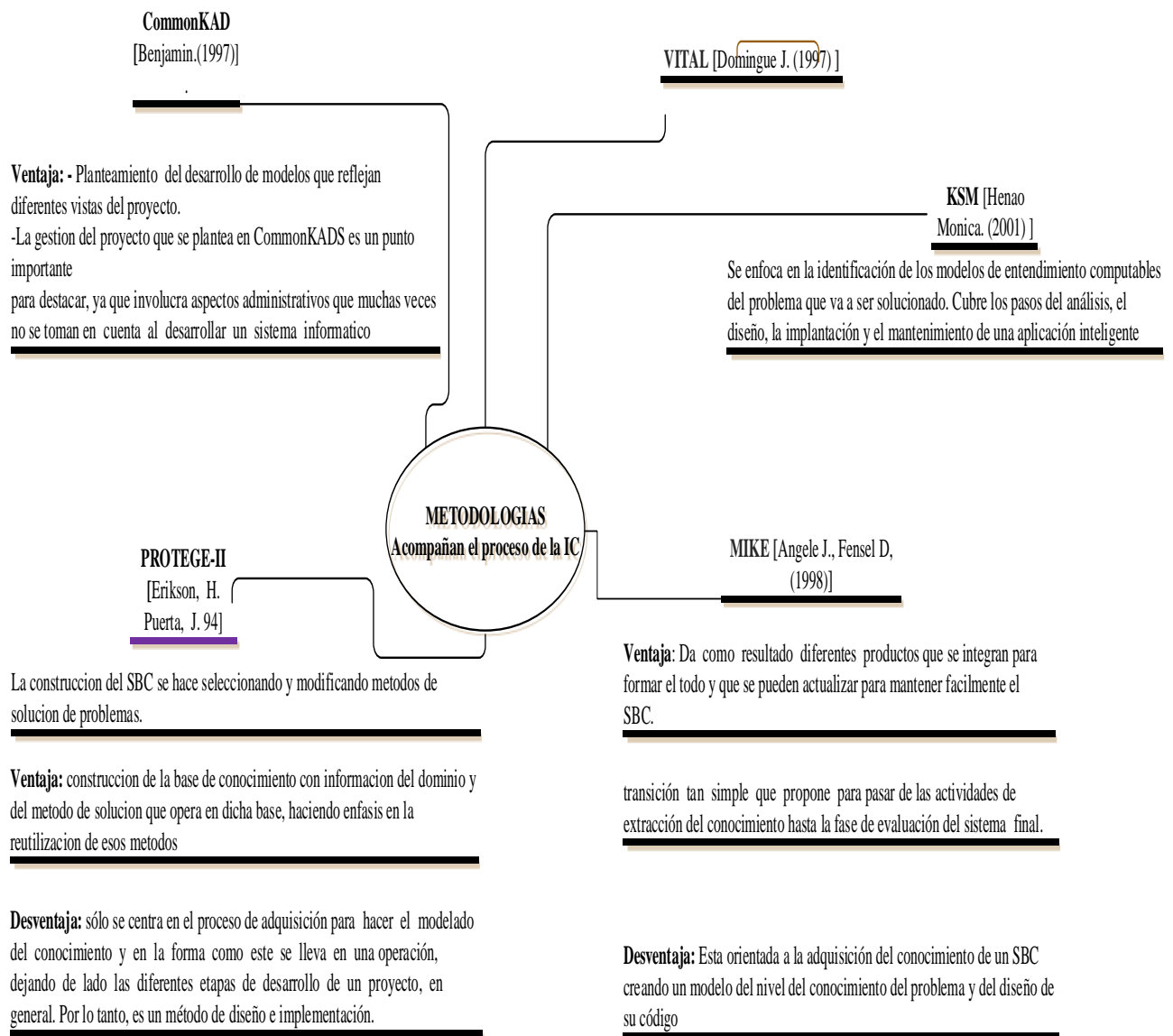


Figura 4. Resumen de las diferentes metodologías existentes que representan el conocimiento de un humano para la construcción de un SBC. Fuente: Adaptación del autor

De igual forma se observa que en las metodologías anteriores existen distribuciones de requerimientos en los que se pueden encontrar requisitos intrínsecos, y entradas débiles por parte del experto humano, o en muchas ocasiones incompletas con un alto grado de incertidumbre, y no pueden ser resueltos por algoritmos clásicos o la investigación operacional (Davis & Sarkani, et. al 2011; Nalepa & Adrian, 2012).

Se puede concluir de los anteriores conceptos, que el conocimiento es modelado para la construcción de un SBC por algunas metodologías y técnicas, quienes tienen ventajas y desventajas. Ninguna de ellas dentro de la literatura se le considera ser 100% potencial para extraer el conocimiento de un experto humano (Nalepa & Adrian, 2012).

2.4.1 Tipos de conocimiento para el desarrollo de software

La representación del conocimiento se convierte en un componente decisivo para el desarrollo de un SBC. Se dan diferentes modelos de representación del conocimiento, según el tipo de programación o codificación en la que se va a crear. Teniendo en cuenta los esquemas generados por los productos de software se analizan dos tipos en particular: el procedimental y el declarativo (cuyo motivo se da a que se acercan a la lógica que lleva consigo la técnica de RBC y los SBC y las concepciones teóricas del conocimiento en sí), (Iwazum et al, 2013).

2.4.1.1 Representación del conocimiento procedimental

Se refiere a las habilidades cognitivas o motrices (acciones, actividades, hechos, y experiencias que son realizadas por el hombre). Por su carácter dinámico y difícilmente interpretado en el lenguaje humano, este conocimiento es más difícil de modelar. El lenguaje natural, en ocasiones determina las acciones para admitir un hecho o un suceso como cierto, con la seguridad completa del significado, naturaleza o explicación de alguna cosa o fenómeno. Este tipo de conocimiento se visualiza en uno de los procesos de la ingeniería del software en la etapa

de adquisición de requerimientos para la implementación de un sistema de software (cabe a notar que los sistemas inteligentes o pertenecientes al área de la IA son productos también de la ingeniería de software, solo que el desarrollo difiere en su programación).

2.4.1.2 Representación del conocimiento declarativo

Hace una descripción detallada de los hechos y eventos que pueden ser recordados conscientemente. Este conocimiento puede ser representado por medio de listas proposicionales, y de redes semánticas o de marcos "*frames*" (Minsky, 1975).

Al hablar de extracción de conocimiento implica: la representación de ese conocimiento, y el procesamiento que hace la computadora a través de representaciones compuestas por objetos explícitos encargados de permitirles sacar conclusiones de conocimiento almacenados en un medio de información (Beckman, 1997).

Para representar cualquier tipo de conocimiento en una computadora, es indispensable tener presente los pasos, metodologías, técnicas e instrumentos que la IC pueda otorgar para apoyar el proceso. Para pasar a la IC se hace necesario destacar la propuesta de varios autores que se dedican a los estudios y teorías de la gestión del conocimiento (GC) (Beckman, 1997; Holsapple & Joshi, 1997; Ordoñez, 2001; Despres & Chauvel, 2000; García, 2004; Riesco, 2006), quienes coinciden en los siguientes procesos:

- ✓ Planificación del proceso: identificación de la situación actual de la estructura con el intento de observar el estado de elementos como son: liderazgo, cultura, edad de la organización, misión, visión, filosofía y valores.
- ✓ Análisis del Capital Intelectual: explorar acerca del estado actual del desarrollo del Capital Humano, Capital Organizativo, Capital Tecnológico y Capital Relacional.

- ✓ Identificación de actores: identificar a las personas que se integraran los componentes colaborativos para la transferencia y progreso del conocimiento, así como la infraestructura en TIC con los que cuenta la organización para la administración de la información.
- ✓ Transformación del conocimiento: a través de la identificación, adquisición, clasificación, almacenamiento, transformación, distribución y uso del conocimiento por la entidad.
- ✓ Evaluación del proceso: valoración de los resultados e impactos en el desarrollo de la organización con la implementación de una GC.

El conocimiento es un proceso humano y dinámico que es específico y atiende al contexto donde se genera; que es individual antes que grupal y que se asocia con la pericia, la competencia y la capacidad de actuar de cada individuo (Sveiby, 1998). El conocimiento, además, por sí solo posee las siguientes características:

- ✓ Es tácito, debido a que cada significado del mismo es vulnerable a las experiencias particulares de la persona que lo posee.
- ✓ Es dinámico, debido a que se orienta a la acción, es capaz de generar nuevos conocimiento, transformarse y en la mayoría de los casos se perfecciona.
- ✓ Es delimitado, atendiendo a los esquemas de creación existentes en el cerebro humano que lo procesa.
- ✓ Es movible, debido a su capacidad de transferencia entre las personas.

Nonaka (1991), sugirió la clasificación del conocimiento en dos clases: Tácito y Explicito. Diferentes autores (Badaracco, 1991; Blacker, 1993; Cook & Yanow, 1993; Hedlund, 1994; Winter 1987) admiten y dan sus teorías sobre la clasificación de estos dos conocimientos.

Concluyendo con la teoría de Nonaka, quien considera que:

El conocimiento Tácito: Es el conocimiento de la persona, resultado de la experiencia, que es versado debido a que se utiliza para actuar, está incluido en cada ser humano es quien implica ideales, valores y emociones de cada persona. No se transporta con facilidad entre las personas.

El conocimiento explícito: Es aquel que se puede codificar, sistematizar, como resultado del procedimiento y la racionalidad es secuencial y teórico, puede adaptar la forma de programas informáticos, patentes, diagramas o similares. Es transferible entre las personas, por lo tanto es trascendental en la generación de conocimiento.

Algunos autores proponen (Harris, 1996; Thomas H, 1997), la visión definiendo la GC como un ciclo de administración y tratamiento de la información, para que sea recreada dentro de la organización, mediante mecanismos de asimilación y captación que presente soluciones prácticas y generen un nuevo conocimiento. La GC *“encarna el proceso organizacional que busca la combinación sinérgica del tratamiento de datos e información, a través de las capacidades de las tecnologías de información y de creatividad e innovación de los seres humanos”*. En esta misma línea se evidencia un proceso sistemático para organizar, filtrar y presentar la información con el objetivo de mejorar la comprensión de las personas en un área específica de interés (Davenport, 1997).

Estos acercamientos conceptuales de la ingeniería y la gestión del conocimiento, derivan una gran fortaleza para las organizaciones, ya que si la gestión del conocimiento se encarga de administrar y transferir el conocimiento con sus diferentes teorías para la mejora continua dentro de los procesos de una organización, la IC interfiere a la hora de tratar el conocimiento del saber de un experto humano para ser modelado y simulado en la computadora. Un análisis más detallado de esta evolución histórica, y de otras metodologías basadas en el modelado se puede ver en (Studer et al., 1998; Motta, 1999).

2.5 Proyectos de ingeniería y gestión del conocimiento transferidos a un sistema computacional

El autor (Santia & Davis, et, al. 2011), en el desarrollo del proyecto STEAK, define la premisa de que sin una correcta identificación del conocimiento en la generación de la ingeniería, puede darse una pérdida significativa en el proceso del conocimiento, ya que este para ser transferido debe estar claramente identificado y definido. La identificación de los límites permitiría la transferencia estratégica de la ingeniería del conocimiento en su arquitectura, proponiendo un modelo STEAK a través de la exploración de modelos y metodologías existentes. Este modelo se utiliza para identificar e ilustrar una estructura de transferencia de conocimiento que integra el conocimiento generacional y la ingeniería. También se utiliza para evaluar las implicaciones asociadas a la pérdida de conocimiento requerido en las entradas y salidas por falta de experiencia.

En este proyecto se enfatiza sobre la importancia de la manera de transferir la generación del conocimiento como lo que se transfiere, se propone la gestión de intercambio de conocimiento en organizaciones y culturas como estándar en las industrias actualmente. La gestión del conocimiento y la transferencia tecnológica cumplen con los objetivos de una organización.

El proyecto de STEAK, no tiene como ideal concentrarse en la abstracción del conocimiento humano dentro de los procesos de una organización, su interés es la transferencia y la gestión del mismo.

En la propuesta de la investigación “Sistema de ingeniería basado en el conocimiento para el diseño de una respuesta rápida de una herramienta - maquina” (Shouming & Yongxian, 2010) se propone un mecanismo de razonamiento que combina el razonamiento basado en casos y basado en reglas, planteando la construcción de la base de conocimientos para mejorar la eficiencia de la búsqueda, a través del método del vecino más cercano quien busca ejemplos de diseño de

productos. Basado en la teoría de fusión tecnológica de conocimiento UG, el producto hace parte de la librería de un modelo parametrizado es creado e integrado con el diseño directamente del conocimiento.

La base del conocimiento, conecta y almacena todo tipo de conocimiento ejemplos y diseños de productos. Contiene una estructura jerárquica, que plantea el diseño del conocimiento. El mecanismo de clasificación es flexible y puede ser adaptativo y puede pertenecer a varias categorías de objetos, estos incluyen elementos del conocimiento basado en el diseño de tareas, se debe considerar que los conflictos y contradicciones pueden ser detectados.

En esta investigación, se observa como integran varias técnicas para crear una herramienta, que permita un mejor rendimiento para el diseño de máquinas en la demanda del mercado de productos diversificados, que tienen una naturaleza transitoria.

Otra investigación de interés para esta propuesta es la de Grzegorz, donde integran AceWiki con un CAPTHA para la adquisición del conocimiento (Grzegorz & Nalepa, et, al. 2012). En esta investigación formalizan métodos de representación del conocimiento para construir bases de conocimiento enriquecidas semánticamente sobre el razonamiento, sin embargo, se considera que la adquisición de conocimiento para los sistemas formales es una tarea tediosa y larga ya que el proceso requiere del dominio de expertos para proporcionar el conocimiento terminológico, por tal motivo se necesita de un ingeniero de conocimiento capaz de modelar el formalismo dado, además de una cantidad de datos para poder llenar la base del conocimiento. Aquí se propone el sistema CAPTHA, el cual permite a los usuarios ver un banco de preguntas en un lenguaje natural, las preguntas se generan de forma automática sobre la base de una terminología almacenada en una base de conocimiento del sistema, y las respuestas de los usuarios sirven como datos de

instancia para almacenarlos. La aplicación utiliza la semántica de wiki AceWiki y un motor de razonamiento en Prolog” (Song & Lin, et, al. 2012).

En el trabajo del desarrollo de *“una plataforma para un sistema experto inteligente orientado en ingeniería de conocimiento”* (Song & Lin, et, al. 2012) se propone una plataforma de desarrollo inteligente basado en una red con cuatro bases y dos motores que pueden ser utilizados para el desarrollo de un sistema experto (SE), proponen un entorno de desarrollo universal para los SE. Muestran una arquitectura de cuatro capas que están estrechamente integradas con la aplicación. Adicionalmente, tres modos de servicios que proponen los autores: Solicitud del conocimiento y modo de consulta, modo de diagnóstico basado en el conocimiento y modo de solución colaborativa basada en la IC. Las tres tecnologías claves para la representación del conocimiento incluidas en la plataforma son tecnologías de compilación inteligente y tecnología de razonamiento ya estudiadas para esta aplicación, son ejemplo para una construcción inteligente de una plataforma para un sistema experto en el diagnóstico de fallos, comprobando que la plataforma es eficaz y viable en la aplicación.

Trabajos recientes como la administración del conocimiento biológico basado ontologías aprovechando la inteligencia colectiva (Michiaki & Ken 2013), proponen un nuevo enfoque a la gc para sistematizar el conocimiento de un experto, especialmente se centra en el conocimiento biológico del dominio en comunidad de expertos. En este orden de ideas para comprender el fenómeno biológico de alto nivel, fue necesario establecer una brecha entre la información de un nivel molecular y la información de la célula en un nivel funcional. Sin embargo, el conocimiento biológico en el nivel funcional de la célula no ha sido sistematizado en el momento. Estos autores, están buscando un método para describir sistemáticamente y comprender los comportamientos morfogénicos de una célula y desarrollan un sistema de base biológica llamado CBDB, el cual está

basado en ontologías y datos semánticos de comunidades web, y el comportamiento celular en un formato RDF con datos multimedia. En este trabajo intervinieron dos biólogos y veintiocho estudiantes (28) quienes recogieron 1.500 fenómenos celulares extraídos de revistas académicas y libros de texto durante tres (3) años. El hecho conduce al resultado de mejorar la eficiencia de la sistematización del conocimiento dado por el comportamiento de la comunidad de la célula por la comunidad profesional. En este trabajo los autores elaboran el CBDB y discuten la metodología para la sistematización del conocimiento y comportamiento celular que tiene un experto en su dominio con la experiencia de diferentes expertos que conforman comunidad.

Montoya, D (2013) propone un modelo integrador de la gestión y la ingeniería del conocimiento para su transferencia a un SBC. Los sistemas de gestión de conocimiento (SGC) para diversos dominios, involucran el uso de tecnologías que en la mayoría de los casos no son familiares para muchas personas, lo que ocasiona que se requiera involucrar un determinado número de expertos. Desafortunadamente, muchas organizaciones no cuentan con expertos que puedan dar respuesta a la visión y misión de la organización.

El nuevo modelo propone una adecuada vinculación y uso de SGC dentro de una organización a través de un SBC que involucra la relación del conocimiento y el aprendizaje relacional con una variable de cooperación en cada uno de las causales que acompañan el efecto. Esto genera un proceso lo suficientemente flexible para transformar y evolucionar dentro de las necesidades cambiantes de cada una de las organizaciones (busca adaptabilidad). La transferencia del conocimiento con el aprendizaje relacional y la variable cooperación entre los participantes del modelo apoyan el diseño de un SBC. Posteriormente se muestra el modelo completo sobre la integración de la gestión y la ingeniería del conocimiento para su transferencia a un SBC, Figura 5.

El proceso para el procedimiento de búsqueda de conocimiento e información se hace a través del Descubrimiento de conocimiento, no necesariamente cumpliendo con un sistema secuencial, ya que el modelo es flexible, permite de alguna forma escalar sobre otra tecnología que realmente le permita aprender del dominio que se quiera modelar. Con este patrón, se hace un análisis sobre las variables relevantes en la información almacenada las cuales deben ser interpretadas y analizadas, para llevarlo a la base de conocimiento.

El modelo propone hacer una limpieza y preprocesamiento que incluyen operaciones de filtrados para proporcionar nuevos atributos, agrupación, reducción y proyección, sobre la información obtenida, y una vez se tenga estos resultados depurados de conocimiento o información, se debe permitir al modelo generar de acuerdo a la necesidad (síntesis, asociación, agrupamiento o clasificación de predicción) buscando de forma inteligente y automática la obtención de conocimiento útil a partir del conocimiento humano tratado para ser convertido así en un SBC. El modelo anterior se orienta apoyar el proceso de conocimiento explícito dentro de una organización ver Figura 5.

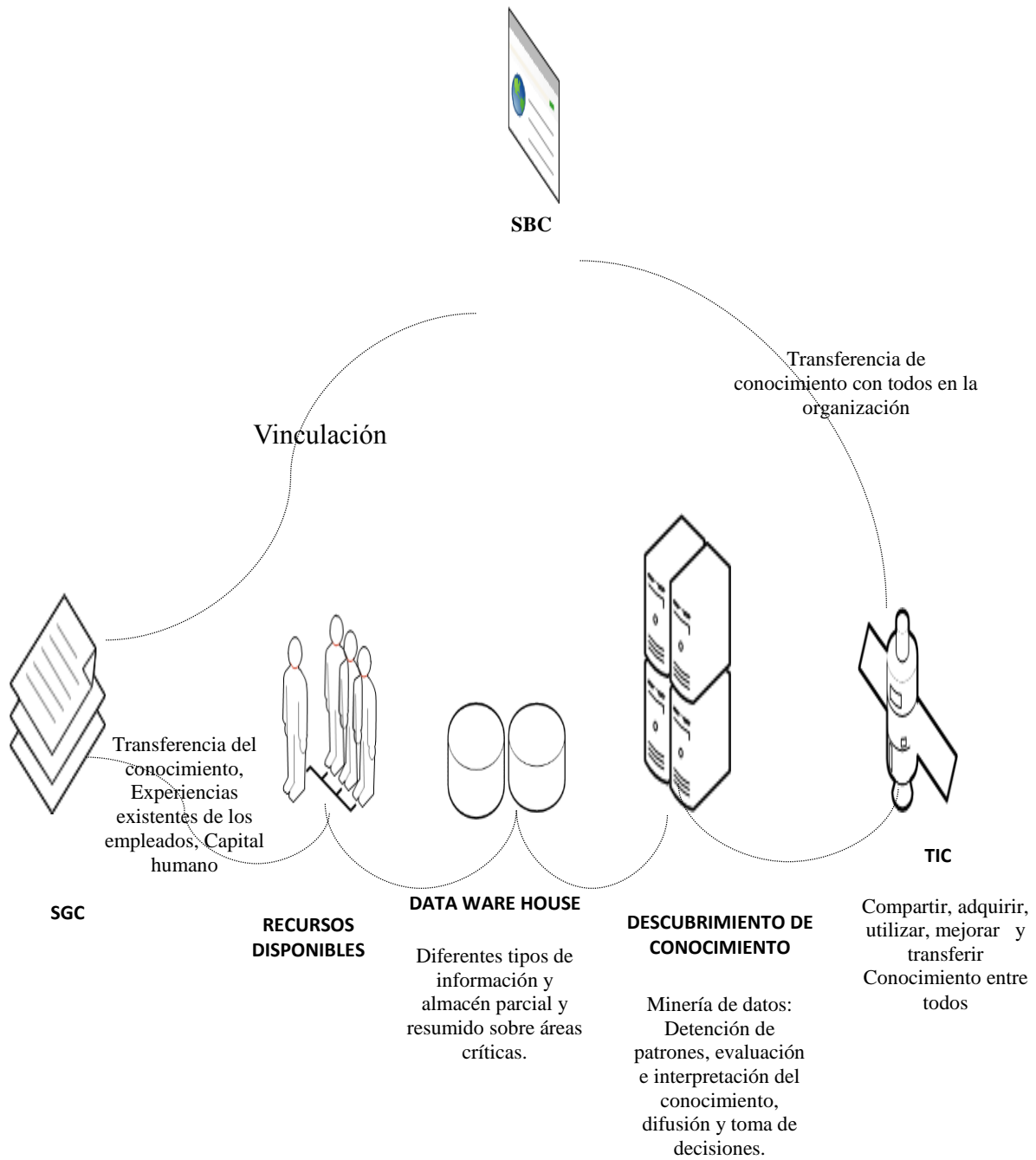


Figura 5. Modelo integrador de la gestión y la ingeniería del conocimiento para su transferencia a un SBC. (Montoya, 2013)

El autor (Kerschber, 2001) presentó un modelo de procesos de GC para establecer una arquitectura en varias etapas conocidas como capas. Donde se incluye: representación del conocimiento, gestión del conocimiento y datos.

Este modelo intentó relacionar diferentes procesos:

- ✓ Negocio de Conocimiento: para la captura del dominio del conocimiento de un experto humano en un tema específico.
- ✓ Distinción: busca el dominio a través de diferentes fuentes del saber cómo bases de datos en diferentes tipos: Relaciones, orientadas a objetos, transaccionales, entre otras. Identificando el conocimiento para su clasificación y relación para los conceptos del dominio.
- ✓ Almacenamiento y Recuperación: indexación de datos para consultas rápidas, con palabras claves, entre otras.
- ✓ Prorrato: se puede hacer a través de un portal corporativo, una mensajería electrónica sincrónica o asincrónicamente.
- ✓ Presentación: se debe tener en cuenta los intereses de cada usuario, dándose una colaboración entre estos para compartir el conocimiento tácito y combinarlo con el explícito en la resolución del dominio.

Un modelo representativo de la integración tecnológica es el que sugiere Kerschberg, 2001 en el que se reconoce la heterogeneidad de las fuentes del conocimiento y se establecen diferentes componentes que se integran en lo que el autor denomina capas.

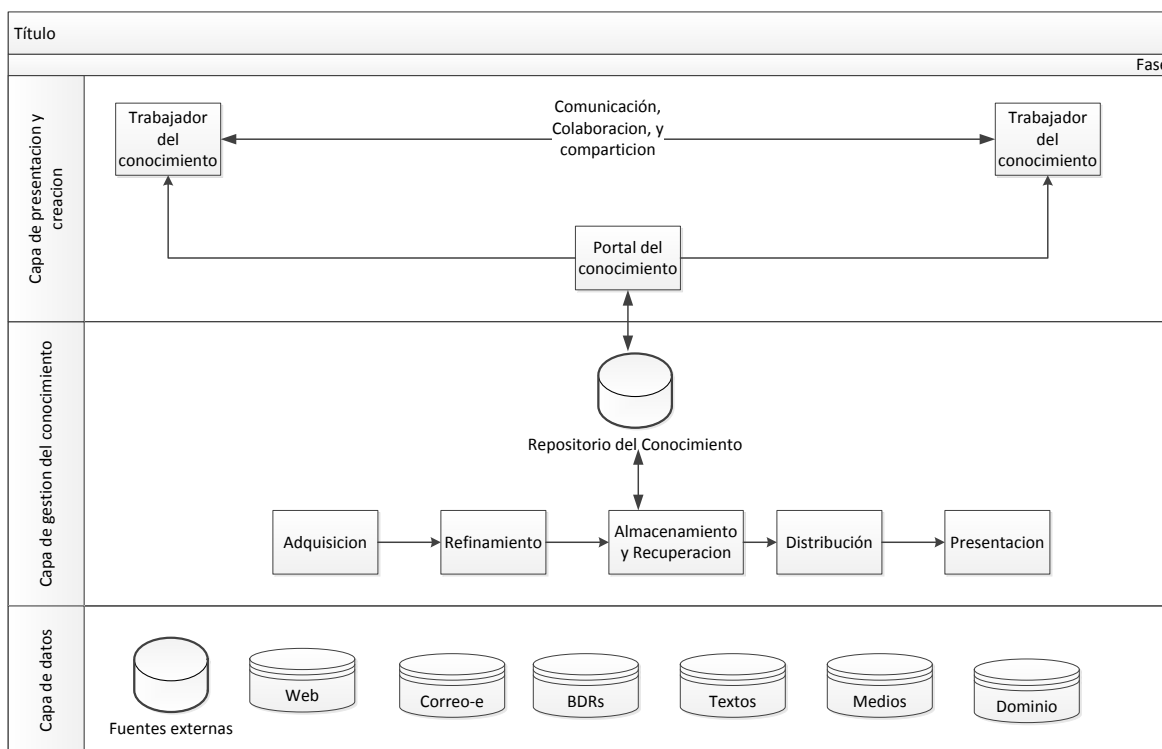


Figura 6. Modelo de procesos del conocimiento (Kerschberg 2001)

A partir del modelo anterior propone una versión nueva denominada modelo conceptual de sistema de gestión del conocimiento a partir de tres capas (Kerschber, 2002):

- ✓ Presentación y creación del conocimiento: los ingenieros del conocimiento obtienen información personalizada y pueden realizar búsquedas de información especializadas, colaborar con la creación de nuevo conocimiento o transformar conocimiento tácito en explícito mediante grupos de discusión.
- ✓ Gestión del conocimiento: se dan servicios de middleware con la organización.
- ✓ Capa de datos: se encuentran todas las fuentes de datos de la organización.

En conclusión este modelo conceptual de Kerschberg, 2001 muestra los componentes de un sistema de información corporativo, donde se observan los servicios que se definen en la capa intermedia, iniciando en el modelo de negocio y las metas establecidas por la dirección estratégica,

que pueda dividir en subconjuntos: servicios basados en el conocimiento y en la información no estructurada, y servicios basados en los procesos normalizados y la información estructurada.

Los diferentes modelos de Kerschberg tienen como objetivo representar el conocimiento pero no tiene como límite al experto humano para la extracción del dominio del conocimiento, por tal motivo integra y deja esta labor a la IC como lo manifiesta en la primera etapa del modelo donde incluye al ingeniero del conocimiento (trabajador del conocimiento). Otros modelos de GC, se pueden observar en el Anexo 1.

2.6 Resultados obtenidos para la caracterización de elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano

Para seleccionar los elementos, se tuvo en cuenta cada numeral de este capítulo, de acuerdo al grado de importancia dada por cada autor y la similitud de elementos que presentan entre sí. Basados en los criterios dados por cada uno de ellos, se unifican varios de estos elementos (*a los cuales les damos en adelante el nombre de datos o variables*) para obtener un conjunto aglomerado para su validación, observar el grupo en la tabla 1.

Tabla 1. Elementos seleccionados para la caracterización de los componentes de extracción de conocimiento de un experto humano (Montoya, 2015).

Memorizar	Inventar	Gestión del conocimiento	Lenguaje inferencia
Aprender	Diseñar	Organización	Recordar
Comprender	Clasificar	Reglas	Reconocer
Analizar	Pensamiento lógico	Seleccionar	Información
Aplicar	Mejorar	Justificar	Evaluar
Crear	Predecir	Caso	Razonar
Explicación	Modelar	Optimizar	Efecto
Transferencia tecnológica	Derivar	Calcular	Modelo
Proponer	Interpretar	Resolver	Actividad
Reutilización	Representación	Determinar	Procedimiento

2.7 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se cumplió con el objetivo específico uno, en cuanto a la caracterización de los elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano, de tal forma que se observaron variables importantes de conocimiento, las cuales fueron seleccionadas clasificadas y categorizadas, escogiendo indicadores relevantes que desde la literatura y en su análisis, son de aporte para el desarrollo del modelo.

También es de importancia tener presente en este capítulo, que los lectores no se deben desvirtuar del enfoque de esta tesis, el cual centra su interés en la primera etapa de análisis del conocimiento específico que tiene un experto humano (cada desarrollo de un producto de software o un SBC, debe pasar por la etapa de análisis de requisitos o de conocimientos, después de identificar un problema), para ser analizado, modelado o diseñado para representarlo posteriormente a código comprensible para la computadora. Lo anterior justifica la selección de los elementos del modelo, teniendo como foco de partida la arquitectura tanto de SBC como de RBC.

Es otra conclusión del capítulo como la gestión del conocimiento, controla y administra el juicio humano para preservarlo o transformarlo de tácito a explícito, y como la IC entra de forma potencial, para permitir procesar y codificar ese conocimiento con estándares propios de ingeniería, generando el éxito que pueda tener la transformación tecnológica en este paso.

No es el interés de esta tesis doctoral extraer conocimiento grupal, aunque se complementa con el conocimiento similar y experiencias de varios, para apoyar el saber específico de un individuo. Este capítulo nos incita a desarrollar un soporte metodológico que precise la representación del conocimiento para ser leído e interpretado por un ingeniero de software, o el mismo experto humano.

Capítulo 3

Razonamiento basado en casos para la extracción de conocimiento

Para caracterizar los componentes de la práctica del RBC, nuevamente entramos en estudio de esta técnica y se determinan elementos que permiten apoyar el modelo a diseñar.

En esta técnica de RBC, NO se requiere un modelo explícito del dominio, por lo que el proceso de adquisición de conocimiento (*Cuello de botella habitual en el desarrollo de SBC*) se reduce a la recopilación de casos. También se puede descomponer en conjuntos de tareas que se van agrupando progresivamente para conseguir la resolución del problema. Se debe tener en cuenta que la descripción de la experiencia está perfectamente descrita y se intenta que no falte información en su descripción. Además es necesario que toda esta información que contiene posea un cierto grado de organización que permita entendimiento y llegar a la información necesaria rápidamente (Fowler 2000).

3.1 Proceso y seguimiento del RBC para la extracción de conocimiento

Para definir el concepto de razonamiento y de casos, nos apoyamos en la técnica de RBC, quien desde la literatura se concluye que este tiene un enfoque que aborda nuevos problemas tomando como reseña problemas similares que fueron resueltos en el pasado (Kolodner 1993), (Bello 2002), (Jiménez, 2006). De modo que problemas similares tienen soluciones similares, y la similitud juega un rol esencial (Fowler 2000). Su proceso está compuesto por: la base de casos, el módulo de recuperación de casos y el módulo de adaptación de las soluciones.

Un nuevo problema se compara con los casos almacenados previamente en la base de casos y se recuperan uno o varios casos. Posteriormente se utiliza y valora una solución indicada, por los

casos que han sido seleccionados con anterioridad, para tratar de aplicarlos al problema presente (Jiménez, 2006).

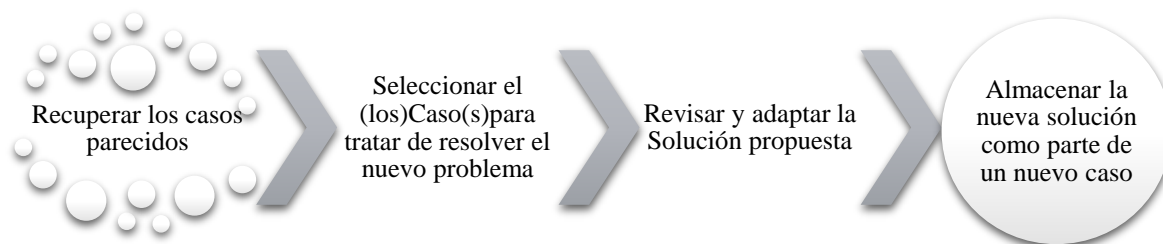


Figura 7. Actividades del razonamiento basado en casos (Althoff, 2001)

Para la selección de los elementos clasificados por el RBC, se tuvo en cuenta que en estos sistemas no requiere un modelo explícito del dominio, por lo que el proceso de adquisición de conocimiento se reduce a la recopilación de casos. Se busca que al extraer el conocimiento se compartan las experiencias que vive el experto en cada caso para ser intervenidas dentro de la descomposición del nuevo modelo. Este modelo debe estar en la capacidad de permitir modelar de uno a varios casos presentados por un experto.

Kolodner, es uno de los autores que define que esta técnica no tiene un modelo de elicitación de requisitos ni de extracción de conocimiento, la cual se justifica debido a que presenta algunos métodos como la fundamentación de búsqueda en una base de conocimiento, ya existente, la similitud que se da entre casos, es lo que permite la adaptación al valor de un problema. También puede descomponer conjuntos de tareas que se van agrupando progresivamente para conseguir la resolución del problema.

En el RBC (*“A case is a contextualized piece of knowledge representing an experience that teaches a lesson fundamental to achieving the goals of the reasoned”*) un caso es *“un conjunto de características, atributos, relaciones y resultados”* (Harmon, 1991); se compone de tres

elementos: La descripción del problema, la solución que se aplicó y el resultado de la solución (Funk et, al 2002). También se debe tener en cuenta que la descripción de la experiencia este perfectamente descrita y se intenta que no falte información en su descripción, además es necesario que contenga un cierto grado de organización que permita entendimiento y llegar a esta información rápidamente, minimizando acceder a la que no sea necesaria.

Uno de los propósitos es proponer una respuesta a la representación para la codificación y almacenamiento de la experiencia de un experto humano de tal forma que ésta pueda ser recuperada en forma adecuada (Delgado 2003; Althoff et, al 2001).

En la primera etapa de análisis de casos, se debe buscar organizar la complejidad existente entre los casos, no se debe exponer la extracción de relaciones conceptuales y analizar la perspectiva de los actores. Si la perspectiva hace parte del conocimiento de un humano no es completamente el conocimiento en sí, ya que este puede ser uno de los elementos del sinnúmero que compone el conocimiento de los de cada ser.

En síntesis el análisis de esta técnica invita a la teoría de los SBC a comprender que el conocimiento de un humano no debe ser visto sólo desde la experiencia o casos vividos, se debe tener presente elementos que complementan e integren un todo para hallar resultados exitosos en su desarrollo, ya que los sistemas de RBC son capaces de adquirir nuevo conocimiento a través de la incorporación de casos, siendo su mantenimiento más sencillo.

3.2 Determinación de componentes a través de elementos identificados

La IC y el RBC, se pueden complementar el uno al otro para resolver problemas desde enfoques basados en el conocimiento, ya que si bien la IC debe extraer el conocimiento que tiene el humano, el razonamiento hace parte del conocimiento (vivencia, experiencia o casos de cada individuo, los cuales se pueden convertir en una relevancia para representar el conocimiento).

Como fue definido en el capítulo 2, la estructura de los SBC y los del RBC en sus primeras etapas de análisis, con el experto, permiten crear una primera representación del modelo conceptual, observando los componentes de interés que se descomponen en varios elementos.

En este capítulo se retoma nuevamente las teorías referenciadas sobre los vacíos en la adquisición o elicitación de conocimiento de los seres humanos, ya que para estos, es dificultoso transmitir y permitir interpretar su propio conocimiento y asentir que un ingeniero de requisitos o de conocimiento pueda modelar exitosamente su saber.

De las dos concepciones anteriores, se determina la necesidad de que un ingeniero de conocimiento tenga la pericia y el apoyo de herramientas que le ayuden a interpretar y analizar el saber de los expertos, en desenlace de la necesidad para los investigadores del área de análisis sistemático, con la construcción de nuevos métodos, metodologías y modelos para el análisis y modelamiento de los seres humanos.

3.3 Estructura de SBC y RBC

El conocimiento y razonamiento: considerando que el primero está ligado a los sistemas de representación y almacenamiento de la **información** y el segundo a la recuperación, conexión, inferencias y cálculos hechos con esa información (motores de inferencia), creando información nueva. *A priori*, cualquier sistema de representación del conocimiento debería servir para realizar tareas de razonamiento (Chein, et, al. 2009).

En la figura 8, se observan los elementos que componen la estructura de la técnica de RBC, acompañada de la estructura de un SBC, para mejorar la visualización de posibles relaciones entre ambas (identificación de diferencias y similitudes en el proceso).

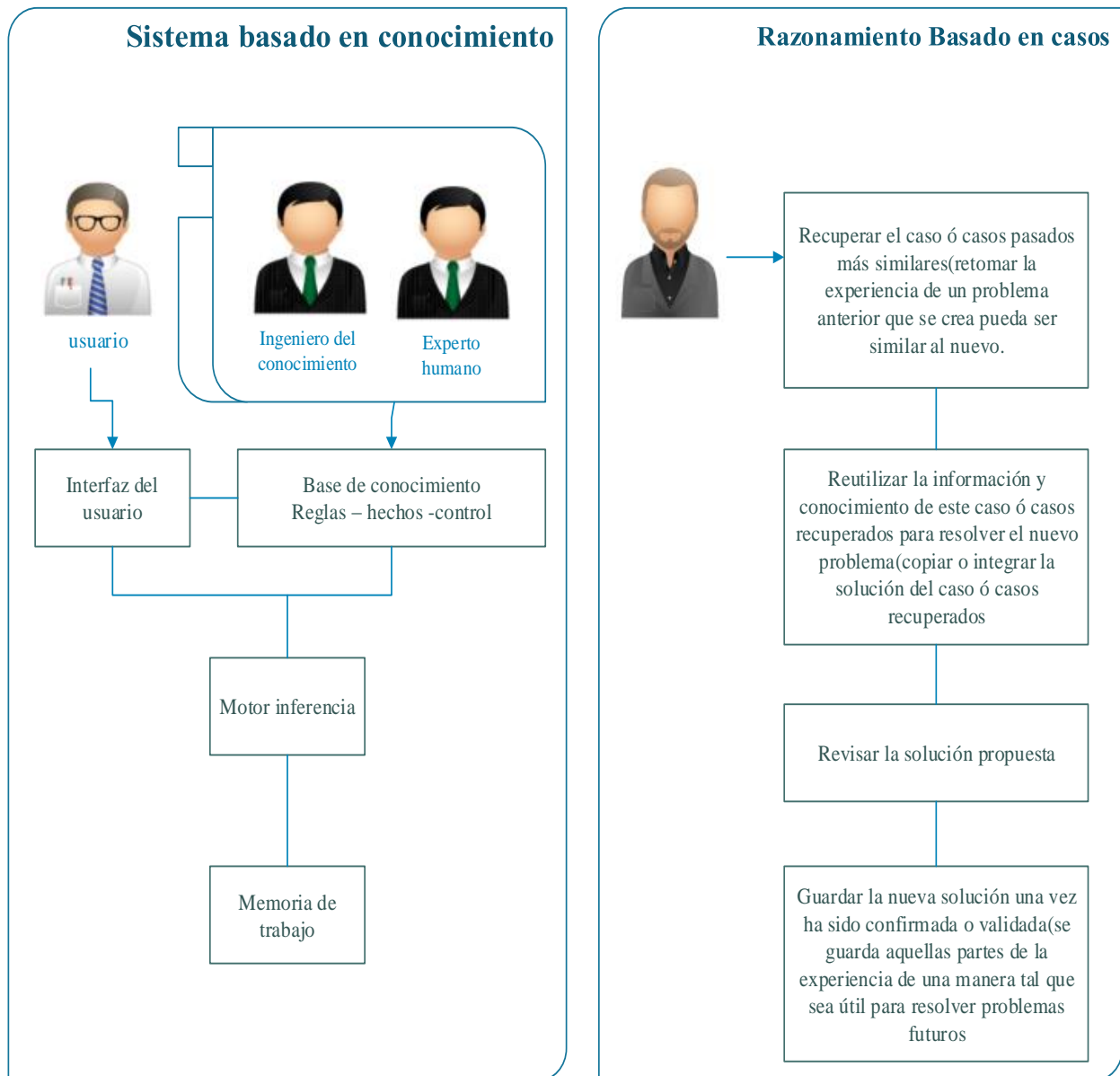


Figura 8. Arquitectura de un SBC y Arquitectura de un sistema de RBC.

3.3.1 Arquitectura SBC

El usuario: hace parte de lo que es un visualizador y verificador encargado de comprobar la validez del desempeño del sistema, se encarga de brindar información adicional al sistema o modificar el conocimiento que allí se encuentra. Busca rápidamente desarrollar pericia personal relacionada con el área específica mediante la recuperación de conocimientos organizados y

condensados del sistema y Aprovecha la pericia del sistema en el desempeño de tareas específicas (Peña, 2006).

Interfaz del usuario: se encarga de permitir la interacción con el usuario, es quien inicia, desarrolla, suspende, reanuda las sesiones a trabajar, igualmente establece un protocolo de diálogo mediante parámetros, o medio de expansión, como el reconocimiento de voz y mecanismos que operan en tiempo real. Las interfaces explican el comportamiento del sistema, argumentando las razones por las que formula preguntas y llega a conclusiones específicas o generales en algunos casos. Este componente puede ser el sistema en su totalidad con base de conocimiento, motor de inferencia y memorias de trabajo (Peña, 2006).

Motor de inferencia: son procedimientos encargados de representar los mecanismos de solución, que identifican y resuelven el problema, además de evaluar las alternativas de procedimiento, permiten implementar criterios de búsqueda conforme sea la naturaleza del problema, diseñando búsquedas ciegas, heurísticas o aplicaciones de algunos métodos, . Se fundamenta la inferencia al tipo de conocimiento que se representó y que está en la “*base de conocimiento*”, establece métodos correspondientes como las reglas de predicados entonces hará uso de la resolución unificada, es considerada como el núcleo del SE donde reposa la parte “*procedural*”.

Base de conocimiento: es el centro de conocimiento especializado del sistema, quien emplea varias técnicas que permiten caracteriza y organizar el conocimiento específico, como los “*frames*”, “*redes semánticas*” y “*scripts*”, creando un formalismo de representación de conocimiento. De igual forma es responsable como administrador del almacenamiento, recuperación y actualización en las estructuras de representación correspondiente. También es un

mecanismo encargado de responder a las demandas de acceso a elementos específicos del conocimiento o servicios efectuados por el motor de inferencia y el módulo de aprendizaje.

Mecanismo de Aprendizaje: aquí se adquiere un nuevo conocimiento y actualización del existente, en los subsistemas (base de conocimiento, máquina de inferencia, interfaz hombre-máquina).

Base de Datos: es un depósito de conocimiento complementario a la “*base de conocimientos*” que por su naturaleza, representa y manipula los datos o la información. El empleo que se deriva de este módulo es un almacenamiento de datos. Todos aquellos elementos del dominio de conocimiento del sistema, específicos al problema y los particulares del usuario pueden registrarse en archivos o tablas convencionales. Ofrece servicios de inserción, acceso, actualización y borrado de datos, además de seguridad, integridad, confiabilidad, respaldo y restauración y monitoreo de la información (proceso de administración).

Base de Datos: es el depósito de almacenamiento del código, conocimiento y resultado de las inferencias que se genera a lo largo de la sesión, donde se desarrolla la solución del problema. Que corresponda a la búsqueda de la solución. La administración de la red o estructura de conocimientos que se empleen para representar a los estados iniciales, intermedios y finales del problema (Peña, 2006).

Ingeniero de conocimiento: es la persona que obtiene los conocimientos del experto y los representa en el sistema basado en conocimientos. El ingeniero plantea las preguntas al experto, estructura sus conocimientos y los implementa en el sistema. En la creación de la aplicación, el ingeniero y el experto trabajan muy unidos.

Experto humano: son intermediarios que transmite su conocimiento al sistema, y el usuario que lo utiliza para resolver un problema con la eficacia de un especialista.

3.3.2 Arquitectura RBC

El razonamiento: otro concepto de razonamiento es dado por Leibniz, considerado como un encadenamiento lógico entre dos o más juicios, de los cuales el último es la consecuencia de los anteriores, para todo razonamiento se necesitan dos o más juicios pero para que los juicios formen un razonamiento debe existir entre ellos un nexo lógico que me permita llegar a una conclusión (Leibniz, et al., 2011)

También se considera que el razonamiento como ese conjunto de actividades mentales que consisten en la conexión de ideas de acuerdo a ciertas reglas y que darán apoyo o justificarán a una idea principal o nueva en su defecto. Se fundamenta en el uso del entendimiento para pasar de unas proposiciones a otras, partiendo de lo ya conocido o de lo que se cree conocer a lo desconocido o menos conocido. O puede ser informal, el cual no solamente se basará en premisas como el anterior sino que además se ayuda de la experiencia y del contexto (Paliouras, et al. 2011).

Los casos: se puede utilizar la experiencia previa de un individuo para prevenir problemas potenciales y no repetir errores cometidos en el pasado. Los casos ayudan a la lógica a concentrarse en las características más importantes de un problema. Estos son útiles para interpretar conceptos que no están claramente definidos. No necesita una elicitación de conocimiento como en los sistemas basados en reglas, porque no requiere un modelo explícito del dominio del problema. Además, para los expertos es más cómodo y sencillo contar situaciones concretas (casos) que intentar dar un conjunto de reglas que explique el comportamiento del dominio (Jiménez, 2006).

Memoria de Casos: la Memoria de Casos almacena el conjunto de casos a manera de registros. La estructura de cada uno de los casos está compuesta por cuatro zonas o componentes básicos: Identificación del Caso, Descripción del Problema, Descripción de la Solución y

Conclusión. Estos componentes, a su vez se subdividen en cinco campos: Identificación del Caso, Contexto, Solución, Peso Euclidiano y Resultado Obtenido después de aplicar el caso (Jiménez, 2006).

Identificación del Caso. Es un número consecutivo que permite distinguir los casos almacenados.

Contexto. Compuesto por el nombre de la BUL, los IOs y el nivel de aprendizaje del estudiante. Este último campo es usado por el agente Tutor para solicitarle al agente Experto conocimientos y problemas con determinado grado de abstracción.

Solución. Muestra los conocimientos (Objetos de aprendizaje) específicos y la metodología de trabajo la cual ha sido usada por los otros aprendices.

Peso Euclidiano. Es calculado por medio del promedio aritmético del tiempo usado por los aprendices en alcanzar los IOs cuando utilizan determinado caso.

Resultado. Contiene el número de veces que el caso ha sido usado por los aprendices, el número de casos exitosos al usar el caso específico y el número de casos no exitosos.

Solución Propuesta: la solución propuesta contiene los datos del campo seleccionado. Estos datos son enviados al módulo Planificador para replanificar el contexto de enseñanza/aprendizaje. Después de pasar por las acciones del módulo Ejecutor, el módulo Evaluador diagnostica el nivel de aprendizaje del alumno.

Si el estudiante logró los IOs propuestos para la BUL después de haber utilizado el caso, los datos contenidos en este se actualizan; cambiando el número de uso del Casos, número de casos exitosos y número de casos no exitosos (Jiménez, 2006).

Ciclo de Funcionamiento: el ciclo de funcionamiento del CBR dentro de la IP se ejecuta en el módulo Recuperador.

Recuperación: en esta fase se analiza el problema actual y se utilizan sus características para buscar en la Memoria de Casos aquellos casos que más se parezcan a la situación actual. Entre los casos recuperados, se selecciona el más apropiado. Esta fase se subdivide en tres tareas: Identificación de las características, selección, y comparación (Jiménez, 2006).

Identificación de las características. Se identifica el problema con base en las características de entrada: BUL, IOs y Nivel de aprendizaje. Esta tarea permite descartar casos no necesarios.

Comparación. El objetivo de esta tarea es retornar de la Memoria de Casos, un conjunto de casos suficientemente semejantes al problema de entrada. Cuando se presentan casos con entradas similares, se evalúa con el propósito de seleccionar solo aquel que muestra mejor desempeño. Para la evaluación se tiene en cuenta los datos almacenados en los resultados (Tiempo promedio, número de usos del caso, número de casos exitosos, número de casos no exitosos).

Selección. Es el proceso de elegir el mejor entre los casos de un conjunto obtenidos en un proceso de comparación. La importancia de esta tarea reside en el hecho de que su resultado es exactamente la salida (Descripción de la solución), debido a que el caso seleccionado es aquel cuya solución será sugerida para solucionar el problema de entrada (Jiménez, 2006).

Adaptación: una vez determinado el caso más parecido al problema actual, el sistema lo adapta para ajustarlo a las peculiaridades. Es decir, la solución propuesta mediante el caso recuperado se envía al módulo Planificador (Agente Tutor) para replanificar el contexto de aprendizaje.

El ciclo instruccional se repite de acuerdo a la estructura del caso recuperado, pasando por los módulos Ejecutor y Evaluador.

Revisión: después de aplicar la solución, el siguiente paso consiste en la revisión de los resultados obtenidos en la aplicación para comprobar si la solución propuesta ha tenido éxito o no. Si la solución ha fracasado se marca la solución para evitarlo en el futuro.

Almacenamiento: en esta última fase, el sistema almacena en la Memoria de Casos la nueva experiencia a través de un caso que incorpora el problema actual, la solución y sus resultados, con el propósito de ser usada en sesiones de enseñanza/aprendizaje futuras por otros aprendices. Si la solución fracasó, se almacena la información necesaria para prevenir fracasos similares. El nuevo caso se integra en la Memoria de Casos y se actualizan los índices. En esta fase también se actualiza y salva en el perfil del estudiante (Jiménez, 2006).

Ambas disciplinas necesitan de un ingeniero y un experto para verificar y analizar el conocimiento, con el único propositivo de ser interpretado y representado, de la misma forma que la ingeniería del software debe definir los requerimientos funcionales y no funcionales cuando se va a desarrollar este producto.

3.3 Resultados obtenidos del capítulo

De las dos grandes áreas se tienen presentes dos variables que se encuentran en la arquitectura de ambas, una en forma explícita y la otra de forma implícita, siendo estas: el razonamiento y los casos (los cuales se pueden contemplar como elementos ya seleccionados para la caracterización de los componentes de extracción de conocimiento de un experto humano en la tabla 1, capítulo 2 de esta tesis doctoral). Cada una de las anteriores etapas muestra como el razonamiento de un humano debe ser extraído y plasmado en un modelo interpretativo para su

codificación y procesamiento por una computadora, y como los casos corresponden con el razonamiento de acuerdo a su suceso. Estas etapas justifican el objetivo y alcance de este capítulo, en la medida que se caracterizan elementos para los componentes que acompañaran el modelo, con la técnica del RBC para extracción de conocimiento (Jiménez, 2006).

En este capítulo, se cumple el objetivo específico número dos de esta tesis doctoral, definiendo dos elementos más, que se vinculan al ejercicio de la elaboración del diseño del modelo a construir, estos elementos se validan a través de las teorías que resaltan la importancia, de integrar el conocimiento humano, con las variables definidas en la técnica de RBC (casos, razonamiento).

El elemento razonamiento y casos, son una estrategia propia de cada experto, los cuales sirven de gran ayuda a las conclusiones o explicaciones que debe generar un sistema basado en el conocimiento. Cuando el experto expresa al ingeniero de conocimiento su razonamiento teniendo en cuenta su saber, y que hacen parte de los casos vividos frente a una experiencia, el ingeniero debe proporcionar al sistema un análisis de conclusiones, las cuales deben ser verdaderas, teniendo en cuenta el elemento principal que es la información dada por el experto, ya que este los comprueba a través de los dos elementos identificados. Los casos vividos permiten desarrollar una serie de aptitudes, destrezas y prácticas, para concebir soluciones a situaciones o problemas que surgen de la experiencia o de las circunstancias del experto (Jiménez, 2006).

Al tenerse presente estos dos elementos en la etapa de análisis de un SBC, estos permiten que los resultados generados por el sistema como las conclusiones y explicaciones (inferencias), sean claras y planteadas desde la realidad, ya que son parte del pensamiento crítico de un individuo, en la toma de una decisión.

Capítulo 4

Componentes de extracción de conocimiento usando RBC

Para la elaboración del modelo se hacen varias abstracciones representadas en componentes que luego se desagregan y se convierten en indicadores (elementos ya obtenidos en la selección de la tabla 1, capítulo 2). A partir de los elementos ya identificados y refinados con la integración de la técnica de RBC, obtenidos en el capítulo 3, de esta tesis, se logran los componentes de extracción de conocimiento, como se indica posteriormente en el desarrollo de este capítulo.

4.1 Especificación y abstracción del modelo

Con las concepciones de los capítulos anteriores, se logran agrupar componentes, los cuales son necesarios para cumplir el objetivo de búsqueda de conocimiento tanto para el análisis de la ingeniería como el RBC.

De las vivencias y competencias de formación que han tenido los seres humanos se integra las experiencias desde la IC y el razonamiento de casos, quienes a su vez reúnen componentes que se deben tener en cuenta para el diseño del nuevo modelo sin alterar significativamente las etapas de las estructuras expuestas. Se toma como referentes para estructurar el nuevo modelo basado en los elementos a integrar, los siguientes componentes: adquisición del conocimiento, inferencias, validación de los casos, la explicación, y la representación de ese conocimiento. Cada componente se puede convertir en un modelo, pero en esta investigación sólo se toman como clases para caracterizar los elementos finales del modelo propuesto. Se conceptualizan los nuevos componentes a tener en cuenta en el modelo.

4.1.1 Adquisición del conocimiento

Los sistemas desarrollados en el ámbito de la ingeniería lingüística están estrechamente vinculados a la denominada IC, teniendo en cuenta un enfoque cognitivo, ya que sus bosquejos se basan en estructuras lingüísticas que conforman sistemas conceptuales y variables que ofrecen respuestas posibles, aplicados en muchos de los desafíos al procesamiento del lenguaje natural, nuevos sistemas de traducción automatizada. Por ejemplo, se basan en *corpus* textuales paralelos (memorias de traducción) que se indizan utilizando bases de conocimiento que ayudan a estructurar y desambiguar los posibles resultados que ofrece la máquina (Filej et al, 1991).

4.1.2 Inferencias

La inferencia nace a partir de una valoración mental entre disímiles expresiones del ser humano, al ser afines con abstracciones, permiten trazar un alcance lógico a partir de una hipótesis o demostraciones, para inferir una conclusión (ya sea verdadera o falsa). Existen diversas características en las inferencias, hay de varios tipos, entre ellas la estadística, la cual es muy aplicada en la administración y la gestión, y tiene como apoyo diversas hipótesis y estimaciones. Otro de los tipos de inferencia es el comportamiento, quien analiza a profundidad las formas de comportamiento de un individuo en forma general, contando con factores tales como el grado de inteligencia o lo que sería la empatía (Boolos et al, 2007).

Reglas de inferencia: Son estructuras de argumentos que siempre serán correctos para hallar tautologías (argumentos que arrojan resultados verdaderos). Son formas estandarizadas para que el razonamiento sea correcto. A partir de las preposiciones se pueden concluir otras proposiciones que también son verdaderas.

Adición. Si se tiene una letra P se puede agregar cualquiera otra siempre y cuando sea con disyunción (ó). Si se tiene algo verdadero entonces se puede concluir algo verdadero o cualquier otra razón.

Simplificación. Si se tienen una conjunción con dos letras se puede inferir cualquiera de una de ellas (y). Si se tiene una conjunción y es verdadera cualquiera de las proposiciones que la componen es verdadera.

$$\begin{array}{ll}
 P \text{ y } Q & \text{Premisa} \\
 P & \text{Conclusión} \\
 Q & \text{Conclusión}
 \end{array}
 \quad (1)$$

Figura 9. Formula de la lógica proporcional

Modus Ponendo Ponens (modo que afirmando afirma). Afirma a partir de un condicional una conclusión. Si se tiene un p entonces q, se puede concluir q, es decir el consecuente del condicional. Si se tiene una implicación y el primer término es verdadero se puede concluir el segundo término.

$$\begin{array}{ll}
 P \text{ ó } Q & \text{Premisa} \\
 \text{no } P & \text{Conclusión} \\
 Q & \text{Conclusión}
 \end{array}
 \quad (2)$$

Figura 10. Formula Modo que afirmando afirma

Modus Tollendo Tollens (modo que negando niega). Si una implicación es verdadera y su segundo término o conclusión es falso, se puede concluir la negación del primero.

$$\begin{array}{ll}
 P \text{ ó } R & \text{Premisa} \\
 Q \text{ ó } S & \text{Conclusión}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{ll}
 P \text{ ó } R & \text{Premisa} \\
 Q & \text{Conclusión}
 \end{array}
 \quad (3)$$

Figura 11. Formula Modus Tollendo Tollens

Modus Tollendo Ponens (modo que negando afirma). La negación de la primera es verdadera a partir de otra cosa verdadera.

Transitividad de la implicación o silogismo hipotético. Se caracteriza por estar formado por juicios hipotéticos.

$$\begin{array}{ll}
 P \Rightarrow Q & \\
 Q \Rightarrow R & \text{Premisa} \\
 P \Rightarrow R & \text{Conclusión}
 \end{array} \quad (4)$$

Figura 12. Formula Transitividad de la implicación

Lógica formal. Permite hacer demostraciones para determinar si un argumento es correcto en su estructura. Cuando una proposición puede derivarse correctamente de un conjunto de premisas dadas, se observan los principios ya establecidos para implementar el método de deducción natural a través de un condicional.

$$\begin{array}{ll}
 P & \\
 Q & \text{Premisa} \\
 P \text{ y } Q & \text{Conclusión}
 \end{array} \quad (5)$$

Figura 13. Formula lógica formal

Conjunción: esta regla establece que si el resultado de una conjunción es verdadera, lo son cada una de sus premisas.

$$\begin{array}{ll}
 P & \\
 Q & \text{Premisa} \\
 P \text{ ó } Q & \text{Conclusión}
 \end{array} \quad (6)$$

Figura 14. Formula conjunción

4.1.3 Explicación

La explicación es considerada como un proceso cognitivo que presenta el qué, el cómo, el por qué y el para qué de las cosas o acciones. Se puede declarar el conocimiento o el significado de algo que permite hacer evidente el asunto que se quiere explicar.

Las explicaciones se manifiestan a través del lenguaje. Una persona que comprende y razona sobre un hecho y no puede expresarlo en el lenguaje no va a tener la oportunidad de

explicarlo. La explicación debe ser coherente y lógica y estar destinada a un interlocutor competente. Las explicaciones se adecuan de acuerdo al entorno y contexto al cual se hará (Pérez, 2002).

4.1.4 Casos

Retomando el concepto de caso, se define otra percepción como un fragmento contextualizado de conocimiento que simboliza una experiencia (Perez, 2002). Se obtiene de forma descriptiva una experiencia comprobando que está correctamente explicada sin excluir detalles en la descripción, además se debe administrar la información con una estructura organizada que permita una rápida comprensión para agilizar el proceso a la más relevante. Entre más grande sea la base de conocimiento de los casos, las conclusiones pueden ser mejor inferidas por un razonamiento (Pérez, 2002). Pero a su vez el exceso de información puede provocar que el proceso de razonamiento sea lento.

Existen varios modelos para representar los casos, entre los más referenciados y pertenecientes a los antecedentes históricos (Moser et al, 2001), se tienen:

Modelo de memoria dinámica desarrollado por Schank and Kolodner: Busca categorizar la importancia que tiene cada caso de acuerdo a sus características y similitudes fundamentados en un episodio generalizado bajo tres tipos de entidades: normas, casos e índices (Moser et al, 2001),.

- ✓ Normas: equivalentes a las características en común que comparten todos los casos categorizados.
- ✓ Índice: encargado de diferenciar los casos que forman un episodio generalizado diferente a las normas.
- ✓ Caso: pieza de la experiencia dada.

Modelo de categorías y ejemplos de Porter y Bareiss: Difiere del anterior en que las categorías representan la unión y los casos asociados a estas. Se destaca que las características no solamente están vinculadas a los ejemplos sino que también a las propias características, siendo estas comunes para todos los ejemplos que formen parte de la categoría.

Métodos de reutilización: se fundamenta en las oposiciones entre un caso recuperado de la base de conocimientos y un nuevo caso, además de que parte del caso que fue recuperado de la base de conocimiento para ser utilizado en un nuevo caso (Moser et al, 2001),.

Métodos de revisión: en esta etapa se evalúa la solución generada, si es correcta se añade a la base de conocimiento y si esta incorrecta se solucionan los problemas que se encuentran y se aprende del error.

Métodos de aprendizaje: es la encargada de aumentar la base de conocimiento del sistema, y permite evolucionar y seguir creciendo, y puede aprender de acuerdo al crecimiento que tenga para dar solución a los casos de interés.

Se toman una serie de elementos teniendo en cuenta los orígenes de cada uno en forma secuencial, donde en su mayoría el uno necesita del otro para definir un proceso.

4.1.5 Validación de conocimiento (justificación)

La validación se debe hacer en el ambiente de aplicación del conocimiento, para ello es necesario establecer relaciones de causa efecto entre el conocimiento obtenido y el esperado (Belohlavek, 2011).

Con la intencionalidad de integrar elementos en el RBC y SBC, se diseña el siguiente modelo conceptual, el cual está representado por los componentes de su arquitectura. figura 15.

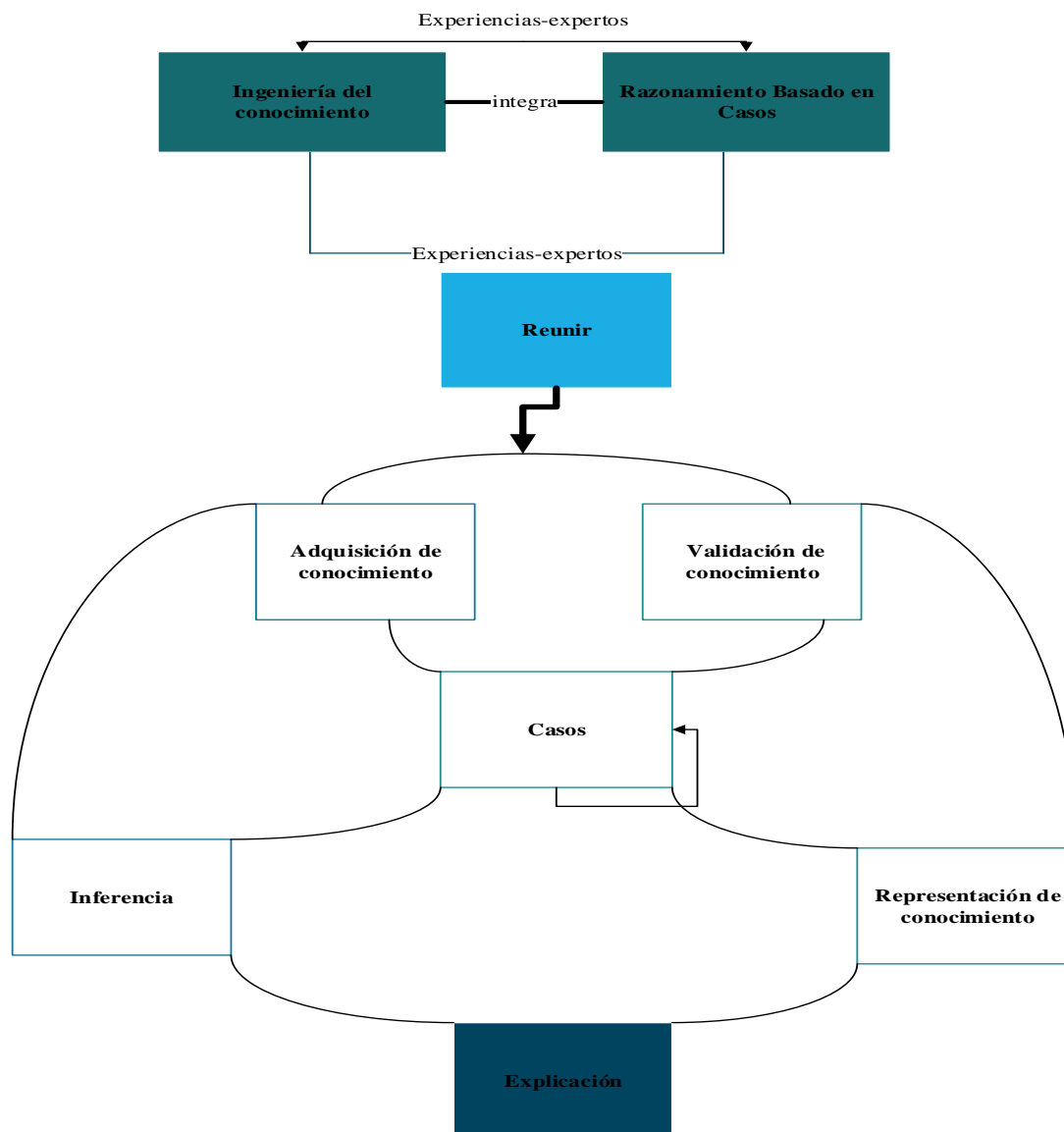


Figura 15. Componentes de interés en el conocimiento y razonamiento de un individuo para integrar RBC Y SBC.

4.2 Diseño de instrumentos simbólicos y formales

Inicialmente se desarrolló un instrumento virtual con dos preguntas y un comentario, el cual fue aplicado a ciento once humanistas de diferentes universidades de América y Europa, profesionales pioneros en las áreas de cognitivismo, psicoanálisis, epistemología, filosofía, estudio de la inteligencia humana, comportamiento, pensamiento sistémico y aprendizaje/ enseñanza.

El formulario tiene como efecto validar la tabla enunciada por las concepciones históricas y antecedentes del conocimiento, para así determinar los elementos posibles para el desarrollo del modelo, sin desfasarnos de las variables encontradas en los componentes propuestos de la Figura 15.

La encuesta fue visitada por 210 profesionales que entraron al instrumento virtual (se enviaron correos electrónicos a 400 profesionales del área para invitarles a entrar al sitio web), de los cuales 111 de ellos dieron respuestas a las preguntas, teniendo en cuenta que 63 son nacionales y 48 fueron extranjeros.

4.2.1 Instrumento

Meta planteada dentro del instrumento:

Este instrumento se desarrolla con la única finalidad de conocer si los elementos que se encuentran en el listado (*Listado de elementos predeterminados*), intervienen en el conocimiento de un ser humano, esto con el objetivo de proponer un nuevo modelo para extraer conocimiento. A continuación se muestra el instrumento utilizado:

Nombre:

Profesional en:

Universidad a la que pertenece:

País:

- ✓ ¿Considera usted que los elementos que se proponen en el siguiente listado aportan al conocimiento de un humano? Hacer clic en la casilla de SI o en la casilla de NO dependiendo de la respuesta que usted considere pertinente.

Elementos seleccionados para la caracterización de elementos que componen la extracción de conocimiento de un experto humano

Memorizar	Inventar	Gestión del conocimiento	Lenguaje inferencia
Aprender	Diseñar	Organización	Recordar
Comprender	Clasificar	Reglas	Reconocer
Analizar	Pensamiento lógico	Seleccionar	Información
Aplicar	Mejorar	Justificar	Evaluar
Crear	Predecir	Caso	Razonar
Explicación	Modelar	Optimizar	Efecto
Transferencia tecnológica	Derivar	Calcular	Modelo
Proponer	Interpretar	Resolver	Actividad
Reutilización	Representación	Determinar	Procedimiento

SI

NO

Adición de elementos

Recomendación: Si desea adicionar otros elementos que apoyen los del listado, debe añadirlos uno a uno en la casilla de “Adición de elementos” y después hacer clic en el botón “Actualizar Listado”. Por último no olvide dar clic en enviar

Actualizar Listado

Enviar

- ✓ De acuerdo al listado anterior seleccione los elementos que considere más relevantes en orden de prioridad numerándolos de 1 hasta los que usted determine. Tenga en cuenta que debe actualizar el listado anterior para elementos que se hallan añadido *(el primero elemento que usted seleccione, será considerado como inicial en el proceso del conocimiento que tiene un humano para ser interpretado. El segundo sería el acompañante del primero y así sucesivamente hasta producir la salida del conocimiento para su transformación).*

Elementos seleccionados en orden de prioridad

4.2.2 Resultados del instrumento

En el gráfico de la figura 16, se observa que 11 profesionales consideran que no son elementos de conocimientos los expuestos en el instrumento, sin embargo no adicionan ningún elemento nuevo. De la muestra obtenida entre los 111 profesionales entrevistados, 100 de ellos contestan de manera positiva el instrumento. A partir de esta muestra se tiene un incentivo para el diseño del modelo a la medida que se encuentra una motivación dada en la respuesta a la pregunta uno, valorando de forma significativa los elementos predeterminados en la tabla con un SI como respuesta.

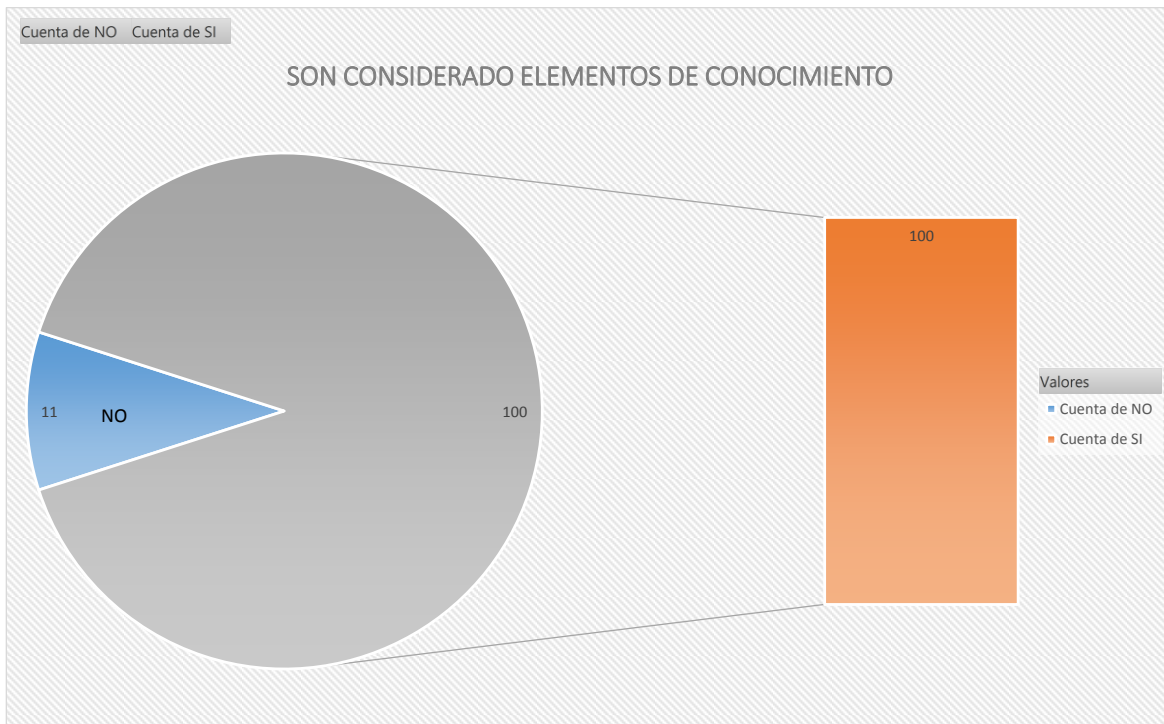


Figura 16. Gráfico de profesionales que consideran elementos del conocimiento

Entre los 100 profesionales que dieron respuesta positiva frente a la tabla de elementos predeterminados, se tienen los siguientes resultados: 36 de ellos adicionan el elemento experiencia, 27 adicionan el elemento acción, 13 adicionan los elementos experiencia y acción, 4 de ellos adicionan los elementos: hecho, acción, y experiencia, 20 adicionan el elemento hecho. Observar en la figura 17, los elementos que se agregaron y fueron sumados la tabla uno. Una vez se actualiza la tabla por cada participante proceden a la resolver la pregunta dos.

experiencia	acción	hecho
-------------	--------	-------

Figura 17. Elementos adicionados al listado

Se concluye de la pregunta uno que los elementos predeterminados son acertados y aceptados por la comunidad experta en el estudio del conocimiento de los seres humanos, lo que permite continuar con el diseño del modelo.

La figura 18, presta su atención a la pregunta dos de la encuesta. Los encuestados proceden a dar un orden jerárquico a cada elemento, lo cual permiten descartar algunos de ellos, perfeccionando la clasificación de los que fueron elegidos; de esto se puede inferir que los descartados tienen la probabilidad de haber sido sinónimos el uno del otro, o contenedores de ellos mismos, entre sí. Sin embargo nuestro interés se centra en la clasificación dada por los expertos, en los elementos elegidos y propuestos, al igual que su jerarquía.

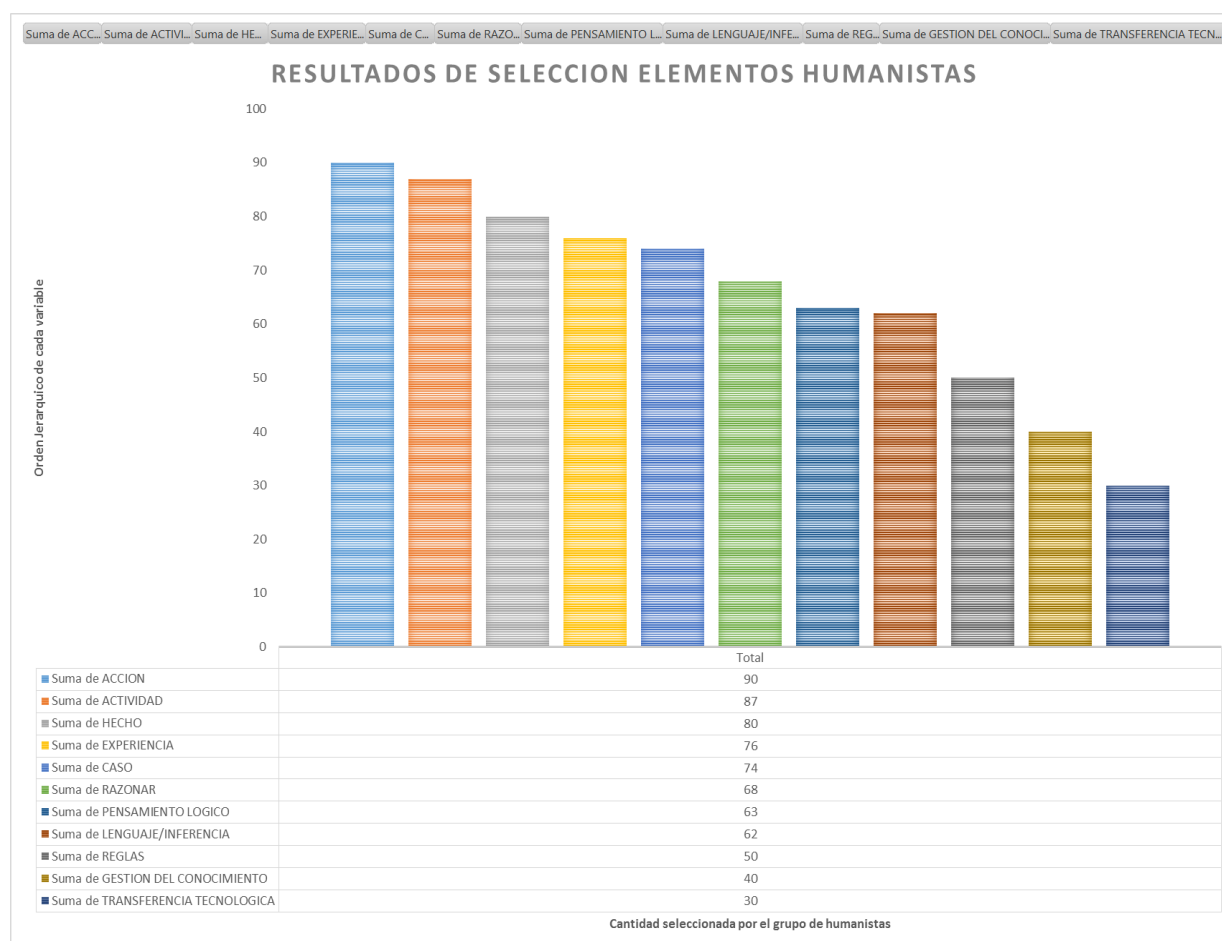


Figura 18. Resultados obtenidos para la selección de elementos de extracción de conocimiento.

4.3 Determinación de relaciones estructurales y semántica entre los componentes y los elementos para el diseño

En la primera versión del modelo se desarrolló un esquema causal básico, donde sus relaciones comprenden los 11 elementos considerados pertinentes y necesarios para integrar las áreas de interés, cada uno de ellos actúan como variables auxiliares que poseen un valor en su hacer de 1 hasta 11 (ponderado cualitativo), incrementándose de forma secuencial de uno en uno, esta discriminación fue dada por los elementos prácticos que se encuentran en cada variable, y que son determinados por cada ser humano de acuerdo a su saber específico.

Existe una covariación entre cada uno de los elementos de forma total, a la relación común de cada variable auxiliar, esta es la razón por la cual la covariación entre las variables puede ser muy elevada y, sin embargo, ser nula a su relación causal. En general, podemos decir que la relación causal entre las variables auxiliares que apuntan a las variables principales razonamiento en casos (RC) y SBC, implica que la última variable auxiliar puede llevar el valor más elevado a las variables principales.

La variable gestor es quien posee un nivel más alto frente a las demás, porque se encarga de acumular valores de la secuencia. Las variables tienen al iniciar su simulación un ponderado del 50% y 50% de responsabilidad para completar el 100% en integridad del objetivo, a pesar que no hay unas reglas precisas de cómo hacer la transformación de la variable principal y objetivo del proyecto (SBC), se muestra la forma de abordar este proceso. Se desarrolló un esquema conceptual y causal de elementos al sistema convirtiéndolos en niveles.

Se tomaron valores partiendo desde el hacer hasta el transferir sobre los aportes generados de cada elemento para alimentar el proceso de extracción del conocimiento, partiendo de que algunos elementos contienen otros para su finalidad.

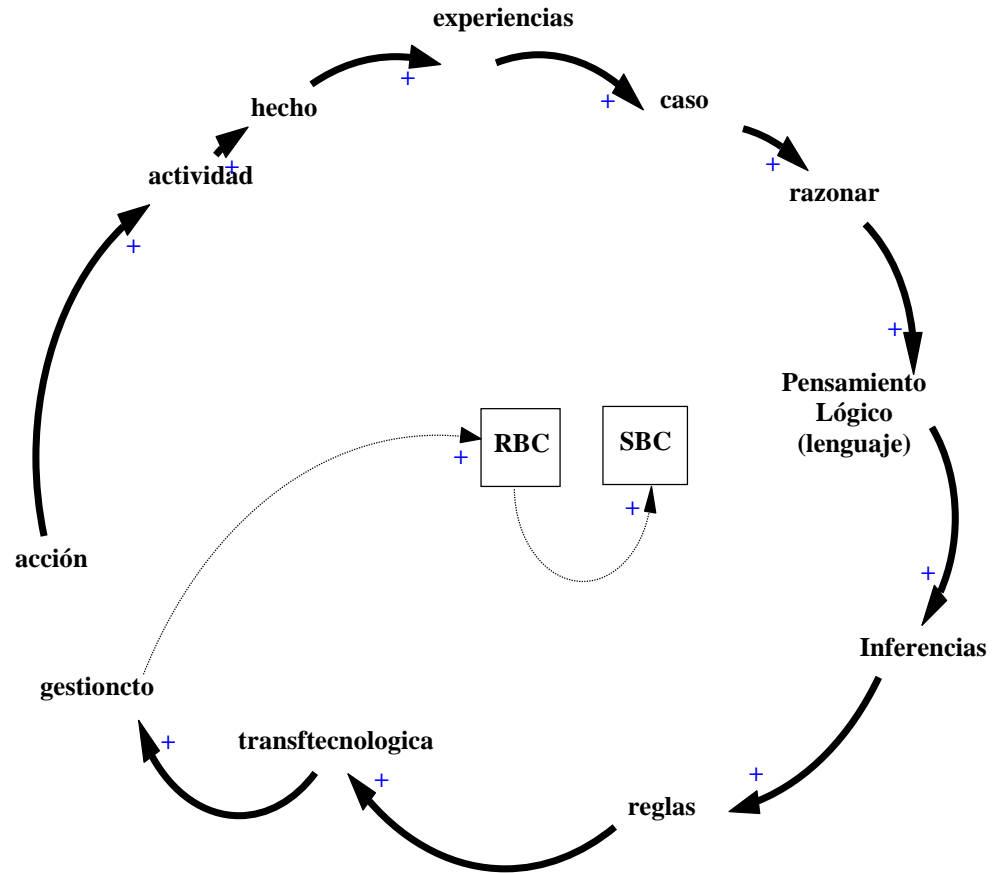







Figura 19. Modelo de simulación de los elemento elegidos por los expertos.




4.4 Resultados obtenidos del capítulo




Cada elemento seleccionado tiene un indicador gráfico que será reconocido en la elaboración del modelo. A continuación se presentan los once elementos, con su respectiva representación gráfica:

Tabla 2. Representación gráfica de cada elemento

Elemento	Descripción
 Acción	Efecto que tiene causales sobre un objeto. Se tiene en cuenta la descripción del objeto como cualquier cosa que posee características y atributos para ser descripta (REA, 2015).
 Actividades	Conjunto de acciones convertidas en un objetivo. Conocimiento de definiciones. Es el conocimiento articulado, elaborado, asentado, sintetizado y formulado derivado del conocimiento de procedimientos, de hechos y de consecuencias. Este tipo de conocimiento tiene fundamentos epistemológicos y se representa de forma textual mediante la descripción de sus características y la estructuración de las relaciones que existen entre los conceptos que subyacen al texto de la definición (REA, 2015).

 <p>Hecho</p>	<p>Este tipo de elemento incluye información acerca de los axiomas, procedimientos y objetos que tiene un método. Esta expresión determina la efectividad de un nivel de conocimiento indeterminado que puede igualar los fundamentos tácitos y evidentes del conocimiento en un método, es principal tanto para explicar el mundo externo como para situar su propio yo en un argumento. También es concebido como el resultado de una acción del conocimiento que permite ser tratado o procesado por una computadora, convirtiéndose en una conformidad irremediable como lo indica la real academia. Este tipo de conocimiento, incluye información acerca del conocimiento de definiciones, de procedimientos, de objetos que posee un sistema. Este término determina la existencia de un nivel de conocimiento abstracto que puede identificar los fundamentos implícitos y explícitos del conocimiento en un sistema. Este es esencial tanto para interpretar el mundo externo como para ubicar su propio yo en un contexto.</p>
 <p>Experiencia</p>	<p>Hecho de haber sentido, conocido o presenciado algo. Habilidad prolongada que proporciona conocimiento o el arte para hacer algo. Conocimiento de la vida adquirido por las situaciones o condiciones vividas por una persona (REA, 2015)</p>
 <p>Caso</p>	<p>(Del lat. casus). Suceso, acontecimiento, casualidad, ocasión o coyuntura. Argumento de que se trata o que se plantea para analizar a alguien y requerir su sentir.</p>

 <p>Razonar</p>	<p>Capacidad de un individuo para fluir, estableciendo ideas en la mente y llegar a una conclusión. Según (Kolodner, 1993) es aquello en lo que respeta el contenido semántico que puede englobar el saber, al cual lo define como conocimiento de resultados. También conocido como conocimiento de lógica, y se describe al que se infiere a partir del conocimiento de procedimientos y del conocimiento de objetos y de hechos. Asimismo, este tipo de conocimiento se enfoca en plataformas para concebir RC y para suministrar el aprendizaje en conocimiento procedural y declarativo.</p>
 <p>Pensamiento lógico</p>	<p>Modo y cualidad de platicar y cifrar de cada individuo personalmente. Sistemas desarrollados en un espacio dentro de la ciencia de la lingüística están fuertemente relacionados a la IC. Entre sus proyectos se encuentran combinaciones lingüísticas que conceden a los sistemas conceptuales, variables que brindan respuestas posibles y concretamente. (Cámara de la Fuente, 2004)</p>
 <p>Lenguaje Inferencia</p>	<p>Estilo y modo de hablar y escribir de cada persona en particular, los sistemas desarrollados en el ámbito de la ingeniería lingüística están estrechamente vinculados a la ingeniería del conocimiento, porque sus planteamientos se basan en estructuras lingüísticas que conforman sistemas conceptuales variables que ofrecen respuestas probables concretamente (Paliouras, 2011)</p>

 <p>Reglas</p>	<p>Dícese de lo que debe cumplirse por estar así estipulado por un conglomerado. Este tipo de gramáticas suelen ser modeladas a partir del uso de un lenguaje de programación lógica y declarativa (Prolog o Clips, entre otros). El desarrollo basado en estos lenguajes de programación tiene un alto componente lógico basado en cláusulas de (Hart, 1993) que constituyen reglas del tipo Modus ponendo ponens, teniendo en cuenta que si es verdad el antecedente, entonces es verdad el consecuente.</p>
 <p>Gestión del Conocimiento</p>	<p>Administra el conocimiento que puede tener el capital intelectual de una organización, transferido a un sistema, basado en el conocimiento tácito y explícito. (Nonaka, et al, 1995) Es el resultado de la administración del intelecto, y la razón que tiene un sujeto. “La misión del conocimiento es una disciplina que siembra un rumbo compuesto para igualar, sujetar, valorar, salvar y participar todos los activos de información de una empresa” (Kerschberg, 2005). Se incluyen las bases de datos, documentos, políticas, procedimientos y conocimientos antes no capturados, además de las experiencias individuales.</p>
 <p>Transferencia Tecnológica</p>	<p>Transferencia tecnológica. Incluye procesos que permiten llevar a un acumulado de hipótesis y de habilidades para el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Se ha verificado que las labores sujetas a la GC están estrechamente afines con los procesos cognitivo-lingüísticos forjados en la razón, y se plasman en forma de conocimientos simbolizado a través del lenguaje o herramientas informáticas (REA, 2015).</p>

4.5 Conclusiones del Capítulo

Los elementos seleccionados para el desarrollo del modelo, se centran en el estudio de indicadores relevantes del conocimiento humano, lo que permite comprender e interpretar, cuales son las variables más relevantes que se deben extraer cuando se necesita obtener el conocimiento en un área o saber específico de un experto humano, cumpliendo a cabalidad con el objetivo para la caracterización de los componentes de extracción del conocimiento usando RBC. Estos permiten a su vez, determinar el como el ingeniero de conocimiento debe interactuar el experto para analizar y diseñar su conocimiento.

Otra conclusión del capítulo resalta la labor del aprendizaje como portador de experiencia, concibiéndose no como un simple traslado de la realidad, sino como una representación de dicha realidad. Así la pertinencia para un ingeniero de conocimiento, al descubrir el modo en que se adquieren las representaciones de su propio conocimiento, y el cómo recuperar este de la memoria o estructura cognitiva de un experto, para hacer transformación tecnológica, a través del modelamiento.

Capítulo 5

Representación del modelo de extracción de conocimiento usando RBC

El desarrollo del modelo nos compromete con la configuración del problema desde el punto de vista del experto humano, ya que podemos detallar los elementos necesarios para la descripción informal de la filosofía del conocimiento y razonamiento, los cuales son descompuestos mediante refinamientos sucesivos, descubriendo bloques centrales para detallar el flujo de consideraciones a tener en cuenta (entradas y salidas de cada saber a un problema presente). Entre hipótesis y acciones se descubre relaciones entre los elementos, el modelo del dominio y los problemas de los métodos de valor.

5.1 Resultados obtenidos de la integración de las características de la IC y el RBC en el diseño del modelo de acuerdo al conocimiento del experto

Para representar este modelo se usa 4 zonas que acompañan la presencia de métodos llevados a cabo por los elementos adquiridos en la figura 20, y los componentes de la figura 15, los cuales se extienden como entidades para realizar actividades desde el punto de vista sensorial como motora, tanto de la técnica RBC, como la técnica de los SBC.

Se realizó una otra revisión bibliográfica especializada de autores como; Ausubel y el aprendizaje significativo; la teoría de la Gestalt; Bruner y la teoría del aprendizaje por descubrimiento, además de las contribuciones de Vygotsky, con la socialización en los procesos cognitivos superiores y la importancia de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), entre otros (Woolfolk, et al, 2010), para reforzar cada zona.

Se hace una agrupación de elementos por zonas y estas a su vez están compuestas por contextos, los cuales están orientados a modelar el comportamiento de un SBC.

Las zonas identifican el agrupamiento hecho por la cantidad de elementos que le pertenecen así:

5.1.1 Representación del conocimiento procedimental

Al iniciar esta zona (Inicio del proceso del saber del experto), se parte de las necesidades encontradas dentro de un dominio o problemática que puede ser solucionada y sistematizada por un ser humano, esta zona permite extraer el conocimiento a través del proceso en el hacer de cada experto, desde su inicio hasta el cambio que va sufriendo por cada proceso vivido. El ingeniero del conocimiento debe apoyarse en las tareas y hábitos que tiene el experto (como lo indican los elementos de extracción de conocimiento), teniendo en cuenta el instinto de este en su hacer y en los objetivos a alcanzar. También se identifican cuales hechos se recopilan históricamente en la memoria del EXP y la forma como los ha verificado. Aquí se puede observar la referencia significativa que se hace a las habilidades motrices (acciones, actividades, hechos, y experiencias que son realizadas por el hombre) ya que por su carácter dinámico y difícilmente interpretado en el lenguaje humano, este conocimiento es más difícil de modelar, ver Figura 21.

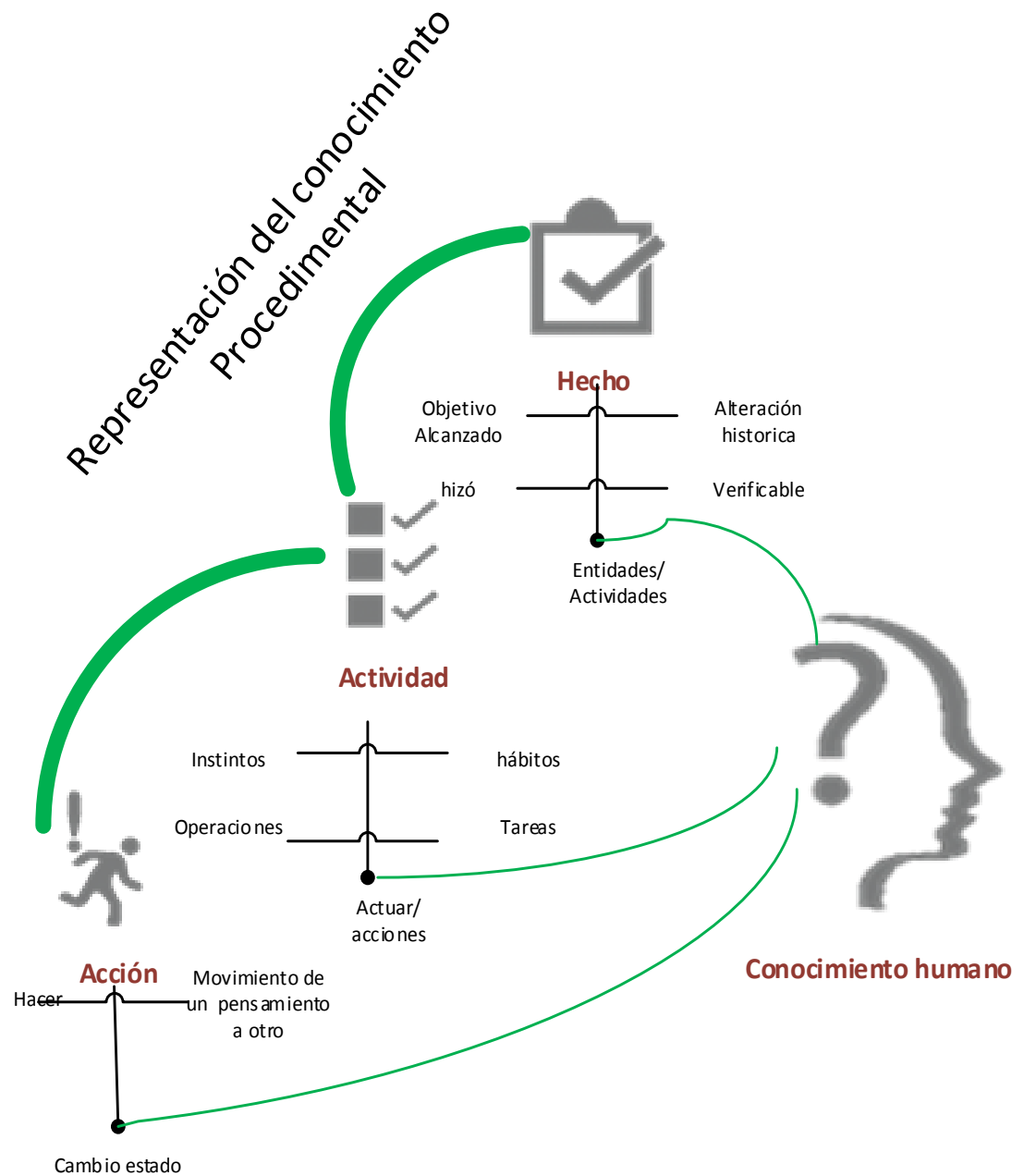


Figura 20. Elementos zona conocimiento procedimental

5.1.2 Representación del conocimiento declarativo

Es de ventaja para el ingeniero del conocimiento saber de donde surgen el conocimiento y las habilidades que adquiere el experto (EXP), comprender por qué y el para que realiza cada hacer, cuando el EXP busca dar solución a una problemática en su dominio de interés. En algunos momentos puede surgir que existe otro EXP con un problema similar, en un dominio similar. Las vivencias o sucesos que intervienen dentro de los procesos que vive el conocimiento humano despiertan las habilidades intelectuales que se relacionan con la experiencia por sucesos históricos ya vividos. De igual forma el almacenamiento especulativo de los seres humanos permiten producir nuevos sucesos a partir de propuestas por referentes o por habilidad del saber. Lo anterior ayudaría a construir un flujo de conocimiento de interés para el diseño del SBC.

El conocimiento declarativo, puede identificar como un conjunto de escenarios, consultas, versiones, condiciones, o transformaciones, describen un problema y detallan una solución. Lo anterior puede ser derivado por elementos internos de control, sin especificar exactamente cómo se tiene que hacer cada cosa. Esta zona integra 3 elementos (experiencia, caso, razonar), sin embargo por ser un modelo de secuencia, necesita del último elemento de la zona procedimental, para continuar con el primero de la zona declarativa. Como lo indica la figura 22.

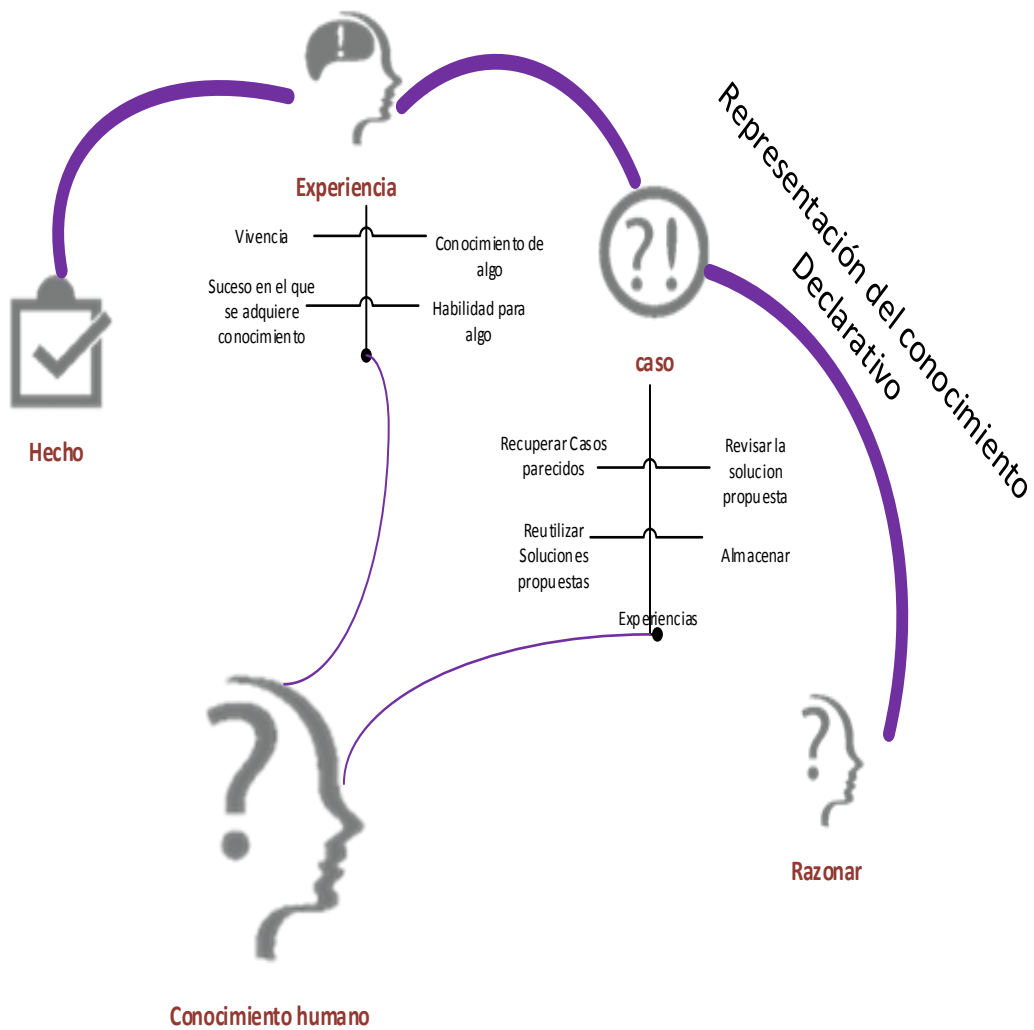


Figura 21. Elementos zona conocimiento declarativo

5.1.3 Representación del conocimiento cognitivo

Esta zona representada simbólicamente en la figura 23, es de interés propio del ingeniero de conocimiento, quien con apoyo del experto podrá determinar cuáles soluciones se pueden generar de acuerdo a los problemas que se presentan en un caso en particular. Una vez se haya revisado la solución propuesta se debe hacer un análisis, para crear nuevas soluciones a partir de

las existentes y llegar a conclusiones que puedan ser suministradas al sistema. De igual manera es de interés determinar e identificar algunos elementos que apoyen la orientación del proceso.

Es una de las secciones de mayor interés para la metodología propuesta. En una adaptación hecha por Miller 2003, muestra la recopilación de diferentes conferencias de autores como Cambridge y Dartmouth contemporáneos de Herbert Simón, Noam Chomsky, Marvin Minsky y John McCarthy, precursores en áreas diversas como la lingüística, la psicología, la neurología y la inteligencia artificial, se basan en una misma hipótesis cognitivista: *“la mente es una forma lógica asimilable al comportamiento de un computador”* (Miller, et al, 2003). A la corriente cognitiva se le considera como un referente de las ciencias del conocimiento. Basándose en la psicología para exponer los diferentes procesos mentales, bajo un patrón de la mente humana como un sistema. La potestad de la computación y los sistemas basados en el conocimiento humano confluyen con Von Neuman, Newell y Simón, en que *“la memoria humana se representa como un espacio direccionable y organizado, donde se almacenan unidades moderadas de juicio que pueden ser recuperadas indeliberadamente o mediante una búsqueda madura”* (Miller, et al, 2003). El lenguaje natural, en ocasiones determina las acciones para admitir un hecho o un suceso como cierto, con la seguridad completa del significado, naturaleza o explicación de alguna cosa o fenómeno. Igualmente esta zona esta acompañada del último elemento de la zona declarativa, pero siendo propios los elementos pensamiento lógico y lenguaje/Inferencias.

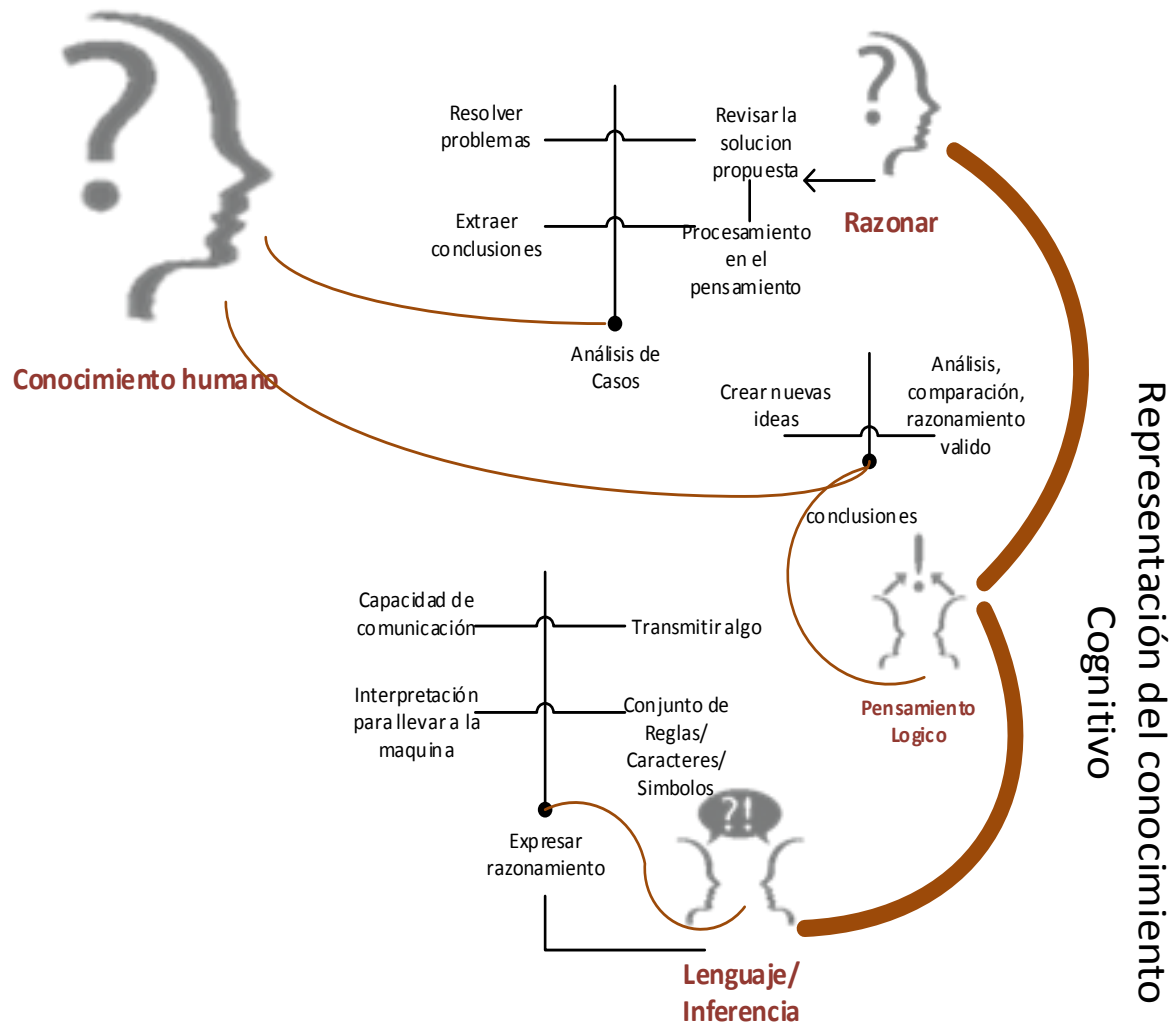
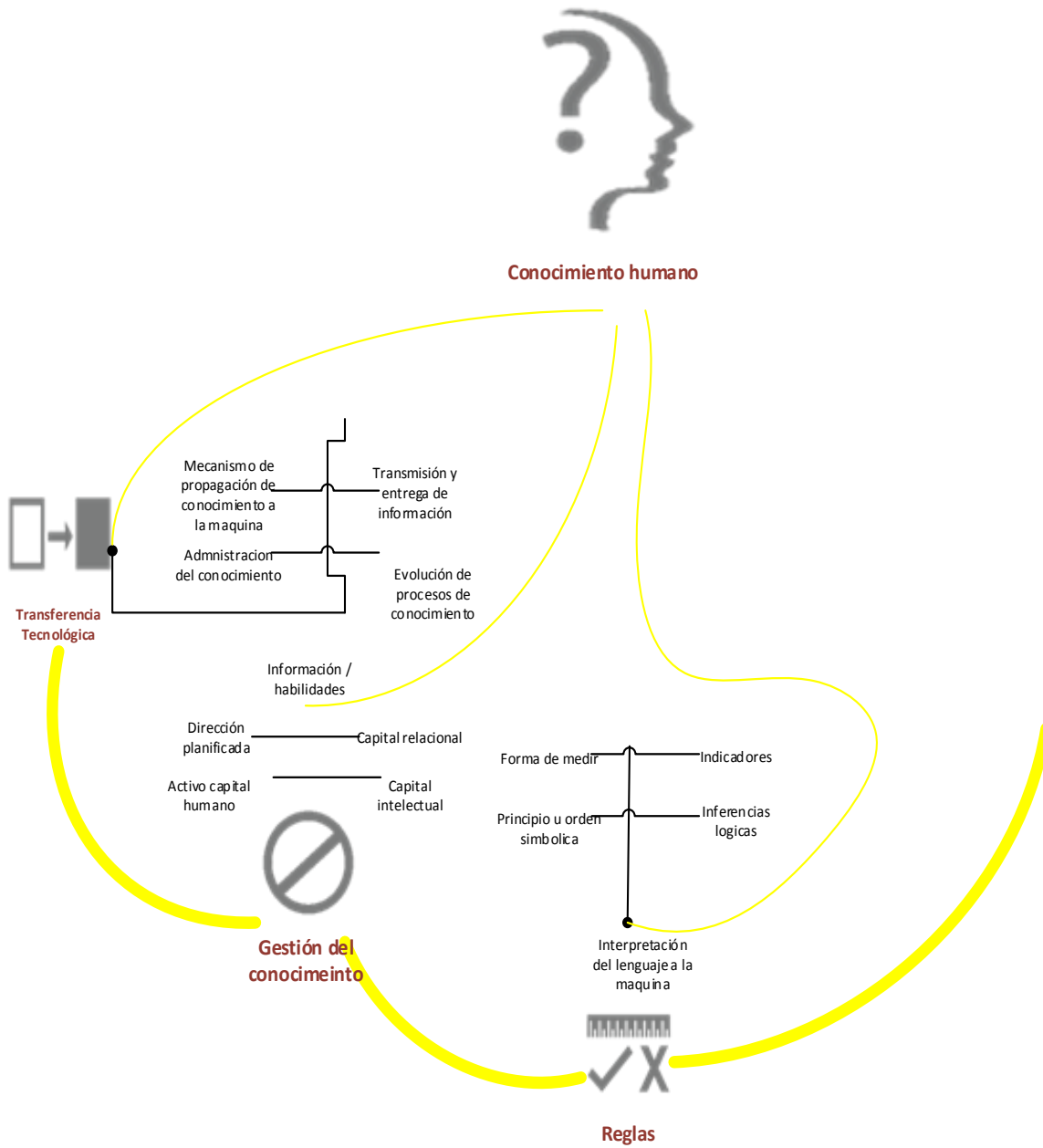


Figura 22. Elementos zona conocimiento cognitivo

5.1.4 Zona Representación de la transformación del conocimiento al procesamiento

Esta zona transfiere el conocimiento y las habilidades de los saberes específicos a aplicativos informáticos, que sirven de apoyo entre los diferentes partes valiosas, como en sectores financieros, instructivos, comerciales, crea herramientas de inversión para el sector privado

público en las áreas de innovación tecnológica, basados en activos de propiedad intelectual de las diferentes organizaciones.



Representación de la transferencia del conocimiento al procesamiento

Figura 23. Elementos zona transformación del conocimiento al procesamiento

5.2 Diseño del modelo que cumple con las características propias de la técnica de razonamiento basado en casos

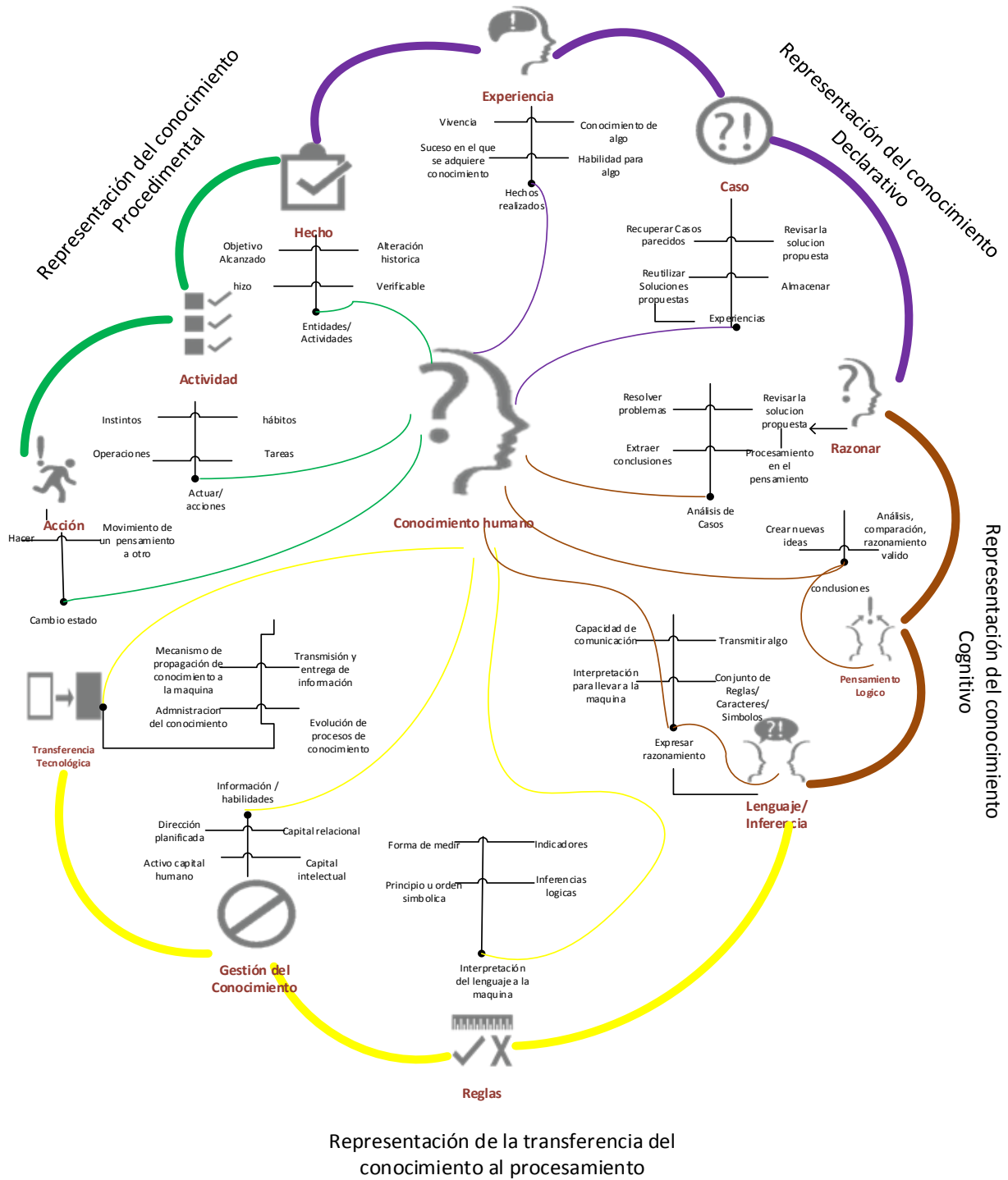


Figura 24. Modelo para la extracción de conocimiento de un experto humano en un sistema basado en

A partir de la representación del modelo de extracción de conocimiento usando RBC, se desarrollan los contextos para el desarrollo de un SBC, en la etapa de elicitación de requisitos.

Los contextos desarrollados serán de apoyo para el ingeniero del conocimiento que necesita los lineamientos dados por el experto en el saber, para el análisis y diseño del sistema. Cada contexto deberá ser ejecutado por el ingeniero de conocimiento. La categorización por zonas y contextos está representada por colores, con la intención de que produzcan diferentes sensaciones de las que normalmente no se es consciente.

Para aplicar cada contexto se debe tener en cuenta que las respuestas del experto, estas sujetas al conocimiento del mismo, por tal motivo la veracidad de ellas será responsabilidad del experto. Es deber del IC facilitar la herramienta y proporcionar su habilidad de análisis para apoyar el proceso durante toda la extracción del conocimiento.

Las funcionalidades del ingeniero del conocimiento se puede identificar en cada contexto con color negro, el ingeniero puede complementar los interrogantes que allí se tienen como base con otros o puede determinar funcionalidades para ir complementándolos, Observar tablas desde la 3, hasta la 6. Con estas tablas se inicia la captura del conocimiento del experto (EXP), las respuestas dadas por el EXP se ve en colores de acuerdo a las zonas.

Cabe anotar en este capítulo, que varios casos del modelamiento que hace la IC o la IA, puede confundirse con los conocidos casos de uso en la ingeniería del software, los cuales tiene como destino representar las funciones del sistema para el caso general. Los contextos, en cambio, ejemplifican el uso del sistema y su propósito es asegurar un buen entendimiento y una mayor colaboración entre todos los participantes del proceso de definición de la IC (Adarra et al, 1988).

5.2.1 Contextos que integran las zonas del modelo

5.2.1.1 Contexto general para extraer conocimiento (Conocimiento del dominio a sistematizar)

En la tabla 3, se puede observar el primer contexto para extraer el conocimiento del experto humano, contacto con el quien y el saber a sistematizar. Este primer contexto se denomina “Conocimiento a Sistematizar”, con el propósito de ubicar al ingeniero del conocimiento, dentro de un dominio específico, además de observar cada participante que va a interactuar con el sistema (EXP), el cual de algún modo puede afectar el conocimiento para el sistema. Aquí el IC con la ayuda del EXP, debe de tener un acercamiento a la meta central u objetivo para el desarrollo del producto. Esta fase transforma la perspectiva del experto en la perspectiva del ingeniero del conocimiento para tomar la decisión del formalismo de representación del conocimiento adecuado, identificando un espacio de búsqueda para el análisis tipológico de los problemas con un modelo de resolución de adecuado.

Tabla 3. Contexto general para extraer conocimiento. (Conocimiento del dominio a sistematizar)

Tipo de organización en la que aplica su conocimiento:		Actores que intervienen:	
Sector o Departamento:			
¿Qué se pretende con el Área del conocimiento del Experto?:			
Cuál es la rama del conocimiento que tiene el experto?			
Identificar un área, disciplina o línea específica del conocimiento del EXP para el sistema:			
Cuáles son las necesidades principales que se presentan dentro del saber específico? (Enumere máximo 10 en un grado de importancia iniciando el de mayor valor en 1.) (Por cada una de las necesidades identificadas determine los objetivos que las acompañan).			
Item	1	Objetivo:	
Item	2	Objetivo:	
Item	3	Objetivo:	




Item	N..	Objetivo:	
Se ha buscado solución?			
En caso de haberse encontrado varias soluciones, cuales se proponen? (<i>Tener en cuenta los objetivos</i>).			

5.2.1.2 Contexto zona verde

Los tres elementos que conforman este contexto, deben reflejar el motor del proceso de desarrollo del saber del experto. El asunto de formación de las funciones se refleja a través de la actividad práctica e instrumental, con la interacción o cooperación social en lo aprendido.

En palabras de Piaget, las acciones no se suceden por azar, sino que se repiten y se generalizan por aplicación a nuevos objetos (Woolfolk, et, al 2010).

Tabla 4. Contexto de zona verde 2. Representación del conocimiento procedimental (*Inicio del proceso del saber del experto*)




 Acción	 Actividad	 Hecho
<p>AcciónP: Cuál es su hacer principal dentro de su labor en el saber específico?</p>		
<p>Actividades: Determinar grupos de acciones que generan una acción colectiva (se generan de la principal y son necesarias para cumplir con el hacer, determinando su relevancia (Máximo 10). Aquí puede incluir el objetivo que se debe trazar y las tareas a realizar.</p>		
<p>Hecho: Es necesario comprobar o verificar si las actividades trazadas son reales a través del encuentro de alteraciones sobre casos históricos particulares de las actividades a realizar (resultados que pueden ayudar a verificar el hacer del EXP).</p>		

5.2.1.3 Contexto zona morada

En la tabla Dentro de este contexto, se tiene en cuenta el proceso lógico con que los seres humanos pueden dar solución frente a una problemática presentada en un caso vivido. Se busca que el conocimiento declarativo se convierta en información consistente de los hechos, conceptos o ideas conocidas conscientemente por el experto para ser transmitida al IC, y que a su vez se puedan describir para luego ser almacenadas como proposiciones. Teniendo en cuenta si existen condiciones, y detectando el “por qué” y “cuándo” al aplicar diferentes acciones que tenga que ver con el saber del EXP. D

De igual forma en este contexto se debe verificar como hace las cosas el EXP, y como ejecuta sus destrezas frente al raciocinio con el objetivo.




Tabla 5. Generación del contexto Zona Morada

 Experiencia	 caso	 Razonar
A partir de la caracterización dada por los hechos, estipule las experiencias vividas dentro de su hacer de acuerdo al saber específico que se quiere sistematizar. (Identificar problemáticas)		
Si considera pertinente identifique causas de la experiencia (problema presentado)		
<i>Experiencia</i>	Causas	
casos generados dentro de la experiencia: <i>Puede caracterizar cada caso....</i>		
Resultados obtenidos (Razonamiento):		
De la experiencia obtenida genere particularidades que le permitan observar un caso práctico.		

5.2.1.4 Contexto zona café

Representar el pensamiento lógico de un individuo, se convierte en una herramienta indispensable para resolver las problemáticas que se le presentan de manera cotidiana, esto puede ser a través de la observación dada en la experiencia y lo que percibe de todo lo que le rodea, adquiriendo competencias de comparación, y clasificación de lo que escucha o comparte con el medio a través del lenguaje o de su raciocinio desarrollado por su pensamiento. En este sentido, el pensamiento lógico sirve para analizar, argumentar, razonar, justificar o probar razonamientos de forma precisa y exacta, de allí que se desprenden algunos interrogantes del IC para alcanzar la interpretación de este contexto en la tabla 6.

Tabla 6. Generación del contexto Zona Marrón –Representación del conocimiento lógico.

 Razonar	 Pensamiento Lógico	 Lenguaje/ Inferencia
Teniendo en cuenta cada caso y experiencia se debe analizar con el experto soluciones propuestas por experiencia y caso objetivo, seleccionando los más relevantes en el aporte para el desarrollo del SBC. (Se debe generar por experiencia y casos),(luego puede relacionar una matriz de datos o un gráfico que muestre las conclusiones del experto)		
Experiencia considerada primaria:	Caso o casos que le corresponde:	
Que se ha hecho para suplir la problemática Identificada <i>(Puede dar respuesta sin salir de su propia experiencia o de experiencias de otros expertos que fueron narradas al principal)</i>		
PROPIA EXPERIENCIA	EXPERIENCIA APORTADA POR OTRO EXPERTO	
Resultados:		
Conclusiones		




5.2.1.6 Contexto zona amarilla

En este contexto se propone desarrollar un diagrama de conocimiento, el cual es propuesto por el IC al EXP, para representar el saber específico obtenido de las zonas anteriores

(el diagrama no esta limitado a un esquema en particular). Aquí se dar una posible solución de acuerdo a los analices realizados en las zonas anteriores. De igual manera el experto puede hacer de su saber un diagrama frente a una necesidad o problemática que puede ser suplida por un sistema, delimitando paso a paso desde donde se inicia hasta donde termina la solución que se propone, ver tabla 7. Para el diagrama o tablas se debe tener en cuenta:

- ✓ Seleccionar conocimientos del saber específico.
- ✓ Categorizar los conocimientos y relacionarlos con elementos o categorías próximas. Habrá conocimientos que pueda estar en varias categorías. De esta forma el conocimiento es más genérico.
- ✓ Generar un orden de conocimientos del más abstracto y general, al más concreto y específico.
- ✓ Comprobar el diagrama: ver si es correcto o incorrecto. En caso de que sea incorrecto corregirlo añadiendo, quitando, cambiando de posición los conceptos (puede utilizar cualquier tipo de diagrama que permita identificar el problema, sus causas y posibles soluciones o pasos para alcanzar el objetivo)
- ✓ Reflexionar sobre el diagrama, y ver si se pueden unir distintas secciones. Buscar visualiza relaciones antes no vistas, y aportar nuevo conocimiento sobre el problema a tratar.

Tabla 7. Generación del contexto Zona Amarilla –Transferencia del conocimiento

 Lenguaje/ Inferencia	 Reglas	 Gestión del conocimiento	 Transferencia Tecnológica
Seleccionar conocimientos del saber específico.			
Categorizar los conocimientos y relacionarlos con elementos o categorías próximas. Habrá conocimientos que pueda estar en varias categorías. De esta forma el conocimiento es más genérico.			
Generar un orden de conocimientos del más abstracto y general, al más concreto y específico.			
Relacionar los diferentes conocimientos generados del específico, y se comprueba si se comprende correctamente el saber humano. Conectar los conocimientos mediante enlaces. Un enlace define la relación entre dos conocimientos, y este ha de crear una sentencia correcta.			
Reflexionar sobre el diagrama, y ver si se pueden unir distintas secciones. Buscar visualiza relaciones antes no vistas, y aportar nuevo conocimiento sobre el problema a tratar.			
Una vez se tienen claro el hacer y el saber del EXP frente a una necesidad o problemática que puede ser suplida por un SBC, el IC en conjunto con el EXP debe proceder a desarrollar un diagrama de conocimiento, donde se aproxime como referente las zonas anteriores y muestre paso a paso desde donde se inicia. Comprobar el diagrama: ver si es correcto o incorrecto. En caso de que sea incorrecto corregirlo añadiendo, quitando, cambiando de posición los conceptos (puede utilizar cualquier tipo de diagrama que permita identificar el problema, sus causas y posibles soluciones o pasos para alcanzar el objetivo)			
Enumere de forma jerárquica y general las posibles reglas que se consideren principales para el desarrollo del SBC			
Regla	Explicación:	Conclusión:	
Transfiere:			

5.3 Conclusiones del capítulo

Dentro del modelo se integran los componentes y elementos que permiten cumplir con cada objetivo de esta tesis, ya que se identificaron descriptores de los sistemas basados en conocimiento y de la técnica de razonamiento basado en caso, cada partición del modelo orienta a la búsqueda de saberes, los cuales pueden expresarse a través de los contextos elaborados a partir del modelo. Cada zona identificada en el modelo caracteriza los contextos describiendo el procedimiento o proceso que surge dentro del conocimiento humano, cada una hace una marcación detallada de las

necesidades de análisis de conocimiento para el diseño de un SBC, además permite conocer de forma más cercana aspectos de interés para el fortalecimiento de la base de conocimiento de la cual parte la técnica de RBC.

Los contextos técnicos diseñados, buscan facilitar en el experto humano expresar y estructurar su razonamiento claramente para que el ingeniero de conocimiento pueda codificar y simular este razonamiento en la computadora. El modelo, busca predecir y controlar eventos por medio de la formulación de teorías, probando hipótesis y analizando resultados de los saberes de un experto humano.

Capítulo 6

Validación del modelo usando análisis de casos

Para la evaluación del modelo se tomó un caso práctico en el análisis, diseño e implementación de un SBC en un caso particular denominado “*Evaluación de hallazgos de una auditoría de Sistemas de Gestión de la Calidad*”.

Las auditorías son parte de un proceso que verifica el cumplimiento de requisitos en instituciones, empresas y organizaciones en general, entre los cuales se nombran: Auditoría del cliente, legales, normativos y de la misma organización, para identificar hallazgos y buscar la mejora continua de sus procesos, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente y de las partes interesadas, teniendo en cuenta, a su vez, la productividad y rentabilidad de una organización (Contraloría General de la República, 2015).

Desde un punto de vista crítico frente a organizaciones certificadoras de auditores encargados de auditar una organización (ICONTEC, 2015), (Bureau Veritas, 2015) las cuestiones de validez y fiabilidad de las evaluaciones de auditoría son las más importantes. De momento, los auditores inexpertos, necesitan más apoyo a encontrar su juicio a través de herramientas informáticas, con asocio de protocolos, mientras que auditores más experimentados, probablemente encuentren confusión en la validación que les propone algunas herramientas. Ambas situaciones hacen poner en peligro la validez y la fiabilidad de la evaluación.

Del planteamiento anterior surge la necesidad de crear estrategias que permitan validar los hallazgos generados a partir de la aplicación del proceso de una auditoría, definiendo una base objetiva en la competencia del auditor.

6.1 Identificación de expertos humanos en el caso de estudio

Los expertos seleccionados para el caso de estudio son auditores certificados para realizar auditorías internas y externas, los cuales se encargan de formar auditores dentro y fuera del país. Dentro del proceso de la realización de una auditoría, se presenta una problemática en la los informes de validación de hallazgos que se entrega al auditado, ya que muchas veces implican subjetividad de parte del juicio dado desde el criterio personal del auditor para el informe final. La evidencia es la base de juicio del auditor y consiste en una disposición mental de éste, y por esa razón, el proceso de obtención de la evidencia es complejo y será distinto para un auditor u otro en función de la capacidad de juicio de cada uno de ellos. Esta capacidad de juicio siempre debe estar enmarcada en un alto conocimiento de la Norma y en una recopilación detallada de información sobre el proceso. La recolección de evidencias es la fuente básica para que el auditor pueda determinar si el sistema de gestión de calidad es conforme con las disposiciones de la norma de referencia. Este informe debe ser real y objetivo, y debe plasmar los conceptos abordados en la reunión de cierre. Debe ser, en la medida de las posibilidades, breve, claro y sencillo, evitando dar juicios personales, comentarios no relevantes o personalizaciones. No es recomendable al reportar las No Conformidades indicar posibles causas o posibles soluciones. No se deben reportar tampoco hechos que no fueron comprobados. Se deben exponer los hechos ajustándose a la realidad sin herir susceptibilidad o crear conflictos (Contraloría General de la República, 2015).

Existen pocos aplicativos informáticos y uso del computador para la administración de aspectos relacionados con la implementación, mantenimiento y mejora de los sistemas de gestión de la calidad, este tipo de sistemas son más ayudas para el registro de la información y reportes de estado, que para la realización de mediciones, seguimientos, evaluaciones y análisis en relación con el estado de funcionamiento y cumplimiento de los procesos; tarea encomendada al Auditor

de Calidad. Desde un punto de vista crítico, las cuestiones de validez y fiabilidad de las evaluaciones de auditoría son los más importantes. Las situaciones anteriores, hacen poner en peligro la validez y la fiabilidad de la evaluación de los hallazgos en una auditoría de SGC.

Dado el hecho de que el reporte de No Conformidades es el principal insumo que da la auditoría para la toma de acciones correctivas y preventivas, su redacción debe ser tan precisa y clara, que no debe prestarse para diferentes interpretaciones o ambigüedades. Al igual que los demás tipos de hallazgos.

Para resolver la problemática anterior, se aplica el nuevo modelo de extracción de conocimiento a través de los contextos para analizar y determinar soluciones con el desarrollo de un SBC.

6.2 Aplicación del modelo a los expertos (Contexto General al caso de estudio)

En esta sección se encuentra el contexto general donde el ingeniero del conocimiento interactúa con el EXP para identificar el área de dominio y la problemática que surge dentro del saber específico.




Tabla 8. Aplicación del Contexto General al caso de estudio

Contexto general para extraer conocimiento	
Tipo de organización en la que aplica su conocimiento: Todo tipo de organizaciones	Actores que intervienen: Auditores de sistemas de gestión (particularmente de gestión de la calidad), ya sean auditores líderes o auditores acompañantes
Sector o Departamento: Calidad	
¿Qué se pretende con el Área del conocimiento del Experto (EXP)?: simular el conocimiento de un Auditor de Sistemas de Gestión (particularmente de gestión de la calidad), al momento de elaborar el informe de auditoría y antes de su entrega al cliente.	
Cuál es la rama del conocimiento que tiene el EXP? Auditorías de Sistemas de Gestión.	
Identificar un área, disciplina o línea específica del conocimiento del EXP para el sistema: Elaboración y redacción de informes de auditorías de sistemas de gestión y evaluación de evidencias de auditorías con respecto a los criterios especificados.	
<p>Cuáles son las necesidades principales que se presentan dentro del saber específico? (Enumere máximo 10 en un grado de importancia iniciando el de mayor valor en 1.) <i>(Por cada una de las necesidades identificadas determine los objetivos que las acompañan, siguiendo la plantilla).</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplimiento de los principios de la auditoría 2. Identificar las características de las evidencias obtenidas 3. Analizar y evaluar las evidencias obtenidas frente a los criterios establecidos para la auditoría. 4. Garantizar la validez de los hallazgos. 5. clasificación y redacción de hallazgos de auditoría 6. Redacción de los informes de auditoría 7. Elaboración de informes de auditoría. 	
Item 1	Objetivo: Asegurar la imparcialidad y la objetividad en la realización de las actividades de la auditoría.
Item 2	Objetivo: Certificar que las evidencias obtenidas sean válidas relevantes y suficientes.
Item 3	Objetivo: Garantizar que los juicios del auditor estén soportados en criterios establecidos para el sistema de gestión o el proceso auditado.
Item 4	Objetivo: Garantizar que los hallazgos descritos en el informe han sido analizados previamente bajo criterios de características de las evidencias y clasificación de hallazgos.
Item 5	Objetivo: Realizar una adecuada clasificación de los hallazgos de acuerdo a las evidencias obtenidas y una redacción que permita garantizar la aceptación por parte del auditado.
Item 6	Objetivo: Generar comprensión de lo descrito en el informe de tal manera que no se presente dudas.
Item 7	Objetivo: Garantizar la entrega oportuna del informe de auditoría de acuerdo a los plazos establecidos y cumpliendo el formato definido por la organización auditada.
Se ha buscado solución o se conocen alternativas para el manejo de las necesidades?	<p>Se encuentran documentos tipo libros, capítulos de libros, cartillas y artículos académicos que plantean alternativas y recomendaciones frente a las necesidades.</p> <p>También existen algunas capacitaciones (educación no formal) relacionadas con el desarrollo de habilidades para los auditores.</p>
Si ha encontrado soluciones o apoyo para las necesidades presentadas cual considera más viable? <i>(Tener en cuenta los objetivos).</i>	Desarrollar un sistema que permita al auditor validar los hallazgos obtenidos con el fin de asegurar la clasificación y de esta manera propiciar la aceptación por parte del auditado.

6.3 Aplicación caso de estudio en el Contexto de zona verde

En este contexto se valora la zona de conocimiento procedimental en la acción, actividades y hechos que cumple el auditor en el conocimiento específico a sistematizar.

Tabla 9. Aplicación caso de estudio en el Contexto de zona verde




 Acción	 Actividad	 Hecho
<p>Acción Principal: Cuál es su hacer principal dentro de su labor en el saber específico? Elaboración y redacción de informes de auditorías de sistemas de gestión y evaluación de evidencias de auditorías con respecto a los criterios especificados.</p>		
<p>Actividades: Determinar grupos de acciones que generan una acción colectiva (se generan de la principal y son necesarias para cumplir con el hacer, determinando su relevancia (Máximo 10). Aquí puede incluir el objetivo que se debe trazar y las tareas a realizar.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Realización de las actividades de auditoria a cargo del auditor o equipo auditor, bajo el enfoque PHVA(Planear, Hacer, Verificar y Ajustar): <ol style="list-style-type: none"> a. Actividades del planear: <ul style="list-style-type: none"> Preparar la auditoria Realizar estudio de escritorio Preparar lista de verificación Elaborar plan de auditorías y enviarlo al auditado b. Actividades del hacer: <ul style="list-style-type: none"> Ejecución de la auditoria de acuerdo al plan Evaluación de evidencia y definición de hallazgos. Elaboración y entrega de informe parcial al momento del cierre de la auditoria. c. Actividades del verificar: <ul style="list-style-type: none"> Elaboración y distribución del informe final de auditoria Evidencia de recibido y aprobación por parte del cliente de la auditoría o del auditado. d. Actividades del actuar: <ul style="list-style-type: none"> Análisis del desarrollo de las actividades de la auditoría, lecciones aprendidas y toma de acciones para el desarrollo de nuevas auditorías. 		
<p>Hecho: Es necesario comprobar o verificar si las actividades trazadas son reales a través del encuentro de alteraciones sobre casos históricos particulares de las actividades a realizar (resultados que pueden ayudar a verificar el hacer del EXP).</p> <p>De acuerdo al hacer principal dentro de su labor en el saber específico y en lo relacionado con: La elaboración y redacción de informes de auditorías de sistemas de gestión y evaluación de evidencias de auditorías con respecto a los criterios especificados. Los hechos que hacen parte de la comprobación o verificación son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Evidencias Objetivas de auditorías recolectadas en la etapa de preparación y ejecución de la auditoria, las cuales pueden ser de tipo documental, física, testimonial, que por su carácter objetivo deben dar respuesta a preguntas como: 3. ¿Qué paso? Evento o situación encontrada. 4. ¿Dónde? Lugares, evidencias documentales, referencias a documentos, códigos, versiones, sitios geográficos o de infraestructura. 5. ¿Cómo? Descripción de la situación o evento. 		

6. ¿A quién? Proceso actividad o área donde ocurrió la situación o evento
7. ¿Cuándo? Fecha en la que fue detectada la evidencia.
8. ¿Por qué? Posible causa del evento o situación encontrada.

6.4 Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Morada.

En este contexto se tiene en cuenta la zona declarativa de un sistema computacional donde se explora sobre aspectos que conciernen en el conocimiento de la experiencia y la razón de un del auditor.

Tabla 10. Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Morada.

 Experiencia	 caso	 Razonar
<p>A partir de la caracterización dada por los hechos, estipule las experiencias vividas dentro de su hacer de acuerdo al saber específico que se quiere sistematizar. (Identificar problemáticas):</p> <p>En los sistemas existentes no se tienen en cuenta aplicaciones que validen la evaluación de hallazgos en lo relacionado con la validez, suficiencia, relevancia y pertinencia de estos reportados por un Auditor, de manera que este sea aceptado, y en lo posible, no se presente divergencias por parte del Auditado.</p> <p>Se pretende que el auditor valide los hallazgos por medio de la generación de evidencia suficiente, relevante y pertinente, de manera que la aplicación contribuya a la fiabilidad del reporte de la auditoría, la modificación de la clasificación de un hallazgo debido a que la evidencia no es suficiente o a la no generación de un hallazgo como negativo, debido también a los mismos anteriormente expuesto.</p>		
<p>Si considera pertinente identifique causas de la experiencia (Problemática Identificada)</p>		
<p>Experiencia</p> <p>Los problemas que más se presentan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hallazgos de auditoría que no son aceptados. • Falta de evidencia objetiva a la hora de definir un hallazgo, sobre todo de tipo no conformidad. • No aceptación de los hallazgos por la parte de la organización auditada. • Divergencias en la aceptación del reporte de auditoría por parte de la organización auditada. 	<p>Causas</p> <p>Las causas generales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de competencias del auditor (aún no tiene la competencia necesaria para el adecuado desarrollo de la auditoría). • Falta cuidado y rigurosidad en la recolección de las evidencias objetivas de la auditoría. 	
<p>Casos generados dentro de la experiencia</p>		

<ul style="list-style-type: none"> - Se pone en juicio la competencia y los criterios del auditor. - Insatisfacción con los resultados del proceso de auditoria por parte del auditado.
Sucesos obtenidos (Razonamiento)
<ul style="list-style-type: none"> • Diversidad en la evaluación de hallazgos o en similitud de los mismos. • Los auditores deben presentar una habilidad y comportamiento “rigurosamente –flexible”, rigurosos con los criterios de la auditoria y flexibles frente a la relevancia de las evidencias encontradas. • En organizaciones o procesos donde la auditoria es un ejercicio relativamente nuevo, sucede que los auditados no se encuentran suficientemente sensibilizados y preparados para recibir una auditoria y los resultados de la misma.
De la experiencia obtenida genere particularidades que le permitan observar un caso práctico.
<p>Caso para validar el proceso de resultados de hallazgos de una auditoria de SGC, ejemplo vivido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En una auditoria participaron 4 auditores (auditor1, auditor2, auditor3 y auditor4), los 4 auditores verificaron de manera separada el cumplimiento de los mismos tres requisitos (R1, R2 Y R3), las auditorias fueron ejecutadas al mismo proceso, en la misma organización y con diferencia de días entre una auditoria y otra. Tiempo total de diferencia entre la auditoria 1 y la 4 fue de una semana. • Se pudo observar que los 4 auditores encontraron 3 hallazgos, todos tres validos pero con distintas clasificaciones luego de evaluar y validar sus informes con el SBC aplicado a una auditoria de un sistema de gestión de la (SGC) bajo la norma ISO 9001:2008. <p>Se observa que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el auditor1, clasificó de manera definitiva los hallazgos como: 1c, 1nc, 1ncpotencial y 0odem. • el auditor2, clasificó de manera definitiva los hallazgos como: 1c, 1nc, 0ncpotencial y 1odem. • el auditor3, clasificó de manera definitiva los hallazgos como: 1c, 1nc, 0ncpotencial y 1odem. Igual clasificación que el auditor 2, pero con distinta cantidad de evidencia (suficiencia) y relevancia dada a los hallazgos • el auditor4, clasificó de manera definitiva los hallazgos como: 2c, 1nc, 0ncpotencial y 0odem.
NOTAS
<p>Para lo anterior se debe tener presente las siguientes convenciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • c: conformidad • nc: no conformidad • ncp: no conformidad potencial • odem: oportunidad de mejora • R: requisito Norma NTC ISO 9001:2008
Detalle/Explicación




DATOS AUDITORIA													
EMPRESA: PENSIONES DE ANTIOQUIA													
PROCESO: GESTIÓN DE LA MEJORA													
OBJETIVO: VERIFICAR LA CONFORMIDAD DEL SGC CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA ISO 9001:2008 DEFINIDOS EN EL NUMERAL 4.1, PRIMER PÁRRAFO Y LITERALES a) y b)													
ALCANCE: APLICA PARA EL NUMERAL 4.1, PRIMER PÁRRAFO Y LITERALES a) y b) DE LA NORMA ISO 9001:2008 EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE LA MEJORA, EN LA EMPRESA COOFRASA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN, OFICINA PRINCIPAL.													
REQUISITOS EVALUADOS, CRITERIOS DE AUDITORIA:												R	
La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.												R1	
La organización debe: a) determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización.												R2	
La organización debe: b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos,												R3	
La siguiente tabla nos muestra la variación encontrada en la clasificación de hallazgos en 4 auditores que relizaron la misma auditoría, mismo objeto y alcance, y que al ejecutar la auditoria con los mismos criterios, encontraron distintas evidencias. Una vez se valida cada hallazgo por el SBC, los auditores tomaron distintas decisiones para clasificar de manera definitiva los mismos. Se supone un hallazgo por cada criterio de auditoria.													
COD.	Resultados_Hallazgos	Auditor1	R	comprobación	Auditor2	R	comprobación	Auditor3	R	comprobación	Auditor4	R	comprobación
1	Total de c	1	R1		1	R2		1	R1		2	R1R2	
2	Total de nc	1	R3		1	R3		1	R3		1	R3	
3	Total de nc potenciales	1	R2	3	0		3	0		3	0		3
4	Total de oportunidades de mejora odem.	0			1	R1		1	R2		0		
5	Total hallazgos por proceso. De acuerdo al nombre del proceso.	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3
6	Total de no registros por falta de validez y/o suficiencia en la evidencia y/o de relevancia	0		0	0		0	0		0	0		0
7	Total hallazgos validos	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3
8	Total hallazgos no válidos	0			0			0			0		
9	Total hallazgos con suficiencia baja	1	R1		1	R1		1	R1		0		
10	Total hallazgos con suficiencia media	1	R2		1	R2		0			1	R3	
11	Total hallazgos con suficiencia alta	1	R3	3	1	R3	3	1	R2	3	2	R1R2	3
12	Total hallazgos con suficiencia muy alta	0			0			1	R3		0		
13	Total hallazgos con relevancia baja	0			0			0			0		
14	Total hallazgos con relevancia media	0			0			0			0		
15	Total hallazgos con relevancia alta	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3	0		3	2	R1R2	3
16	Total hallazgos con relevancia muy alta	0			0			3	R1R2R3		1	R3	
17	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. C	1	R1		1	R2		1	R1		2	R1R2	
18	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. Nc	1	R3		1	R3		1	R3		1	R3	
19	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. nc potenciales	1	R2	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
20	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. odem .	0	0		1	R1		1	R1		0	0	
21	Total de hallazgos que tuvieron los tres tipos de evidencias (marcaron SI en el SBC en las tres evidencias).	0			0			0			0		
22	Total de hallazgos que tuvieron dos tipos de evidencias (marcaron SI en dos)	2	R1R2	3	2	R1R2	3	3	R1R2R3	3	3	R1R2R3	3
23	Total de hallazgos que tuvieron un tipo de evidencias (marcaron SI en una)	1	R3		1	R3		0			0		
24	Total de hallazgos que al final se decide no reportar nada.	0		0	0		0	0		0	0		0
25	Total de hallazgos con relevancia muy alta versus total de hallazgos.	0%			0%			100%			33%		
26	Total de hallazgos con suficiencia muy alta versus total de hallazgos.	0%			0%			33%			0%		

Figura 25. Consolidado de criterios de juicio auditores

6.5 Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Café

En este contexto se obtiene la experiencia y practicas vividas del auditor frente a los resultados de validación de hallazgo dentro de una auditoria ya realizada.

Tabla 11. Aplicación caso de estudio generación del contexto Zona Marrón

 Razonar	 Pensamiento Logico	 Lenguaje/ Inferencia										
<p>Teniendo en cuenta cada caso y experiencia se debe analizar con el experto soluciones propuestas por experiencia y casos objetivos, seleccionando los más relevantes en el aporte para el desarrollo del sistema basado en conocimiento. Se debe generar un listado, por experiencia y casos que la involucran.</p>												
<p>Experiencia considerada primaria</p>	<p>Caso o casos que le corresponde:</p>											
<p>1. No contar con evidencia objetiva que valide la descripción del hallazgo.</p> <p>2. Hallazgo que contiene sólo evidencia testimonial y que para el auditado no es suficientemente objetivo.</p>	<p>1. Cuando el auditor no toma las referencias correspondientes de la evidencia y al momento de redactar el hallazgo hace falta argumentos que lo validen.</p> <p>2. Cuando el auditor determina un hallazgo con evidencia testimonial (dada por el auditado de manera verbal) y no lo corrobora o convalida en campo con la evidencia documental o física. La evidencia testimonial es poco objetiva ya que puede darse que el auditado manifieste no haberlo dicho o haber dicho otra cosa. Es por esta razón que la evidencia testimonial debe tener un menor peso específico que los otros dos tipos de evidencia.</p>											
<p>Detalles: Adicionados por la persona que tiene el saber cómo ampliación la definición de los casos y experiencias.</p>												
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="261 1150 532 1192">TIPOS DE EVIDENCIA</th> <th data-bbox="532 1150 816 1192">PESO</th> <th data-bbox="816 1150 1300 1192">INTERPRETACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="261 1192 532 1234">EVIDENCIA DOCUMENTAL</td> <td data-bbox="532 1192 816 1234">50%</td> <td data-bbox="816 1192 1300 1234" rowspan="3">En una auditoría a un SGC bajo la norma NTC ISO 9001 no necesariamente se deben recolectar evidencias de los tres tipos, puede ser que con un</td> </tr> <tr> <td data-bbox="261 1234 532 1276">EVIDENCIA FÍSICA</td> <td data-bbox="532 1234 816 1276">40%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="261 1276 532 1318">EVIDENCIA TESTIMONIAL</td> <td data-bbox="532 1276 816 1318">10%</td> </tr> </tbody> </table>			TIPOS DE EVIDENCIA	PESO	INTERPRETACIÓN	EVIDENCIA DOCUMENTAL	50%	En una auditoría a un SGC bajo la norma NTC ISO 9001 no necesariamente se deben recolectar evidencias de los tres tipos, puede ser que con un	EVIDENCIA FÍSICA	40%	EVIDENCIA TESTIMONIAL	10%
TIPOS DE EVIDENCIA	PESO	INTERPRETACIÓN										
EVIDENCIA DOCUMENTAL	50%	En una auditoría a un SGC bajo la norma NTC ISO 9001 no necesariamente se deben recolectar evidencias de los tres tipos, puede ser que con un										
EVIDENCIA FÍSICA	40%											
EVIDENCIA TESTIMONIAL	10%											
<p>Figura 26. Tipos de evidencia y pesos asignados</p>												
<p>Explicación: Dada por el experto en el conocimiento</p>												
<p>Evidencia Documental: Significa que dentro de una auditoría a un SGC bajo la norma ISO 9001:2008, la evidencia documental tienen un nivel de importancia del 50% con respecto a los otros dos tipos de evidencia; la evidencia física y testimonial. O sea que si se encuentra una evidencia de este tipo, se tendría un 50% de la misma, es posible que con una evidencia de este tipo, así sea que la evidencia tenga BAJA suficiencia, uno (1) en cantidad, sea adecuada para generar el hallazgo en cuestión.</p>												
<p>Evidencia Física: Significa que dentro de una auditoría a un SGC bajo la norma ISO 9001:2008, la evidencia física tienen un nivel de importancia del 40% con respecto a los otros dos tipos de evidencia; la evidencia documental y testimonial. O sea que si se encuentra una evidencia de este tipo, se tendría un 40% de la evidencia recolectada en cuanto a importancia relativa se refiere, es posible que con una evidencia de este tipo, así sea que la evidencia sea de BAJA suficiencia, uno (1) en cantidad, sea adecuada para generar el hallazgo en cuestión.</p>												
<p>Evidencia Testimonial: Significa que dentro de una auditoría a un SGC bajo la norma ISO 9001:2008, la evidencia física tienen un nivel de importancia del 40% con respecto a los otros dos tipos de evidencia; la</p>												

evidencia documental y testimonial. O sea que si se encuentra una evidencia de este tipo, se tendría un 40% de la evidencia recolectada en cuanto a importancia relativa se refiere, es posible que con una evidencia de este tipo, así sea que la evidencia sea de BAJA suficiencia, uno (1) en cantidad, sea adecuada para generar el hallazgo en cuestión.

3. Normalmente el muestreo que utiliza un auditor de SG es un muestreo denominado “a juicio del auditor”, este determina la cantidad de evidencia necesaria para declarar el hallazgo de tal manera que sea aceptada sin divergencias

3. A mayor cantidad de evidencia, el hallazgo tiene mayor validez y grado de aceptación. Sin embargo pueden existir hallazgos cuya evidencia sea mínima (cantidad=1), pero cuya relevancia sea muy alta; lo cual determinara que el hallazgo sea aceptado sin divergencias. El cuadro explica una propuesta que relaciona las características de la evidencia con la cantidad de evidencia que permita declarar un hallazgo sin divergencias.

Detalles/Explicación

Tablas. Propuestas por un conjunto de auditores para alcanzar objetividad en los criterios de evaluación de hallazgos

CARACTERÍSTICAS DE LA EVIDENCIA	RANGOS					
	CRITERIO CUALITATIVO	NULA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
SUFICIENCIA (cantidad de evidencia)	EN CANTIDAD DE EVIDENCIA	0	1	2	3-5	6 o mas
	EN PORCENTAJE	0%	10%	50%	80%	100%
	INTERPRETACIÓN	Si no existe evidencia, no hay hallazgo	Este criterio se estima en una calificación entre 1% y 10% de Peso. Una sola evidencia, tiene una importancia BAJA, lo que determina que el hecho o situación encontrada puede ser un caso aislado o coyuntural, el auditor debería indagar más e incrementar la suficiencia. Si es relevante, no importa la cantidad. "La Relevancia le gana a la Suficiencia.	Este criterio se estima en una calificación entre 11% y 50% de Peso. Dos evidencias, tienen una importancia MEDIA, lo que determina que el hecho o situación encontrada puede o no ser un caso aislado o coyuntural, el auditor debería indagar más e incrementar la suficiencia. Si es relevante, no importa la cantidad. "La Relevancia le gana a la Suficiencia.	Este criterio se estima en una calificación entre 51% y 80% de Peso. Tres evidencias, tienen una importancia ALTA, lo que determina que el hecho o situación encontrada no es un caso aislado o coyuntural, es una situación que se repitió, el auditor tiene suficientes argumentos para generar un hallazgo. "La Relevancia le gana a la Suficiencia.	Este criterio se estima en una calificación entre 81% y 100% de Peso. Seis o más evidencias, tienen una importancia MUY ALTA, lo que determina que el hecho o situación encontrada no es un caso aislado o coyuntural, es una situación que es sistemática, el auditor tiene suficientes argumentos para generar un hallazgo. "La Evidencia sistemática, hace que el aspecto evaluado sea convierta en importante para el proceso".
	INTERPRETACIÓN	La evidencia tiene un peso específico con relación a los propósitos de la Organización y del proceso	La BAJA RELEVANCIA indica que la evidencia tiene un impacto o genera una consecuencia entre el 16% y el 30% de peso específico. A mayor relevancia, mayor el valor agregado que percibe la auditado para su proceso. Podría cuantificarse por los beneficios percibidos por el auditado en posibles pérdidas detectadas o en contribuciones logradas.	La MEDIA RELEVANCIA indica que la evidencia tiene un impacto o genera una consecuencia entre el 31% y el 60% de peso específico. A mayor relevancia, mayor el valor agregado que percibe la auditado para su proceso. Podría cuantificarse por los beneficios percibidos por el auditado en posibles pérdidas detectadas o en contribuciones logradas.	Cuando una evidencia tiene ALTA RELEVANCIA, tiene relación con pérdidas o ganancias cuyo impacto es el proceso.	Cuando una evidencia tiene MUY ALTA RELEVANCIA, tiene relación con pérdidas o ganancias cuyo impacto es la organización, afectación de las variables económicas, personales, patrimoniales, de imagen y reputación y en el entorno inmediato.
RELEVANCIA (importancia / impacto de la evidencia dentro del contexto de la auditoría)	CRITERIO CUALITATIVO	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
	EN PORCENTAJE	0%-15%	16%-30%	31%-60%	61%-80%	81%-100%
	INTERPRETACIÓN	La evidencia tiene un peso específico con relación a los propósitos de la Organización y del proceso	La BAJA RELEVANCIA indica que la evidencia tiene un impacto o genera una consecuencia entre el 16% y el 30% de peso específico. A mayor relevancia, mayor el valor agregado que percibe la auditado para su proceso. Podría cuantificarse por los beneficios percibidos por el auditado en posibles pérdidas detectadas o en contribuciones logradas.	La MEDIA RELEVANCIA indica que la evidencia tiene un impacto o genera una consecuencia entre el 31% y el 60% de peso específico. A mayor relevancia, mayor el valor agregado que percibe la auditado para su proceso. Podría cuantificarse por los beneficios percibidos por el auditado en posibles pérdidas detectadas o en contribuciones logradas.	Cuando una evidencia tiene ALTA RELEVANCIA, tiene relación con pérdidas o ganancias cuyo impacto es el proceso.	Cuando una evidencia tiene MUY ALTA RELEVANCIA, tiene relación con pérdidas o ganancias cuyo impacto es la organización, afectación de las variables económicas, personales, patrimoniales, de imagen y reputación y en el entorno inmediato.
VALIDEZ (relación de la evidencia con el objetivo de la auditoría)	CRITERIO CUALITATIVO	evidencia VÁLIDA		evidencia NO VÁLIDA		
	EN PORCENTAJE	1		0		
	INTERPRETACIÓN	Es válida si es adecuada al objetivo pretendido por la auditoría y por lo tanto el auditor no se salió de los límites de la misma		No es válida, si la evidencia no tiene relación con el objetivo pretendido por la auditoría y por lo tanto el auditor se salió de los límites de la misma. Si la evidencia no es válida, el auditor no debería tenerla en cuenta o a lo sumo, generar oportunidades de mejora con base en ella.		

Figura 27. Consolidado de criterios de juicio de varios auditores

Nota: Estas han sido creadas a la medida que se aplica la metodología, no son conocidas aun públicamente por entidades reguladoras de calidad.	
Que se ha hecho para suplir la problemática Identificada (<i>Puede dar respuesta sin salir de su propia experiencia o de experiencias de otros expertos que fueron narradas al principal</i>)	
Propia experiencia	Experiencia aportada por otro experto
Preparar lista de verificación de acuerdo al objetivo y alcance de la auditoria, que describa la muestra a evaluar.	Clasificar un hallazgo como oportunidad de mejora en vez de declarar una desviación o no conformidad, debido a la falta de evidencia o de relevancia.
Realizar la auditoria con auditores acompañantes conformando un equipo auditor lo cual ayuda a recolectar suficiente evidencia y a tener mayor grado de objetividad	
Resultados:	Antes de ser entregado el informe de auditoría al cliente o al responsable del proceso auditado este debe ser revisado al menos 3 veces (buena práctica). La primera revisión es para el auditor, allí se hacen cambios. La segunda revisión es para revisar la clasificación dada los hallazgos de acuerdo con las evidencias obtenidas. La tercera revisión pretende cuestionar al auditor sobre el valor que agregara con el informe.
Conclusiones	Todo auditor debe asumir más que un rol evaluador el de un gestor de cambio y por lo tanto debería siempre pensar en el valor que va agregar a partir de su informe, este punto de vista lo debería llevar a reflexionar de manera constructiva sobre la calidad del reporte de auditoria que va a entregar.

6.6 Aplicación del caso de estudio para la generación del contexto Zona Amarilla

El auditor propone una solución que se ve reflejada en un diagrama de flujo de datos básico, el cual es seleccionado considerando como el más explicitado para la interpretación, de igual forma el IC, expone un diagrama de caso de uso, como soporte para el análisis del sistema a desarrollar.

Tabla 12. Aplicación del caso de estudio para la generación del contexto Zona Amarilla

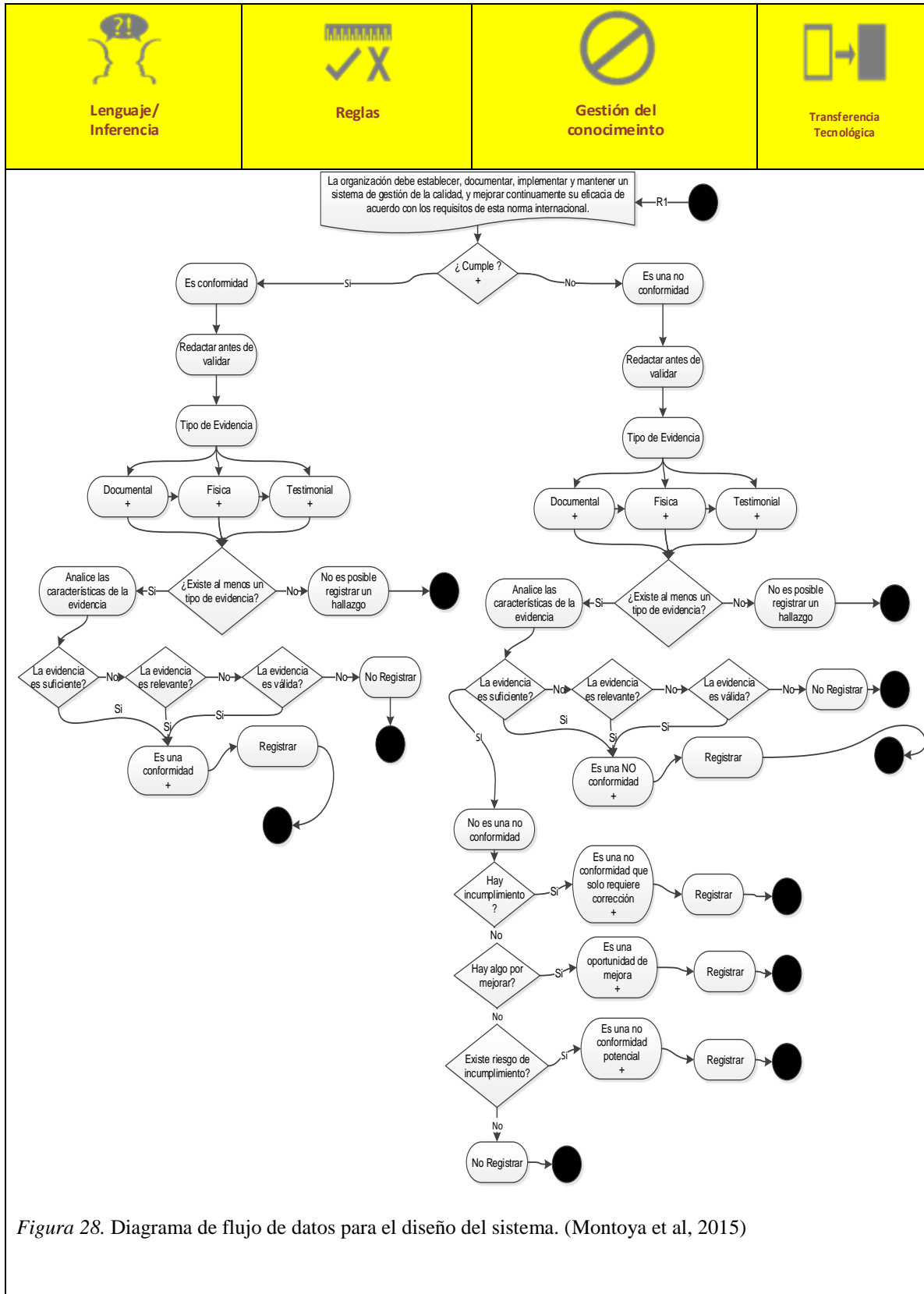


Figura 28. Diagrama de flujo de datos para el diseño del sistema. (Montoya et al, 2015)

En la figura 28, se puede observar el aporte del IC, de acuerdo a su visión, en el desarrollo de un SBC, mostrando los actores que intervienen en los resultados de validación de hallazgos y cada una de actividades o casos que se dan dentro de un proceso de auditoria.

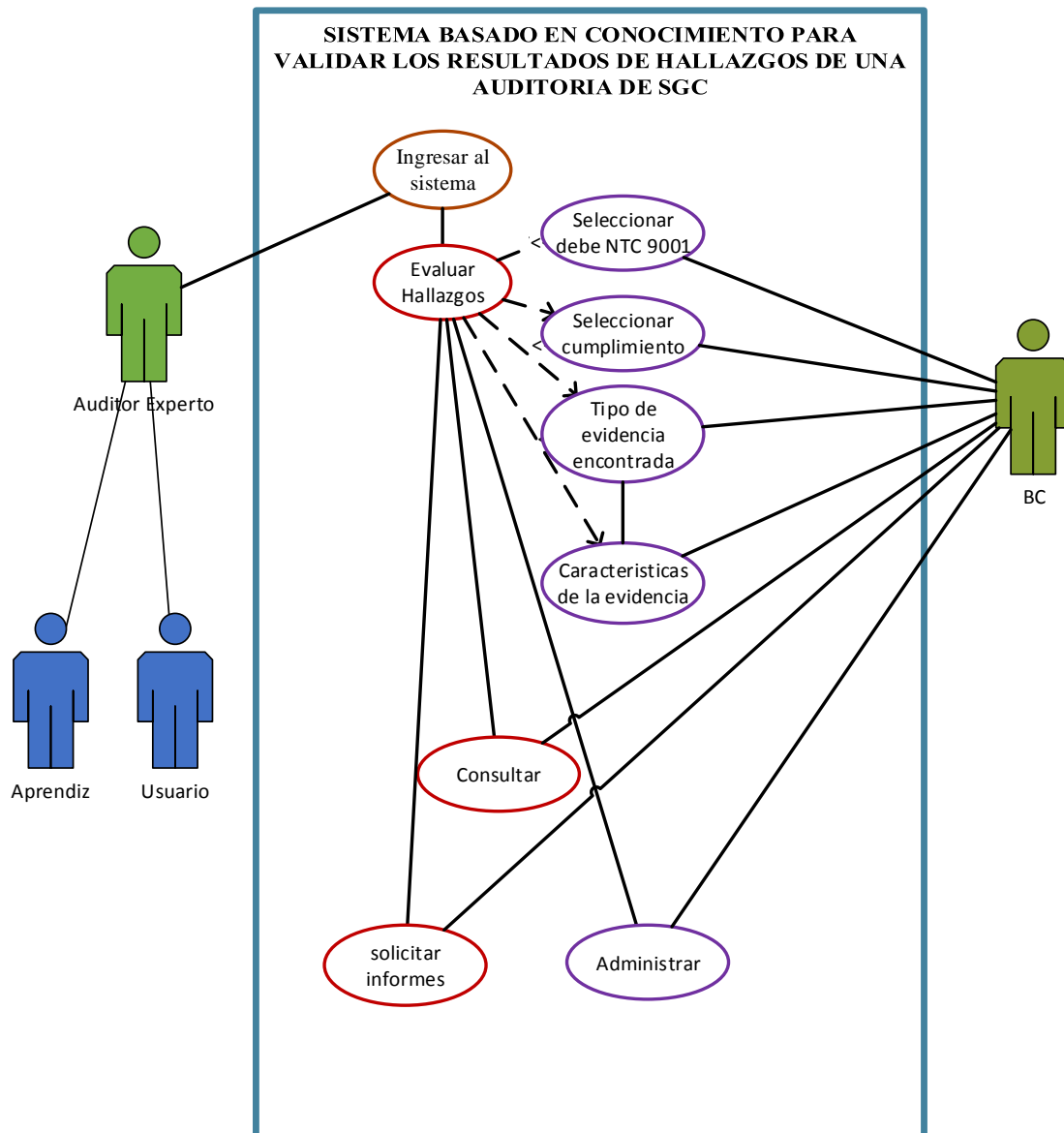


Figura 29. Diagrama de actores y funciones a cumplir con la interacción del sistema (Montoya, 2015)

Regla/Explicación/Conclusión: son las generadas por el experto después de haber analizado cada paso dado dentro del proceso.

MATRIZ DE NO CONFORMIDAD (NO CUMPLE EL REQUISITO)													
VALIDA?	SUFICIENTE?	GRADO DE SUFICIENCIA	RELEVANTE?	GRADO DE RELEVANCIA	HAY DESVIACIÓN?	HAY INCUMPLIMIENTO?	HAY ALGO POR MEJORAR?	EXISTE RIESGO?	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD	ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR NC	ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO DESVIACIÓN	NO ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO OPORTUNIDAD DE MEJORA	NO ES UNA NO CONFORMIDAD REGISTRAR COMO RIESGO (NO CONFORMIDAD POTENCIAL)
NO									NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				
SI	NO		NO				NO	NO	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				
SI	SI	1 o 2	SI	ALTA, MUY ALTA	SI	SI	NO	NO		ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR NC			
SI	SI	1 o 2	SI	MUY BAJA, BAJA, MEDIA	SI	SI	NO	NO			ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO DESVIACIÓN		
SI	SI	≥3	SI	Cualquiera	SI	SI	NO	NO		ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR NC			
SI	SI	Cualquiera	NO		SI	NO	NO	NO			ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO DESVIACIÓN		
SI	SI	Cualquiera	NO		SI	SI	NO	NO	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				
SI	SI	Cualquiera	SI	Cualquiera	NO	NO	SI	NO				NO ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO OPORTUNIDAD DE MEJORA	
SI	SI	Cualquiera	SI	Cualquiera	NO	NO	NO	SI					NO ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO RIESGO (NO CONFORMIDAD POTENCIAL)
SI	SI	Cualquiera	SI	Cualquiera	NO	NO	NO	NO	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				

MATRIZ DE NO CONFORMIDAD (NO CUMPLE EL REQUISITO)													
VALIDA?	SUFICIENTE?	GRADO DE SUFICIENCIA	RELEVANTE?	GRADO DE RELEVANCIA	HAY DESVIACIÓN?	HAY INCUMPLIMIENTO?	HAY ALGO POR MEJORAR?	EXISTE RIESGO?	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD	ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR NC	ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO DESVIACIÓN	NO ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO OPORTUNIDAD DE MEJORA	NO ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO RIESGO (NO CONFORMIDAD POTENCIAL)
NO									NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				
SI	NO		NO				NO	NO	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				
SI	SI	1 o 2	SI	ALTA, MUY ALTA	SI	SI	NO	NO		ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR NC			
SI	SI	1 o 2	SI	MUY BAJA, BAJA, MEDIA	SI	SI	NO	NO			ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO DESVIACIÓN		
SI	SI	≥3	SI	Cualquiera	SI	SI	NO	NO		ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR NC			
SI	SI	Cualquiera	NO		SI	NO	NO	NO			ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO DESVIACIÓN		
SI	SI	Cualquiera	NO		SI	SI	NO	NO	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				
SI	SI	Cualquiera	SI	Cualquiera	NO	NO	SI	NO				NO ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO OPORTUNIDAD DE MEJORA	
SI	SI	Cualquiera	SI	Cualquiera	NO	NO	NO	SI					NO ES UNA NO CONFORMIDAD, REGISTRAR COMO RIESGO (NO CONFORMIDAD POTENCIAL)
SI	SI	Cualquiera	SI	Cualquiera	NO	NO	NO	NO	NO REGISTRAR, NO EXISTE NO CONFORMIDAD				

Figura 30. Matriz de conformidades y no conformidades. (Lopera J, 2015)

Juicio del auditor de resultados de hallazgos frente NTC ISO:9001:2008

Determinar bajo su criterio personal si la evidencia es objetiva y encontrada teniendo presente el tipo y la característica de evidencia para evaluar desde su juicio personal el hallazgo.

Hace la toma de decisiones para la clasificación de la evidencia a través de un ponderado y una tabla fundamentada en los criterios de un conjunto de auditores.

R1.

Si existen declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad.

Entonces

Determinar tipo evidencia

Si Testimonial= {Verdadero o Falso}

Si Física = {Verdadero o Falso}

Si Documental = {Verdadero o Falso}

Entonces característica de evidencia encontrada puede ser

Si Suficiente= {Verdadero o Falso}
 Si Relevante = {Verdadero o Falso}
 Si Valida = {Verdadero o Falso}

Entonces defina
 C= {Conformidad (Y) Oportunidad de mejora}
 Sino
 NC={No conformidad (Y)
 Oportunidad de mejora}

Transfiere: En este paso el conocimiento pasa a ser codificado por un ingeniero de software.

Debido a que cada significado del mismo es vulnerable a las experiencias particulares de la persona que lo posee, se orienta al hacer, siendo capaz de generar nuevo conocimiento, transformarse y en la mayoría de los casos se busca su perfección. Se hacen esquemas de creación existentes en el cerebro humano que lo procesa, a través de las conocidas interfaces de usuario.

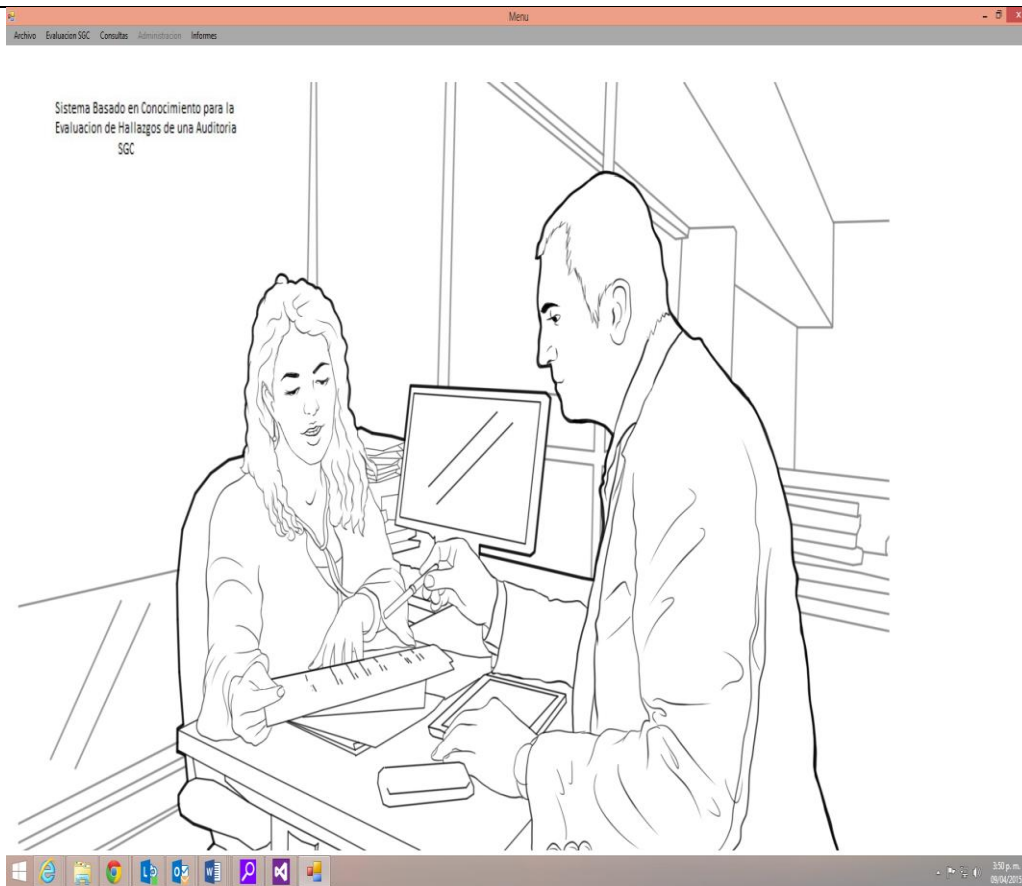


Figura 31. Diseño para la interacción del auditor en formación con la máquina

SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO PARA AUDITORIAS DE SISTEMAS DE GESTION

Requisito: 4,1 Debe: La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional

¿Cumple? SI Hallazgo:

El tipo de evidencia encontrada fue:

Documental Descripción documental

Física Descripción física

Testimonial Descripción testimonial

Existe Conformidad, debe escribir la conformidad. Señor auditor tener en cuenta que luego de esto debe diligenciar cada uno de los campos del tipo de evidencia encontrada. Luego debe presionar la tecla ENTER para continuar

Aceptar

Teniendo en cuenta las características de la evidencia como son la suficiencia, relevancia y validez, responda los siguientes interrogantes:

La validez de la evidencia tiene directa relación con el objetivo? Descripción validez

Es válida para el proceso auditado? Explique el por qué

¿La evidencia es válida?

¿La evidencia es suficiente?

Seleccione la cantidad de muestras encontradas: Describe la(s) muestra(s)

Existe relevancia? Califique la relevancia de la evidencia Descripción relevancia

Hay desviación? Descripción desviación

Hay incumplimiento? Descripción incumplimiento

Hay algo por mejorar? Descripción por mejorar

Existe Riesgo de incumplimiento? Descripción riesgo

El hallazgo lo seguirá clasificando como NO CONFORMIDAD? Descripción clasificación no conformidad

Adelante Atras Guardar

Figura 32. Diseño de selección e interacción de opciones

Conclusiones que genera el sistema una vez es ejecutado.

Componente 1: Evaluar un SGC.

Encargada de permitir al auditor configurar un proceso auditado y registrar tipos y características propias de una auditoría que luego serán almacenados en la base de datos.

En primera instancia el auditor debe registrar un proceso de la organización que se quiere auditar y procede a seleccionar el requisito (el “debe”) de la NTC-ISO para que verifique el cumplimiento y registre el hallazgo obtenido, luego la herramienta lo guía para que escoja el tipo de evidencia (documental, física y testimonial). Además, el auditor debe optar por las características (validez, la eficiencia y la suficiencia) de la evidencia encontrada.

Tanto el tipo de evidencia encontrada como la característica contienen opciones que permiten, dependiendo del juicio crítico y respuesta del auditor, deducir sobre soluciones automáticas para apoyar la evaluación de este.

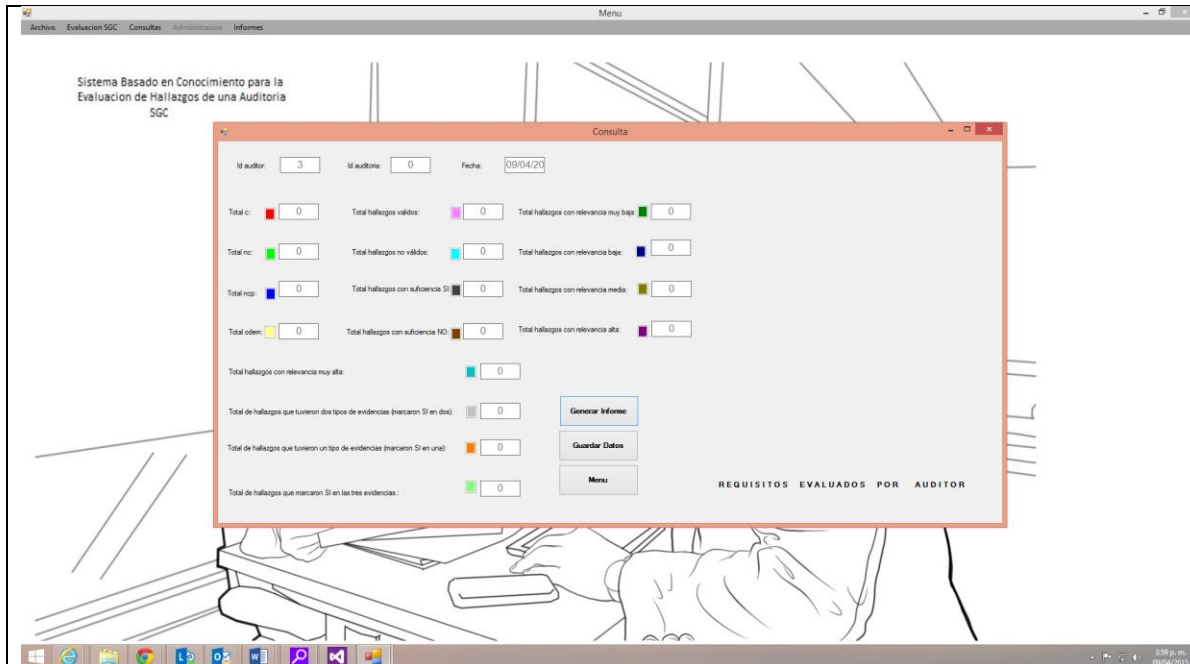


Figura 33. Generación de resultados

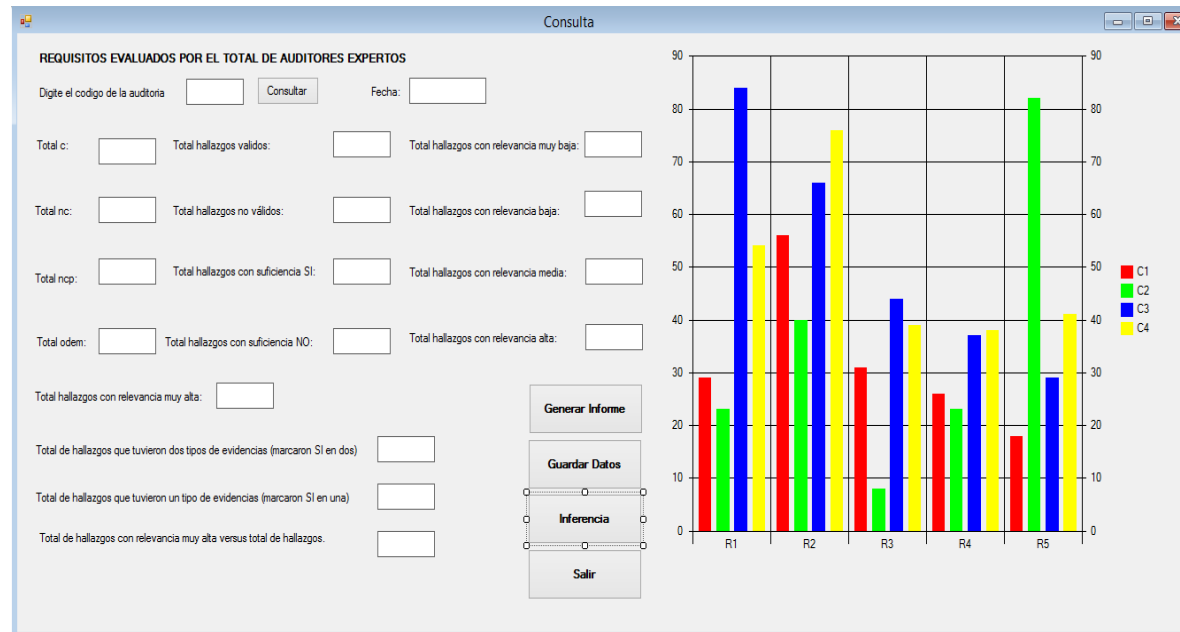


Figura 34. Generación de estadísticas.

Componente 2: Consultas.

Un auditor puede consultar, una vez termina su validación, la cantidad de conformidades o no conformidades registradas presentadas por cada proceso, evaluando los diferentes “debes” de la NTC ISO 9001, así:

Validez, determinada por un SÍ o un NO.

Relevancia. Clasificación en valores de muy alta, alta, media, baja, muy baja.

Suficiencia. Cantidad de evidencia

Se puede consultar por la desviación, el incumplimiento, mejoras, entre otras.

Cantidad de desviaciones, incumplimientos, mejoras y/o riesgos presentados por el proceso de acuerdo al “debe” auditado en el proceso y para la organización.

Notificación de las Conformidades y No Conformidades presentadas, las No conformidades registradas como desviación, como oportunidad o no conformidades potenciales presentadas por proceso.

Componente 3. Informes

Genera reportes estadístico donde varios auditores evalúan una misma auditoria para generar estrategias de un plan de mejora en este proceso.

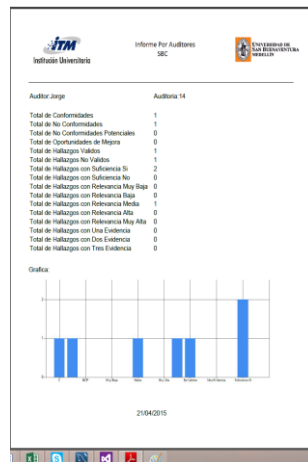


Figura 35.. Generación de informes

6.7 Análisis de resultados obtenidos con los expertos

La propuesta de este SBC se fundamenta en la GC de forma más declarativa al suceso y al hacer de los auditores. La aplicación del modelo al igual que sus contextos permitieron que el desarrollo de una auditoría estuviese directamente asociada al comportamiento del auditor, por lo tanto el sistema prevé al máximo todas las situaciones posibles. No permite emitir opiniones personales. Se basa en evidencias objetivas almacenadas en la base de conocimiento. Da explicaciones sobre bases éticas y es claro en sus explicaciones sin temor a la verdad. Motiva a las personas del proceso auditado a la mejora continua cuando se detecta las no conformidades, como fue basado en el saber específico de varios especialistas es persuasivo no impositivo. El sistema permitió resolver problemas del siguiente tipo:

- ✓ Hallazgos de auditoría que no son aceptados.

- ✓ Falta de evidencia objetiva a la hora de definir un hallazgo, sobre todo de tipo no conformidad.
- ✓ No aceptación de los hallazgos por la parte de la organización auditada.
- ✓ Divergencias en la aceptación del reporte de auditoría por parte de la organización auditada.

Las oportunidades a resolver fueron:

- ✓ Mejoramiento de las competencias del auditor.
- ✓ Debido cuidado en la recolección de las evidencias objetivas de la auditoria.
- ✓ Falta de rigurosidad por parte del auditoria en el momento de recolectar las evidencias objetivas suficientes para declarar el hallazgo, positivo o negativo.
- ✓ Aplicación del sentido común y la experiencia por parte del auditor por encima de la veracidad de los hechos.

El producto final fue desarrollado en el lenguaje de programación Visual Studio 2012 (C#), y MySql para facilitar la portabilidad y accesibilidad de la población interesada en el uso continuo de esta herramienta, la cual será de uso frecuente para un auditor de calidad o equipos auditor de un SGC en una organización.

6.8 Refinamiento del modelo

Para refinar el modelo, se emplearon contextos y se crearon nuevos instrumentos que permiten acompañarlo, proporcionando tanto al ingeniero de conocimiento como al experto una herramienta de expresión lingüística y semántica para exponer y extraer el conocimiento humano.

Otra propuesta que se hizo para refinar el modelo, fue frente al caso de estudio ya validado en la primera prueba realizada con los auditores, como se observó en las tablas 3 hasta la 6. Se utiliza este mismo caso de estudio, tomando una muestra de mayor dimensión, para observar el comportamiento del SBC. Se desarrolló un estudio descriptivo transversal a través de una prueba de análisis. La prueba consiste en tomar la misma auditoría ya realizada y pasarla a cada uno de los auditores participantes para ejecutar de carácter independiente el informe de hallazgos de esta, luego estos resultados son validados y unificados de acuerdo a los criterios del grupo de trabajo a través de un panel, figura 35, el cual se hizo público, programado por el departamento de calidad y producción de una institución formadora en procesos de calidad, con el único propósito de generar el juicio de cada auditor frente a los procesos de hallazgos a través de la herramienta y de los contextos realizados en la validación uno. El tiempo total de diferencia entre los grupos clasificados para la elaboración de la auditoría fue de una semana, debido a la agenda presentada en las diferentes actividades que tenían los auditores.



Figura 36. Panel para validar y refinar el modelo

Del panel se obtuvieron resultados orientados a la elaboración y redacción de informes de auditorías de sistemas de gestión y evaluación de evidencias con respecto a los mismos criterios planteados en la validación uno, figura 26, identificando necesidades enfocadas en sus objetivos así:

Variable de suficiencia, se determinaron rangos, se determinaron claros los rangos de medidas acompañadas por un porcentaje de peso por cada una de las variables seleccionadas de la validación uno así: para la suficiencia (Nula(0), Baja(1), Media(2), Alta(3), Muy Alta(4)), la relevancia (Muy Baja(0), Baja(1), Media(2), Alta(3), Muy Alta(4)), y la validez (valida(S) y No valida(N)), variable de calificación para relevancia: Se determina en un valor muy alto(4), alto(3), medio(2), bajo(1), muy bajo(0), recordando, que estas se pueden calificar con criterios económicos, afectación de la vida humana, impacto en la imagen y reputación de la empresa y satisfacción del cliente.

Generalmente dentro de una auditoria asisten dos auditores, un experto técnico, y un auditor certificado, definido por el auditor líder que programa las auditorías internas y externas, como se desarrolló en la primera validación del SBC, sin embargo para observar el comportamiento del sistema, se tomó una muestra para esta segunda versión de 40 auditores, los cuales fueron clasificados en 4 grupos (Grupoauditor1, Grupoauditor2, Grupoauditor3 y Grupoauditor4), estos verificaron de modo separado el cumplimiento de los mismos tres requisitos presentados por la NTC ISO 9001:2008 (R1, R2 Y R3), la auditoria fue ejecutada al mismo proceso, en la misma organización, con un mismo objeto y alcance. Donde se tienen los siguientes resultados:

Tabla 13 . Informes de resultados de hallazgos de diferentes auditores (40) frente a una misma auditoria, elaborada tradicionalmente (manual).

DATOS AUDITORIA													
EMPRESA: PENSIONES DE ANTIOQUIA													
PROCESO: GESTIÓN DE LA MEJORA													
OBJETIVO: VERIFICAR LA CONFORMIDAD DEL SGC CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA ISO 9001:2008 DEFINIDOS EN EL NUMERAL 4.1, PRIMER PÁRRAFO Y LITERALES a) y b)													
ALCANCE: APLICA PARA EL NUMERAL 4.1, PRIMER PÁRRAFO Y LITERALES a) y b) DE LA NORMA ISO 9001:2008 EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE LA MEJORA, EN LA EMPRESA COOFRASA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN, OFICINA PRINCIPAL.													
REQUISITOS EVALUADOS, CRITERIOS DE AUDITORIA:													R
La organización debe establecer, documentar, implementar y mantener un sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.													R1
La organización debe: a) determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a través de la organización.													R2
La organización debe: b) determinar la secuencia e interacción de estos procesos,													R3
COD.	Resultados_Hallazgos	GrupoAuditor 110	R	comprobación	GrupoAuditor2 10	R	comprobación	GrupoAuditor3 10	R	comprobación	GrupoAuditor4 10	R	comprobación
1	Total de c	10	R1		8	R2		7	R1		5	R1R2	
2	Total de nc	10	R3	30	4	R3	19	7	R3	22	5	R3	19
3	Total de nc potenciales	10	R2		2			5			6		
4	Total de oportunidades de mejora odem.	0			5	R1		3	R2		3		
5	Total hallazgos por proceso. De acuerdo al nombre del proceso.	30	R1R2R3	30	19	R1R2R3	19	22	R1R2R3	22	19	R1R2R3	19
6	Total de no registros por falta de validez y/o suficiencia en la evidencia y/o de relevancia	1		1	0		0	0		0	0		0
7	Total hallazgos validos	3	R1R2R3	3	10	R1R2R3	10	3	R1R2R3	3	15	R1R2R3	17
8	Total hallazgos no válidos	0			0			0			2		
9	Total hallazgos con suficiencia baja	9	R1		10	R1		1	R1		2		
10	Total hallazgos con suficiencia media	9	R2	28	10	R2	30	0		3	5	R3	17
11	Total hallazgos con suficiencia alta	9	R3		10	R3		1	R2		10	R1R2	
12	Total hallazgos con suficiencia muy alta	1			0			1	R3		0		
13	Total hallazgos con relevancia baja	1			0			0		3	0		
14	Total hallazgos con relevancia media	1			0			0			0		
15	Total hallazgos con relevancia alta	30	R1R2R3	32	30	R1R2R3	30	0			20	R1R2	30
16	Total hallazgos con relevancia muy alta	0			0			3	R1R2R3		10	R3	
17	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. C	10	R1		8	R2		7	R1		5	R1R2	
18	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. Nc	10	R3	30	4	R3	19	7	R3	22	5	R3	19
19	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. nc potenciales	10	R2		2	0		5	0		6	0	
20	Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. odem .	0	0		5	R1		3	R2		3	0	

La NTC ISO: 9001:2008 fue actualizada por la ISO 9001:2015, publicada el 23 de septiembre de 2015 y no alcanzó las pruebas que aquí se presentan. Además que su transición es una técnica normalmente aplicada en las organizaciones que hasta ahora no están alineada con un sistema de gestión de calidad (SGC). Sin embargo el SBC está capacitado para ser actualizado permanente por cada versión que salga de la NTC ISO 9001.

Una vez los 40 auditores entran al sistema SBC y hacen seguimiento de sus explicaciones se arrojan los siguientes resultados.

Resultados_Hallazgos	Grupo 1	R	comprobación	Grupo2	R	comprobación	Grupo3	R	comprobación	Grupo4	R	comprobación
Total de c	10	R1		9	R2		10	R1		8	R1R2	
Total de nc	9	R3	28	9	R3	28	9	R3	30	8	R3	26
Total de nc potenciales	1	R2		0			1			1		
Total de oportunidades de mejora odem.	8			10	R1		10	R2		9		
Total hallazgos por proceso. De acuerdo al nombre del proceso.	28	R1R2R3	28	25	R1R2R3	25	26	R1R2R3	26	27	R1R2R3	27
Total de no registros por falta de validez y/o suficiencia en la evidencia y/o de relevancia	1		1	0		0	1		1	0		0
Total hallazgos validos	5	R1R2R3	5	4	R1R2R3	4	5	R1R2R3	5	3	R1R2R3	3
Total hallazgos no válidos	0			0			0			0		
Total hallazgos con suficiencia baja	10	R1	38	10	R1	39	10	R1	38	7		27
Total hallazgos con suficiencia media	10	R2		10	R2		8			3	R3	
Total hallazgos con suficiencia alta	10	R3		10	R3		10	R2		9	R1R2	
Total hallazgos con suficiencia muy alta	8			9			10	R3		8		
Total hallazgos con relevancia baja	0		29	0		27	0		26	0		27
Total hallazgos con relevancia media	0			0			0			0		
Total hallazgos con relevancia alta	28	R1R2R3		26	R1R2R3		25			26	R1R2	
Total hallazgos con relevancia muy alta	1			1			1	R1R2R3		1	R3	
Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. C.	7	R1	22	8	R2	22	7	R1	23	8	R1R2	21
Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. Nc.	9	R3		9	R3		9	R3		8	R3	
Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. nc potenciales	1	R2		0	0		1	0		1	0	
Total de hallazgos frente a un mismo requisito (numeral o debe) de la norma. odem.	5	0		5	R1		6	R2		4	0	
Total de hallazgos que tuvieron los tres tipos de evidencias (marcaron SI en el SBC en las tres evidencias).	2		6	1		4	2		4	2		6
Total de hallazgos que tuvieron dos tipos de evidencias (marcaron SI en dos)	2	R1R2		2	R1R2		2	R1R2R3		2	R1R2R3	
Total de hallazgos que tuvieron un tipo de evidencias (marcaron SI en una)	2	R3		1	R3		0			2		
Total de hallazgos que al final se decide no reportar nada.	0		0	0		0	0		0	0		0
Total de hallazgos con relevancia muy alta versus total de hallazgos.	4%			4%			3%			4%		
Total de hallazgos con suficiencia muy alta versus total de hallazgos.	29%			32%			33%			29%		

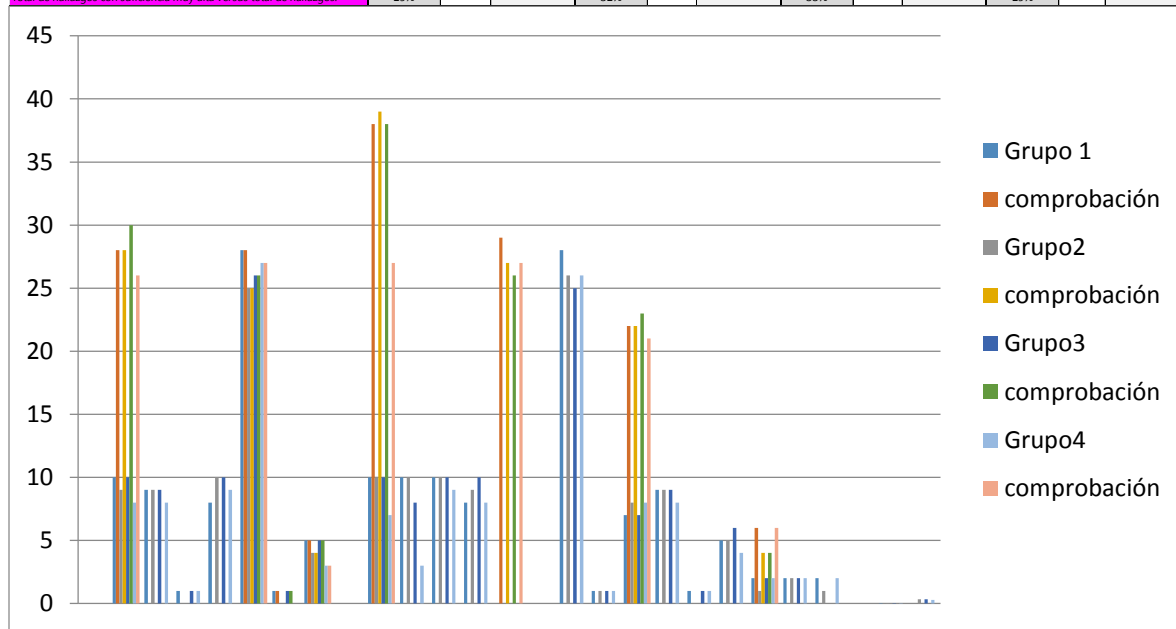


Figura 37. Resultados obtenidos con una muestra de 40 auditores para refinar el modelo

De los resultados anteriores se concluye que la hipótesis dada en el proyecto se cumple, en la medida que la transferencia del conocimiento humano (*capital intelectual de la organización*) a un conocimiento explícito se cumple, además de permitir permanecer dentro de la organización, a la medida que todo conocimiento se puede codificar, sistematizar, como resultado del procedimiento y la racionalidad secuencial y teórica, la cual es adaptable a la forma de programas

informáticos, diagramas o similares. Es transferible entre las personas, por lo tanto es trascendental en la generación de conocimiento (Nonaka & Takeuchi, 1995).

Una vez se aplica la NTC: ISO 9001:2008, frente a un proceso auditado por un auditor, muestra como el conocimiento del conjunto de expertos humanos en auditorias pudo ser sistematizado arrojando de forma objetiva un proceso que era subjetivo para el área. Se concluye además que la importancia que trae en el proceso de la transferencia tecnológica, la ciencia y la innovación; es de vital importancia para la intervención de tecnológicas y técnicas computacionales fundamentadas en la multiplicidad de áreas, preservando conocimiento y saberes del ser humano, quien en sus diferentes campos pueden dejar en el tiempo con mayor precisión dentro de una organización.

Dentro del modelo planteado se integra el procesamiento automático para la transferencia del saber de los expertos técnicos, y el potencial del capital intelectual de los auditores certificados.

6.9 Conclusiones del capítulo

Los contextos generados por el modelo, han sido estandarizados para cualquier tipo de conocimiento o saber específico de un experto humano, propone flexibilidad para adicionar, modificar o detallar descripciones que le permitan perfeccionar el cumplimiento del objetivo. En este caso los contextos permiten guiar tanto al analista de conocimiento como al auditor para el diseño e implementación del SBC, en la validación de hallazgos de una auditoria para un SGC.

Cada uno de los contextos permitió que tanto el analista como el experto identifiquen las necesidades del problema y el aporte del conocimiento de acuerdo a la habilidad presentada por los dos participantes. Los participantes adicionaron una cantidad de características y elementos que dan mayor comprensión al diseño del SBC. En este caso específico se propone soluciones dadas por varios auditores que apoyan la validación de las experiencias del primer auditor

especialista. La metodología propone unas preguntas desde cada uno de los contextos generados por las cuatro zonas reflejadas en el modelo, los expertos dan una explicación por cada una de las preguntas, para alimentar y desarrollar el producto final.

Los auditores participantes consideraron que el producto resultante SBC de su investigación, puede ser utilizada por las organizaciones que tienen implementados sistemas de gestión y que realizan de manera frecuente auditorías internas y externas, por los organismos de certificación y acreditación de la conformidad de procesos, productos y otros, por auditores internos y externos que prestan servicios de auditoría en las organizaciones, por los clientes de la auditoría, por consultores y asesores de sistemas de gestión y por instituciones universitarias y de formación que presten servicios de educación formal o no formal relacionada por sistemas de gestión, calidad y auditorías. También permite solucionar problemas de pertinencia, relevancia y validez, en lo relacionado a si el hallazgo es conveniente respecto al objeto y alcance de la auditoría.

Capítulo 7

Evaluación

7.1 Respuestas a las preguntas de investigación

En esta sección de evaluación, encontramos las respuestas a los interrogantes de investigación enmarcados en el problema que han sido formulados en el capítulo 1 de esta tesis doctoral, de igual forma se encuentran las contribuciones de la tesis y los artículos publicados.

Cada respuesta que se presenta en esta sección es el resultado dado por la tesis doctoral y cada uno de los estudios realizados frente a los objetivos.

La pregunta principal de la investigación, se formuló de la siguiente forma: *¿Es posible configurar un modelo que permita representar la extracción del conocimiento de un experto humano en un sistema basado en conocimiento?*

Sí es posible, representar en un modelo el conocimiento humano, y para ello se debe tener en cuenta las experiencias, el razonamiento, los casos vividos, sus competencias, entre otros elementos. A la medida que se aplica el modelo propuesto en esta tesis doctoral, se puede extraer lo que el experto conoce para luego ser llevado a un sistema basado en conocimiento. El capítulo 5 muestra y valida los resultados dados del modelo al extraer el conocimiento de un experto auditor y el desarrollo e implementación de un SBC, este indicador como resultado de la aplicación del modelo en sus diferentes contextos y zonas. En el anexo 1, se puede complementar esta respuesta a través de los antecedentes que conllevan a la respuesta de la pregunta principal de esta tesis.

Preguntas formuladas, que surgieron de la anterior:

- A. *¿Cuáles son los elementos principales y las características asociadas a la extracción de conocimiento de un experto humano?*

Los elementos considerados dentro de esta tesis doctoral, como principales para extraer el conocimiento humano fueron agrupados por zonas como muestran las figuras 21,22, 23, y 24.

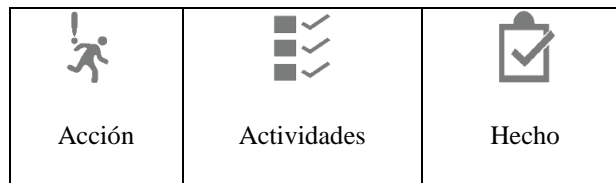


Figura 21. Elementos zona conocimiento procedimental

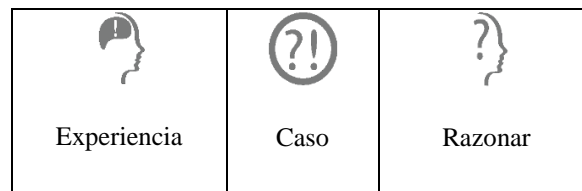


Figura 22. Elementos zona conocimiento declarativo

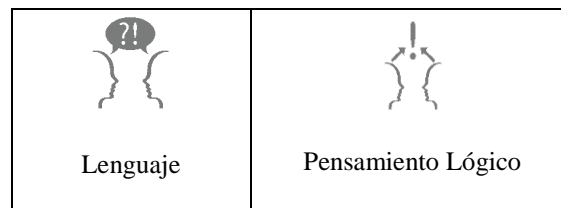


Figura 23 Elementos zona conocimiento cognitivo

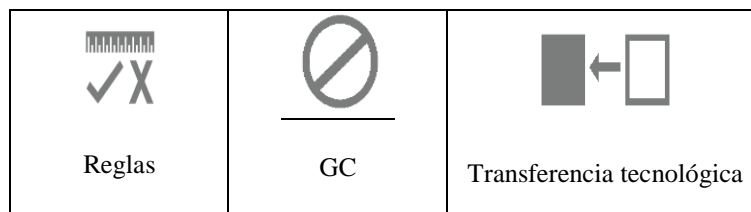


Figura 24 Elementos zona transformación del conocimiento al procesamiento

Para aplicar los elementos en la extracción del conocimiento humano, es importante ver los orígenes de esta selección, donde nos apoyamos en profesionales en el área humanista y cognitiva para dar respuesta al objetivo. Devolverse al recorrido de las figuras 16, 17, 18. Se hizo una revisión en la literatura del origen del conocimiento, ya que es necesario saber y diferenciar de donde proviene el conocimiento para luego poder ser extraído. Se concluye del estudio anterior que el conocimiento puede obtenerse a través del dialogo, las expresiones, manifestaciones, y las

experiencias reales vividas de un individuo, quien se sitúa en un punto clave entre la información y el conocimiento, esto a la medida que puedan identificar las uniones de la expresión, los cambios de estado y saberes para asociarlos con intervenciones y actividades, que luego permiten el análisis y generan una explicación consciente del conocimiento.

Los instrumentos creados como contextos dentro de esta tesis doctoral, permiten que los elementos seleccionados puedan crear documentos, relaciones, prácticas y expresiones que participan en la generación de nuevo conocimiento y muestran enlaces con experiencias que puedan explicar, tutelar y centrar el asunto en cada contexto del instrumento.

B. ¿Cuáles son los elementos principales y las características asociadas a la técnica de la IA denominada RBC para la extracción de conocimiento?

C. El RBC es un tipo de sistema experto desde el punto de vista de la IA, este pretende imitar el proceder de un ser humano experto en alguna área específica, esta técnica posee elementos característicos para explicar los propios *razonamientos*, es decir, aquel conjunto de reglas o pasos que utiliza el experto humano al ir deduciendo diferentes hechos hasta llegar a una conclusión final. Esta técnica como se menciona en uno de los párrafos de este documento no posee una etapa de análisis o adquisición de conocimiento, ya que se fundamenta es en una base de casos existentes.

Teniendo en cuenta que para esta tesis doctoral, su objetivo se enfoca en la primera fase de análisis y adquisición de conocimiento de un experto para el desarrollo de un SBC, se retoma del párrafo anterior un paso de reingeniería desde el RBC al experto humano, quien también tiene unos elementos desde con concepto cognitivo como: una base de conocimiento, la cual está en su memoria, una base de hechos, que es el día a día en el hacer de su labor, un motor de inferencia, que le permite dar explicación y respuesta a los interrogantes que se dan frente a su experiencia de

vida, la cual puede ser analizada y aplicada para crear nuevo conocimiento. Se concluyen que los elementos aplicados para el nuevo modelo de la técnica de RBC son:

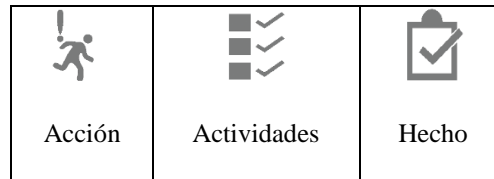


Figura 21. Elementos zona conocimiento procedimental

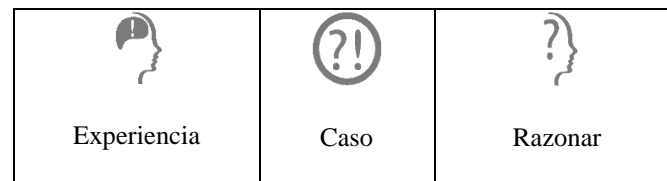


Figura 22. Elementos zona conocimiento declarativo

D. ¿Cómo se pueden definir y representar los componentes de un modelo de extracción de conocimiento usando razonamiento basado en casos teniendo en cuenta la ingeniería?

Para la selección de los componentes que representa el modelo (Adquisición del conocimiento, inferencias, explicación, casos, y validación del conocimiento), se tuvo en cuenta la ingeniería de sistemas en el ciclo de vida de desarrollo de software inteligente, y una de sus áreas como es la IA, estudiando dos de subáreas: el RBC y los SBC, e integrando algunos de los elementos de interés para el análisis de conocimiento humano, que compone la etapa inicial de estas, observar arquitectura en la figura 8. A la medida las subareas son parte de la ingeniería, contienen un conjunto de instrucciones y técnicas científicas que son aplicadas al desarrollo, implementación, mantenimiento y beneficio dentro de su estructura para dar solución a problemas que afectan la actividad cotidiana y que simulan el conocimiento de un experto humano.

Cada componente fue aplicado profesionalmente, tanto para el desarrollo del modelo, como para el manejo eficiente de los recursos que en los cuales se descompuso cada uno de los componentes, figura 15. Para beneficio de la extracción del conocimiento. La ingeniería que contiene el modelo y los contextos permiten transformar el conocimiento en un sistema inteligente.

A través del RBC, el modelo muestra características para ser aplicado con ingenio de una manera más pragmática y ágil dentro de un método científico, teniendo presente como cualquier actividad de la ingeniería está limitada al tiempo y recursos dados por el entorno en que se encuentre.

E. ¿Cómo se puede validar el modelo en un dominio específico de la ingeniería, a través de la técnica de análisis de casos para la extracción de conocimiento cuando se pretende codificar y sistematizar?

Al validar el caso de estudio con los contextos generados por el modelo, se pudo comprobar que a través de un buen análisis y diseño se pueden desarrollar un SBC, desarrollados e implementar a la medida de saberes específicos, Capítulo 5.

7.2 Contribuciones de la Tesis

La principal contribución de esta tesis de doctorado fue la construcción de un modelo para la extracción de conocimiento de un experto humano en un SBC usando RBC, las cuales generan unos contextos que permiten una metodología de apoyo a un ingeniero en sistemas a la hora de levantar las necesidades para el desarrollo e implementación de un sistema inteligente. El modelo fue validado y los resultados arrojados demuestran cómo se puede facilitar a un experto humano la expresión cuando deba transmitir su conocimiento para ser sistematizado.

El conocimiento se encuentra respaldado por calidad científica, es original e inédito; estructurado sobre una rigurosa metodología de trabajo que permitió superar la frontera del cuello de botella actual al tema correspondiente. La contribución principal constituye un aporte significativo al avance del área de la Inteligencia Artificial en la etapa de análisis de conocimiento para el desarrollo de sistemas basados en conocimiento humano aplicando elementos.

Otros aportes que son producto del desarrollo de la presente tesis:

- ✓ Un SBC para auditorias de sistema de gestión de la calidad, el cual valido la subjetividad existentes entre los autores especialistas y certificados a nivel nacional e internacional.
- ✓ Una herramienta de software que acompaña a los auditores en formación, a tomar criterios y juicios basados en la experiencia de un experto.
- ✓ Un conjunto de contextos unificados que se asemejan a una metodología para el análisis y diseño de un SBC.
- ✓ Elementos que integran los procesos de la IC y el razonamiento en casos para extracción de conocimiento humano, dentro del desarrollo de software tradicional y declarativo.
- ✓ Modelo de transferencia tecnológica aplicando el conocimiento tácito al explícito, potenciando la transferencia a un producto de ingeniería en las ciencias computacionales.

7.3 Artículos Publicados

Posteriormente se hace una relación de la producción intelectual (Publicaciones y productos) generada de esta tesis:

7.3.1 Artículos en Revistas Internacionales

Montoya, D; Jimenez, J; Giraldo, J (2015). Model of human knowledge extraction for a KBS using reasoning cases. Revista IEEE América Latina..

En este artículo se presenta el modelo de esta tesis doctoral y se da una explicación de cada una de sus zonas y antecedentes.

Montoya, D, Jimenez, J (2015). Calidad y transferencia tecnológica. Revista Innovar. Colombia. En revisión.

En este artículo se demuestra los contextos de esta tesis doctoral como una metodología de aprendizaje para auditores en formación y como propuesta de transferencia tecnológica aplicando técnicas de inteligencia artificial.

Montoya, D (2014). Validation of Audit Findings for QMS
Revista IEEE Auditing. En revisión

En este artículo se resume en el SBC que fue validado en el caso de estudio y que es aplicado por un conjunto de auditores especialistas en el tema.

7.3.2 Artículos en Revistas Nacionales

Montoya, D; (2013). La GC en una propuesta de innovación para las empresas de auditorías colombianas. Revista Vínculos ISSN: 1794-211X ed: Fondo de publicaciones de la Universidad Distrital v.10 fasc. N/A p.236 - 250 ,2013.

En este artículo se presenta un modelo de transferencia del conocimiento humano a los sistemas basados en conocimiento.

7.3.3 Trabajos Completos en Eventos Internacionales

Montoya, D. (2013) Modelo Conceptual para la Inferencia de un Sistema Basado en Conocimiento de Auditorías de Sistemas de Gestión de la Calidad en el Resultado de Hallazgos. En: LACCEI - Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. Realizado el: 2014-07-21, 2014-07-24 en Guayaquil - Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ec.

En este artículo se presenta un modelo de transferencia tecnológica con una propuesta en el descubrimiento de conocimiento y técnicas de inteligencia artificial.

Montoya, D; (2013). La GC en una propuesta de innovación para las empresas de auditorías colombianas. CICOM: Fondo de publicaciones de la Universidad Distrital v.10 fasc.N/A p.236 - 250 ,2013.

En este artículo se presenta un modelo de transferencia del conocimiento humano a los sistemas basados en conocimiento.

Montoya, D, Jimenez, J (2015). Componentes para la extracción de conocimiento de un experto humano para el desarrollo de software basado en conocimiento. Décima Cuarta Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática: CИСCI 2015 del 12 al 15 de Julio de 2015 ~ Orlando, Florida, EE.UU. ISBN-13: 978-1-941763-27-8, Memorias electrónicas: ISBN-13: 978-1-941763-28-5

7.3.5 Trabajos Completos en Eventos Nacionales

Montoya, D. (2013) Sistema basado en conocimiento para auditorias de sistema de gestión de la calidad. Jornadas de Investigación en la facultad de ciencias económicas y administrativas ITM Tipo de evento: Otro Ámbito: Realizado el: 2013-04-01, en Medellín.

En este artículo se presenta un modelo de transferencia tecnológica con una propuesta en el descubrimiento de conocimiento y técnicas de inteligencia artificial.

7.3.6 Libro

Montoya, D; et. al (2015) La GC aplicada a las auditorias y a la metrología. Editorial Universidad San Buenaventura. En evaluación.

7.4 Conclusiones del Capítulo

Se puede testificar que cada uno de los objetivos e interrogantes que surgieron dentro del desarrollo de esta tesis, fueron alcanzados, comprobados y verificados dentro de un caso de estudio. De igual forma el objetivo central muestra un resultado satisfactorio a la medida que se visualiza un modelo donde se clasificaron elementos con la responsabilidad de teorías comprobadas en la literatura y en el conocimiento científico de varios literarios y profesionales responsables de la temática tratada.

Los productos generados como resultados de divulgación científica y producción intelectual, permitieron afianzar y verificar la calidad del modelo frente a la comunidad científica interesada en el tema.

Capítulo 8

Conclusiones y Trabajo Futuro

8.1 Conclusiones

En este capítulo se exhiben las conclusiones de esta tesis de doctorado en ingeniería de sistemas e informática. Se finaliza dejando espacio abierta a la reflexión científica de esta investigación y posibles observaciones que permitan las mejoras de la misma. Por cada capítulo se da una conclusión sobre el cumplimiento del objetivo, sin embargo aquí se exponen las conclusiones generales de la tesis.

Es posible configurar un modelo para la extracción de conocimiento humano en un SBC integrando la técnica del RBC. En la literatura se encuentra que la actividad que se ha venido realizando para extraer el conocimiento de las personas, con técnicas de requerimiento de conocimiento debe dejar de ser una actividad y pasar a un conjunto de actividades que permitan diseñar un modelo capaz de encontrar componentes de negociación, compartición, aprendizaje, ejemplos, similitudes entre los dominios del saber. Además de formalizar una estructura capaz de tener un conocimiento que permita el éxito de un sistema basado en conocimiento.

El modelo planteado está en capacidad de trabajar en cooperación cercana con los diferentes conocimientos de expertos humanos en saberes específicos, para la representación de este en forma codificada. De igual forma el modelo permite apoyar los procesos de una organización a la medida que involucra tecnologías de alto nivel en las ciencias computacionales, donde se integran variables relacionales con el conocimiento. La transformación del conocimiento a la ingeniería a través de un SBC, permite preservar el conocimiento humano de forma objetiva, en pro del beneficio para la toma de decisiones y el aporte de nuevo conocimiento basado en la experiencia.

Se puede concluir además que el modelo al igual que sus contextos, tienen su mayor foco de importancia en el proceso de la transferencia tecnológica, la ciencia y la innovación. Es de vital importancia la intervención de tecnológicas y técnicas computacionales fundamentadas en la disciplina de IA y en los SBC; como se indica en los párrafos anteriores, la tendencia de estos permite simular conocimientos del ser humano que pueden ser automatizados, produciendo precisión dentro de una organización sin estar presente. Para las organizaciones no es posible cambiar continuamente los procesos tecnológicos y recursos humanos por su alto costo.

El nuevo modelo permite apoyar los procesos de una organización a la medida que involucra tecnologías de alto nivel en las ciencias computacionales, donde se integran variables relacionales con el conocimiento. La transformación del conocimiento a la ingeniería a través de un SBC, permite preservar el conocimiento humano de forma objetiva, en pro del beneficio para la toma de decisiones y el aporte de nuevo conocimiento basado en la experiencia.

Otra conclusión se proyecta en la categoría que trae el proceso de la transferencia tecnológica, la ciencia y la innovación; es de vital importancia la intervención de tecnológicas y técnicas computacionales fundamentadas en la disciplina de la IA, donde el conocimiento queda dentro de la organización y no en el capital humano de la misma. Las organizaciones no pueden cambiar continuamente los procesos tecnológicos y recursos humanos por su alto costo.

8.2 Trabajo Futuro

El modelo de extracción de conocimiento humano aplicando razonamiento en casos para el desarrollo de un SBC, hace un gran aporte a un tema de interés para toda la comunidad científica, ya que está abierto a la integración de varias técnicas de inteligencia artificial que permitan unificar criterios y dar soluciones a propuestas dadas por el conocimiento humano.

8.2.1 Metodología para la extracción del conocimiento humano

Los contextos que se presentan dentro de este proyecto, tienen un acercamiento frente a una metodología para la extracción del conocimiento humano, quedando como propuesta formalizar y hacer las investigaciones pertinentes, para ser aplicadas al proceso de adquisición dentro de la técnica de RBC y otras técnicas que no aplican la etapa de análisis de conocimientos en sus procesos.

8.2.2 Herramienta automática para la extracción de conocimiento humano

El modelo puede ser llevado a una herramienta informática que permita por si misma extraer el conocimiento humano de una forma estandarizada, donde se implemente aprendizaje de máquinas y RBC para que pueda generar inferencias para el diseño de un SBC a la disposición que es alimentada por el experto.

8.2.3 Gestión del conocimiento y transferencia tecnológica

Si bien el modelo se aplicó a un caso de estudio que genero un SBC, siendo este evaluado como exitoso para los usuarios interesados en la temática, es necesario aplicar el modelo a otros casos y saberes específicos de otros expertos. De igual forma se debe hacer reingeniería sobre un SBC existente de un saber específico para enfrentarse a la propuesta de esta tesis.

8.2.4 Modelo y Metodología de extracción de conocimiento

El modelo está sujeto a ajustes que permitan retroalimentar cada una de las zonas y sus componentes, con la intención de enriquecer su proceso. Al igual que los contextos generados por el modelo, se pretende que sean fuente de motivación para la comunidad científica interesada en el tema, que puedan dar su aporte para producir y estandarizar una metodología de extracción de

conocimiento aplicando completamente la técnica de razonamiento en casos para crear SBC en saberes específicos.

9. Referencias Bibliográficas

- Adarraga, P., & Zaccagnini, J. L. (1988). Sistemas expertos y psicología cognitiva: una visión general. *Estudios de Psicología*, 36, 97-12.
- Ahmed, A. Abdalla, M. Mengistu, E and G. Kompa, 2004. Power Amplifier Modeling Using Memory Polynomial with Non-Uniform Delay Taps”, in Proc. IEEE 34th European Microwave Week, pp. 1457-1460, 2004.
- Alonso , F, Juristo N, et. (1995). Trends in life cycle models for SE and KE Proposal for a spiral-conical life-cycle approach. *International Journal of software Engineering and knowledge Engineerin*, 3:445-465.
- Althoff, K. (2001) Case-Based Reasoning. *Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering*. Fraunhofer Institute for Experimental Software Engineering (IESE) Kaisersalutern, Alemania.
- Althoff, K. Ralph, B. and Karl, Lg. Eds (2001). *Case-Based Reasoning Research and Development: Proceedings of the Third International Conference on Case-Based Reasoning*. Berlin: Springer Verlag, 1999. American, May 2001.
- Anderson, L.; & Krathwohl (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Angele, J, Fensel, D. Landes, D and R. Studer (1998). Developing Knowledge-Based Systems with MIKE. *Journal of Automated Software Engineering*, 5(4):389-418.
- Aone, C., Okurowski, M.E., Gorfinsky, J., & Larsen, B. (1997). A Scalable Summarization System using Robust NLP. Pages 66–73 of: *Proceedings of the Workshop on Intelligent Scalable Text Summarization at the ACL/EACL Conference*.
- Artiles, S. (2004) GC y capital intelectual. En: *Memorias del Congreso Internacional de Información, INFO' 2004*, abril 12-16, 2004 [CD ROM]. La Habana : IDICT.
- Autoridad P.de G. Gestión del conocimiento. [en línea]. Disponible en: <http://www.puertogijon.es/gestion32.htm> [Consultado: noviembre, 2003].
- Badaracco, J. (1991). *The Knowledge Lick: Competitive Advantage Through Strategic Alliances*. Boston: Harvard Business School Press.
- Beckman, T. (1997) A methodology for Knowledge Management. *International Association of Science and Technology for Development (IEATED) and Soft Computing Conference*. Canada: Banff.
- Bello, R. (2002). "Aplicaciones de la Inteligencia Artificial. " Ediciones de la Noche, Guadalajara, Jalisco, México. ISBN: 970270177 5.

- Belohlavek, P (2011). The Ontogenesis of knowledge acquisition: The unicist of human learning. Blue Eagle group.
- Bench, T. (1990). Knowledge Representation: An approach to Artificial Intelligence. Academic Press, 221.
- Berners, L. Hendler, J. Lassila, O(2001). The Semantic Web. Scientific . Vol. 33, pp. 600 – 684.
- Blacker, F. (1993). Knowledge and the theory of organizations: Organizations as activity systems and the reframing of management. Journal of Management Studies, Vol. 30, pp. 863 – 884.
- Brooking A. Intellectual Capital. Core Asset for the Third Millennium Enterprise, 1ª ed. London: International Thomson Business Press, 1996.
- Buchanan, B. Barstow, R. Bechtal, J. Bennet, W. Clancey, C. Kulikowsky, Mitchell, T(1983) Constructing an expert system. Volume: 16 Issue: 2, Page(s): 43-56.
- Bueno, E. (1998) El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual. Boletín de Estudios Económicos ;LIII(164):207-29.
- BONTIS, Nick, (2000), Assessing Knowledge Assets: A Review of the Models Used to Measure Intellectual Capital, obtenido el 18 de enero de 2008 en <http://www.business.mcmaster.ca/mktg/nbontis/ic/publications/BontisIJMR.pdf>
- Bylander, T.(1991), A simple model of knowledge compilation, IEEE Intelligent Systems, Volume: 6 Issue: 2, Page(s): 73-74.
- Bylander, T.(2000)A simple model of knowledge compilation, IEEE Intelligent Systems, Volume: 6 Issue: 2, Page(s): 73-74.
- Bureauveritas, (2015). Obtenido de de <http://www.bureauveritasformacion.com/bureau-veritas-business-school/>
- Cámara de la Fuente, L. (2004). La representación lingüística del conocimiento y su relevancia en la ingeniería lingüística. Hipertext.net.
- Centro Valenciano para la Sociedad de la Información. La gestión del conocimiento en la sociedad de la información [en línea]. Disponible en: <http://genesis.ovsi.com/icons/cevalsi/cevalsi.swf> Consultado: 10 de julio del 2005.
- Colmerauer, A., & Roussel, P. (1968). The birth of Prolog. History of programming languages, 331–367.
- Cook, N. y Yanow, D. (1993). Culture and Organizational Learning. Journal of Management Inquiry, Vol. 2 – 4.

- OICBS, Viedma.(2001). Modelo Operations Intellectual Capital Benchmarking System, obtenido el 18 de enero de 2008 en http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci060605.htm
- Cálad, & Henao, M. (2001). CommonKADS-RT: Una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento de Tiempo Real. En Cálad, & M. Henao, CommonKADS-RT: Una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento de Tiempo Real. Medellin.
- Cèsari, & Matilde. (2012). dharma. Obtenido de <http://dharma.frm.utn.edu.ar/cursos/ia/2012/material/APUNTESFILMINAS/U2/SEapuntesCesari.pdf>
- Chein, M., Mugnier, M. (2009), Graph-based Knowledge Representation: Computational Foundations of Conceptual Graphs, Springer, 2009, ISBN 978-1-84800-285-2.
- CSL. (2014). Obtenido de <http://www.csl.sri.com/projects/daml/>
- Cuena, J., & Molina, M. (1996). Building Knowledge Models Using KSM. Banff, Canada.
- Contraloria General de la República. (nov de 2015). Obtenido de http://186.116.129.40/gat/html/4_fase_ejecu/4_p1_FaseEjecucion.html
- Davenport T, Prusak L. (1998) Conhecimento Empresarial: como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Campues.
- Davenport, Thomas H. (1997). “Some principles of knowledge management”, Graduated School of Business-University of Texas, <http://geocities.com/ResearchTriangle/1872/km.htm>.
- Davis, S. Sarkani, S. & Mazzuchi, T. (2011). What's at STEAK? Exploring engineering methodologies to identify existing generational boundaries impeding the strategic transfer of engineering and architectural knowledge (STEAK). Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 2011 15th International Conference on Digital Object Identifier: 10.1109/CSCWD.2011.5960214 , Page(s): 827 – 834.
- Delgado, M. (2003). Definición del Modelo de Negocio y del Dominio utilizando Razonamiento Basado en Casos. Centro de Estudios en Ingeniería de Sistemas, Cuba.
- Depres, C. Chauvel, D. (2000). A thematic analysis of the thinking in knowledge management. Boston: Butterworth – Heinemann. Diez, P. (1999). La relación de meronimia en los sustantivos del léxico español: contribución a la semántica computacional. Vol. 2. Estudios de Lingüística Española.
- Domingue, J. (s.f.). VITAL Workbench. Obtenido de Knowledge Media Institute U.K: <http://kmi.open.ac.uk/publications/>

- DOW CHEMICAL. (1998). Model of dow chemical, obtenido el 18 de enero de 2008 en http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci060605.html
- Edmunds, R. (1988). The Prentice Hall Guide to Expert System. New Jersey.
- Edvinsson, L. & Malone, M. (2003). El capital intelectual: Cómo identificar y calcular el valor de los recursos intangibles de su empresa. Barcelona: Ediciones Gestión 2000, 1999.
- Eriksson, H. Shahar, Y. Tu, S. Puerta, R. Musen, M (1995). Task modeling with reusable problem solving methods. *Artificial Intelligence*, 79(2):3-26.
- Feigenbaum, E. A. Feigenbaum(2000). The art of artificial intelligence: Themes and case studies of knowledge engineering. In Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence, Cambridge, MA.
- Ferrandez, S. & Ferrandez, A. (2007). The Negative Effect of Machine Translation on Cross-Lingual Question Answering. Pages 494–505 of: *CICLing 2007*.
- Filej, M y Hellens, D (1991). Knowledge Elicitación. A practical handbook. Prentice hall, UK.
- Fowler, M. (2000) UML Distilled. Addison Wesley Longman Inc, segunda edición.
- Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. (1994). IIIA - Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial. Retrieved from <http://www.iiia.csic.es/People/enric/AICom.html>
- Funk, P. & Conlan, K. (2002). Case-Based Reasoning and Knowledge Management to Improve Adaptability of Intelligent Tutoring Systems. In Proceedings: Workshop on Case-Based Reasoning for Education and Training at 6th European Conf. on Case Based Reasoning, ECCBR2002. Ed. Pedro A. González-Calero. Aberdeen, Scotland, pp 15-23.
- Fensel, D. (2000). cs.vu.nl. Obtenido de www.cs.vu.nl.html
- Fensel, D. (1999). In Proceeding of the International Joint Conference on AI (IJCAI). UPML A Framework for knowledge System Reuse. Stockholm, Sweden
- Fujita, H. (2013) Intell. Software Syst., Iwate Prefectural Univ., Iwate, Japan.
- Galinsky, C. (2000). Terminology and Knowledge Representation. In: KnowTech 2000 Conference and Exhibition.
- Guzman, J. (1996). Tesis Maestría. Modelo Integrado Hipermedia y Basado en conocimiento de apoyo al desarrollo de aplicaciones Informáticas. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

- Gleim, N. & Irvin.(2006). Revisión para Certificación CIA. Parte II Realizar el Trabajo de Auditoría Interna. Gleim Publications Inc. Noviembre 2006.
- Guida, G, Tasso, (1994) Design and Development of Knowledge Based Systems. From life cycle to methodology. John Wiley and Sons Ltd., Baffins Lane, England.
- Guldenmund, F. (2005). The development of an audit technique to assess the quality of safety barrier management. Safety Science Group, Delft University of Technology, Netherlands. Risø National Laboratory, Denmark.
- Hal, S. (2015) Bayesian Statistics, In International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition), edited by James D. Wright, Elsevier, Oxford, 2015, Pages 373-377, ISBN 9780080970875, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.42003-9>.
- Harmon, P. (1991) “Case-Based Reasoning II. A continuation of our Overview of the Hottest New Approach to Knowledge-Based Systems Development”, Intelligent Software Strategies, vol.7, n 12, diciembre 1991, pp. 1-9.
- Harris, D. (1999). “Crating a Knowledge Centric Information Technology Environment”, Harris Training & Consulting Services, Seattle, septiembre, <<http://www.gestiondelconocimiento.com/documentos2/apavez/zip/apavez.pdf>> [5 de enero de 2007].
- Hayek, A. (1983). The use of knowledge in society. The American Economic Review, Vol. 35 – 4, pp. 519 – 530.
- Holsapple, C. y Joshi, K. (1997). Knowledge Management; A three-fold Framework. Kentucky Initiative for Knowledge Management. USA.
- Hart, A. (1993). Knowledge Acquisition for Expert Systems. McGraw-Hill.
- IOS PRESS. (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches (Vol. 7). (C. & Sciences, Ed.)
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas, (2008). Sistemas de Gestión de la Calidad: Requisitos. NTC-ISO 9001:2008. Bogotá: ICONTEC. P. 28.
- Iwazum, M. & Kaneiwa, K.(2013).Community-Driven and Ontology-Based Biological Knowledge Management: A Hybrid Approach to Harnessing Collective Intelligence Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD), 14th ACIS International Conference on Digital Object Identifier: 10.1109/SNPD.2013.113 , Page(s): 387 – 393.
- Iwazum, M. and Kaneiwa, K. (2013) Community-Driven and Ontology-Based Biological Knowledge Management: A Hybrid Approach to Harnessing Collective Intelligence Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed

- Computing (SNPD), 14th ACIS International Conference on Digital Object Identifier: 10.1109/SNPD.2013.113 , Page(s): 387 – 393.
- Jolley, N. (1995ed.). The Cambridge Companion to Leibniz, Cambridge University Press, Nueva York.
- Jimenez, J.(2006). Un Modelo de Planificación Instruccional usando Razonamiento Basado en Casos en Sistemas Multi-Agente para entornos integrados de Sistemas Tutoriales Inteligentes y Ambientes Colaborativos de Aprendizaje. Tesis doctoral. Unlamed. P. 35-41
- Kandel, E. R., Schwartz, I. H., & Jessel, T. M. 1996. Essentials of Neural Science and Behavior. McGraw-Hill/Appleton & Lange.
- Kant, M. Kritik der reinen Vernunft. Parte II, Libro II, Cap. I, nº 221, 20. Cfr. MARTINS, C. O con-ceito de sujeito em Kantem Veritas, 2004, nº 2, p. 195-204.
- Kaplan RS, Norton DP (1996) "Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System" Harvard Business Review 1996;(1):76.
- Kendal, S. y Creen M. (2007). An introduction to Knowledge Engineering. Ed Springer, Londres.
- Kerschberg, L. (2005) Knowledge Management in Heterogeneous Data Warehouse Knowledge Base. <http://eceb.gmu.edu/pubs/Kerschberg DaWak2001.pdf>. Acceso: 2005.
- Kolodner, J. (1993) "Case Based Reasoning". Morgan aufmann Publishers, Inc., San Mateo, CA.
- Ku, H. and Kenney, J.(2004). "Behavioral Modeling of Nonlinear RF Power Amplifiers Considering Memory Effects", IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 51, no. 12, pp. 2495-2504, 2004.
- Kerschberg, L.(2001) Knowledge management: managing knowledge resources for the intelligent enterprise.
- Leibniz, G. Echeverría, J. (2011) Obra completa. Biblioteca de Grandes Pensadores. Escritos metodológicos y epistemológicos; Escritos filosóficos; Escritos lógico-matemáticos; Escritos sobre máquinas y ciencias físico-naturales; Escritos jurídicos, políticos y sociales; Escritos teológicos y religiosos; Apéndice: esbozo autobiográfico. Madrid: Editorial Gredos. ISBN 9788424921309.
- Lopez, R. ; McSherry, D. Bridge, D. et al., (2006) "Retrieval, Reuse, Revise, and Retention in CBR, " Knowledge Engineering Review, Vol. 20, no. 3, pp. 215-240.
- Meireles, M. Almeida P. & Simoes, M. (2003) "A comprehensive review for industrial applicability of Artificial NN", IEEE Trans. Industrial Electronics, vol. 50, no. 3, pp. 585-601.

- Milton, N.(2007) Knowledge acquisition in practice: a step by step guide. Springer, Londres. Modelo de gestión del conocimiento de KPGM Consulting). Disponible en:http://www.gestiondelconocimiento.com/modelos_kpmg [Consultado: 25 de junio del 2005].
- Miller, George A (2003). "The cognitive revolution: a historical perspective". Trends in Cognitive Sciences 7.
- Moser, T. & Mordinyi, R. et. Al. (2001). Razonamiento Basado en Casos. Departamento de Inteligencia Artificial, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
- Moser, T. ; Mordinyi, R. ; Winkler, D. ; Melik-Merkumians, M. ; & Biffl, S.(2001). Razonamiento Basado en Casos. Departamento de Inteligencia Artificial, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.
- Motta, E. (2000)Reusable Components for Knowledge Modelling. IOS Press.
- Musen, M 1993. An overview of knowledges acquisition. In J. M. David, J. P. Krivine, and R. Simmons, editors, Second Generation of Expert Systems, pages 405-427. Springer Verlag, 1993.
- Molina, J. (1995). Knowledge oriented Design an Object Oriented design. Canada.
- Mooney, R. & Bunescu, R. Mining Knowledge from Text Using Information Extraction, ACM SIGKDD Explorations, Vol. 7, Issue 1, Natural language processing and Text Mining, pp. 3-10, New York, USA, 2005.
- Motta, E., & Hara, N. (1996). Solving VT in VITAL. Human-computer Studies., 34.
- Newell, A. (1982). The Knowledge Level. . Artificial Intelligence, 18.
- Nalepa, G. & Adrian, W. et al. (2012). Combining AceWiki with a CAPTCHA System for Collaborative Knowledge Acquisition. Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2012 IEEE 24th International Conference on Volume: 1. Page(s): 405 – 410.
- Nalepa, G.J. ; Adrian, W.T. ; Bobek, S. ; Maslanka, P.(2012) Combining AceWiki with a CAPTCHA System for Collaborative Knowledge Acquisition. Tools with Artificial Intelligence (ICTAI), 2012 IEEE 24th International Conference on Volume: 1. Page(s): 405 – 410.
- Naylor, C. (1983). Build your own Expert System.Cheshire: Sigma Technical Press.
- Newell A. y Simon H.A. (1972) Human Problem Solving Englewood Clifs: Prentice Hall 3. Anderson J.R. (1983). The Architecture of Cognition Cambridge, Mass: Harvard University.

- Nonaka I, Takeuchi H (1999). La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. México DF: Oxford University Press, 1999.
- NOVA CARE. (1999). Modelo Nova, obtenido el 18 de enero de 2008 en http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci060605.html.
- Ordoñez, P. (2001). La Gestión del Conocimiento como base para el logro de una ventaja competitiva sostenible: la organización occidental versus japonesa. Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa. Vol. 7-3, pp. 91 – 108.
- ONGE, Hubert Saint.(1996). Model Canadian Imperial Bank, obtenido el 18 de enero de 2008 en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci060605.htm
- Paliouras, G. & Karkaletsis, V et al.(2011). "Case-based reasoning," ACAI' 99, LNAI 2049, pp. 127-145.
- Peng He, Chapter 27 - Counter Cyber Attacks By Semantic Networks, In Emerging Trends in ICT Security, edited by Babak Akhgar and Hamid R. Arabnia, Morgan Kaufmann, Boston, 2014, Pages 455-467, ISBN 9780124114746, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-411474-6.00027-X>.
- Pereira, F. C. N., & Warren, D. H. D. 1983. Parsing as Deduction. In: Proceedings of 21st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics.
- Pérez Rodríguez Z. Un enfoque sobre la gestión del conocimiento desde la perspectiva de la calidad [en línea]. Disponible en:<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/70/gesconperscal.htm> [Consultado: 5 de agosto del 2005].
- Pérez, S. (2002) Memoria Organizacional Basada en Casos. Revista de Ciencia e Tecnología Política e Gestao para a Periferia (RECITEC), 6(1), p. 22-39, 2002.
- Peña, A. (2006) Sistemas basados en Conocimiento: Una Base para su Concepción y Desarrollo. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Dirección de Publicaciones. Revillagigedo 83, Centro Histórico, 06070, México, D.F. ISBN: 970-94797-4-1. Impreso en: México / Printed in México
- Preece, J. (1993). Human Factors in Computing. The united States of America: Addison-Wesley.
- Qian, H. and Zhou, G.(2005). "A Neural Network Predistorter for Nonlinear Power Amplifiers with Memory", in Proc. 10th IEEE DSP Workshop, pp. 312-316.
- Quillian M (1968). Semantic Memory. En M.Minsky (Ed.) Semantic Information Processing. 6. Minsky M. (1975) A framework for representing Knowledge.. En P.H. Winston (Ed.) The Psychology of Computer Vision.

- Rae (2015). Real Academia Española. Obtenido de <http://dle.rae.es/>
- Ramos E, Núñez H, ONTOLOGÍAS: componentes, metodologías, lenguajes, herramientas y aplicaciones.
- Reyes, R.; Sison, R. (2002) Case Retrieval in CBR-Tutor. En: Proceeding of the International Conference on Computer in Education – ICCE'02 IEEE.
- Richard I Arends. Learning to Teach. McGraw-Hill Higher Education, 2004.
- Richebächer, Sabine (2010). formato=PDF «Sabina Spielrein, una pionera del psicoanálisis y del análisis de niños». Revista de psicoanálisis (Buenos Aires: Asociación Psicoanalítica Argentina). LXVII (4): 765. ISSN 0034-8740. Consultado el 8 de diciembre de 2012.
- Riloff, E, & Jones, R. 1999. Learning Dictionaries for Information Extraction by Multilevel Bootstrapping. In: Proceedings of the 13th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI).
- Sabater Sánchez R, Meroño Cerdán AL. Creación de valor empresarial a través del capital intelectual y la gestión del conocimiento [en línea]. Disponible en: <http://www.um.es/eempresa/inves/GC-CI.pdf> [Consultado: 1 de julio del 2005].
- Salcedo, P. (2002) Inteligencia Artificial Distribuida y Razonamiento Basado en Casos en la Arquitectura de un Sistema Basado en el Conocimiento para la Educación a Distancia (SBC-ED) Universidad de Concepción, Chile.
- Schreiber, A. T., Akkermans, J. M., Anjewierden, A., de Hoog, R., Shadbolt, N. R., Van del Velde, W., Wielinga, B. J.(2000) . Knowledge Engineering and Management. The CommonKADS Methodology. MIT Press, Massachusetts.
- Shaw and Gaines, 1992 M. L. G. Shaw and B. R. Gaines. The synthesis of knowledge engineering and software engineering. In P. Loucopoulos, editor, Advanced Information Systems Engineering (LNCS 593). 1992.
- Shouming Hou ; Yongxian Liu ; Lijuan He ; Wei Zhao ; Wei Wang (2010). Research on knowledge-based engineering system for rapid response design of machine tool Control and Decision Conference (CCDC), Chinese . D2010igital Object Identifier: 10.1109/CCDC.2010.5498376 , Page(s): 4310 – 4314.
- Somluck La-Ongsri, John F. Roddick, Incorporating ontology-based semantics into conceptual modelling, Information Systems, Volume 52, August–September 2015, Pages 1-20, ISSN 0306-4379, <http://dx.doi.org/10.1016/j.is.2015.02.003>.
- Song T; Lin T; Gu M ; Chai X ; Li T ; Fan S ; Liu Y(2012). Knowledge Engineering Oriented Intelligent Expert System Development Platform. Computational Intelligence, Modelling

- and Simulation (CIMSIM), 2012 Fourth International Conference on Digital Object Identifier: 10.1109/CIM Sim.2012.22 , Page(s): 76 - 81 .
- Song, T.; Lin T.; Gu, M.; Chai, X.; Li, T.; Fan, S.; Liu,Y.(2012). Computational Intelligence, Modelling and Simulation (CIMSIM), Fourth International Conference on Digital Object Identifier: 10.1109/CIMSIm.2012.22 Page(s): 76 – 81
- Stegmayer, G. & Chiotti, O.(2009).“Volterra NN-based behavioral model for new wireless communications devices”, Neural Computing and Applications, vol. 18, pp. 283-2919.
- Sveiby, K. (1998). The new organizational wealth: managing and measuring intangible assets. San Francisco: Berret – Koelher Publishers.
- Syed V. Ahamed, 10 - Knowledge Science, In Next Generation Knowledge Machines, edited by Syed V. Ahamed, Elsevier, Oxford, 2014, Pages 233-263, ISBN 9780124166295, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-416629-5.00010-4>.
- Steels, L. (1990). Components of Expertise. AI Magazine, 29-49.
- Shisong Zhu1, 2. L. (2011). Knowledge Management Method for Expert System Based on Model. International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences.Cognitive.
- Torrado del Rey G, Carrascosa Ramírez F, Sevillano Tinaquero R, Silva Perucha C, Sanz Jiménez C, Vaquero Badillo C, et. al. Modelos de capital intelectual. [en línea]. Disponible en:http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/pomeda/docs/modelos_grupo1.doc [Consultado: 15 de julio del 2005].
- TaeSung, Y; Fujisue Kand K. Matsushima. The progressive knowledge reconstruction and its value chain management. Engineering Management Conference, 2002. IEMC '02. 2002 IEEE International
- Tejedor, A (1998). Modelo de Gestión del Conocimiento de KPMG, obtenido el en 24 enero de 2007 en www.gestiondelconocimiento.com/modelos_kpmg.htm
- Ugando Peñate M. La gestión del conocimiento y la utilización de las tecnologías de la información y de las comunicaciones en la creación de valor en los proyectos de innovación. En: Memorias del Congreso Internacional de Información, INFO' 2004, abril 12-16, 2004 [CD ROM]. La Habana: IDICT, 2004.
- UML. (2015). Obtenido de <http://www.uml.org/>
- Varela, F. (1989) *Connaître: les Sciences Cognitives. Tendances et Perspectives* París: Ed. SEUIL (Título original: Cognitive Sciences. A Cartography of Current Ideas. 1988)

- Viedna Marti JM. CICBS: Cities'Intellectual Capital Benchmarking System. Una metodología y una herramienta para medir y gestionar el capital intelectual de las ciudades. Aplicación práctica de la metodología en la ciudad de Mataró [en línea]. Disponible en: <http://www.intellectualcapitalmanagementsystems.com/publicaciones/CICBSStrad.pdf> [Consultado: 5 de agosto del 2005].
- Viedna Marti JM. IICBS Innovation Intellectual Capabilities Benchmarking System [en línea]. Disponible en: <http://www.intellectualcapitalmanagementsystems.com/publicaciones/IICBS.pdf> [Consultado: 28 de julio del 2005].
- Viedna Marti JM. OICBS Operacions Intellectual Capital Benchmarking System [en línea]. Disponible en: <http://www.intellectualcapitalmanagementsystems.com/publicaciones/OICBS.pdf> [Consultado: 6 de junio del 2005].
- Viedna Marti JM. SCBS Social Capital Benchmarking System [en línea]. Disponible en: <http://www.intellectualcapitalmanagementsystems.com/publicaciones/Scbs.pdf> [Consultado: 1 de agosto del 2005].
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wei Dai, Bin Wang, & Bao-sheng Guo, "A diagnosis expert system for marine diesel engine based on CBR and RBR, " *Ship & Ocean Engineering*, vol. 36, n0. 5, pp. 122-124, 2007.
- Wiig, K. *Integrating Intellectual Capital and Knowledge Management*. Long Range Planning 1997; 30(3):372.
- Winston P. (1995) *Artificial Intelligence*. Addison Wesley. Tercera edición. California, 1995.
- Winter, G. (1987). *Knowledge and competences as strategic assets. The Competitive Change Strategies for Industrial Innovation and Renewal*. MA: Crambridge.
- Woolfolk, A.E., Winne, P.H., Perry, N.E., & Shapka, J. (2010). *Educational Psychology (4th ed)*. Toronto: Pearson Canada. ISBN 978-0-205-75926-2
- W3C. (2014). Obtenido de <http://www.w3.org>
- Xiang, Y & Hongyuan, H "Research and Application of Expert System Based on Fuzzy Inference Model, " *Computer Engineering*, vol. 31, no. 10, pp. 180-181, 187, 2005.
- Zhang, Q.; Gupta, K. and V. Devabhaktuni, (2003) "Artificial Neural Networks – From Theory to practice", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 51, no. 12, pp. 1339-1350.
- Zhen-Lin, & YU Ying-Jie. *A Diagnosis Expert System Based on RBR and CBR*. *Computer*, 2010, 26 (2) :111-130.

Infografía

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080970868420039>)
 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012411474600027X>)
 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124166295000104>)
 (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437915000265>)
 hal.inria.fr. (1996). Retrieved from <http://hal.inria.fr/docs/00/18/96/52/PDF/Auroux.Blum.pdf>

<http://softwaresistemasdegestion.mejoramiso.com/>
<http://softwaresistemasdegestion.mejoramiso.com/>
<http://www.icontec.org.co/index.php?section=384>
<http://www.icontec.org.co/index.php?section=384>
<http://www.nist.gov/quality-portal.cfm>

IBM. (2014). International Business Machines. Obtenido de <http://www.ibm.com>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. ISO 9001:2008 Guía para las pequeñas empresas. Guía sobre la norma ISO 9001:2008. 2001.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de Gestión de la Calidad: directrices para la auditoría de sistemas: NTC-ISO 19011:2012. Bogotá: ICONTEC, 2002, p. 40

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de Gestión de la Calidad: directrices para la auditoría de sistemas: NTC-ISO 19011:2012. Bogotá: ICONTEC, 2002, p. 40

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Sistemas de Gestión de la Calidad: Requisitos. NTC-ISO 9001:2008. Bogotá: ICONTEC, 2008. P. 28.

INSTITUTO DE AUDITORES INTERNOS DE COLOMBIA. Marco Internacional para la Práctica Profesional de la Auditoría Interna. Actualizado a Enero de 2013.

INSTITUTO DE AUDITORES INTERNOS DE COLOMBIA. Marco Internacional para la Práctica Profesional de la Auditoría Interna. Actualizado a Enero de 2013.

Instituto Universitario de Administración de Empresas. Universidad Autónoma de Madrid. El modelo Intellectus a examen: nuevos desafíos [en línea]. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/revista/revista20/bibliografias/bibliografia1.asp> [Consultado: 20 de junio del 2005].

Juan, D. (2010). Obtenido de <http://antoniopantoja.wanadooads1.net/recursos/varios/>

Tallis. (2011). Archive. Obtenido de <http://archive.cossac.org/tallis/PROforma.htm>
www.isolucion.com.co
www.kawak.net

10. Anexos

Anexo 1. Antecedentes del modelo de extracción de conocimiento para el desarrollo de un SBC usando CBR

En la búsqueda de teorías del conocimiento se encuentra como se han hecho cantidad de modelos para preservar el conocimiento humano dentro de una organización. Experiencias propias del área de gestión del conocimiento, allí muestran dentro de sus antecedentes como han logrado transferir el conocimiento tácito a explícito, esto se hace cuando llevan los conocimiento del individuo a un sistema. Observar modelos de la figura 35. Cada uno de estos modelos ha causado aportes significativos dentro de las organizaciones, en este capítulo se mencionan algunos de ellos:

- ✓ Incremento de la capacitación y profesionalizaciones de los integrantes de la organización.
- ✓ Integración de los diferentes puntos de vista en los departamentos o sucursales de la empresa con enfoques complementarios.
- ✓ Mayor identificación de las personas objetivo de la organización.
- ✓ Creación de nuevas formas de gestión y operatividad con la intención de una mayor productividad.
- ✓ Mejora de la calidad y en el liderazgo del conocimiento.
- ✓ Aumento de ciencia e innovación.
- ✓ Potencializarían de valores y compromisos, socialización de dilemas y problemas a través de la comunicación. Entre otras.

<p>Modelo Technology (Broker et al, 1996)</p> <p>Aprendizaje Organizacional ... el resultado del aprendizaje es la creación de Capital del Conocimiento</p>	<p>Modelo Balanced Scorecard (Kaplan et al, 1996).</p>	<p>Modelo Canadian Imperial Bank (ONGE, 1996)</p>
<p>Modelo Universidad de West Notario (Bontis , 2000).</p>	<p>Modelo Skandia Navigator (Edvinson et al, 2003)</p>	<p>Modelo de activos intangibles (Sveiby , 1997)</p>
<p>Modelo Intellect (Euroforum, 1998)</p>	<p>Modelo de dirección estratégica por competencia: el capital intangible (Bueno , 1998)</p>	<p>Modelo de Knowledge Practices Management (Tejedor, 1998)</p>
<p>Modelo de Andersen (Andersen et al, 2001)</p>	<p>Modelo Operations Intellectual Capital Benchmarking System (OICBS Viedma , 2001)</p>	<p>Innovation Intellectual Capabilities Benchmarking System (IICBS Viedma, 2001)</p>

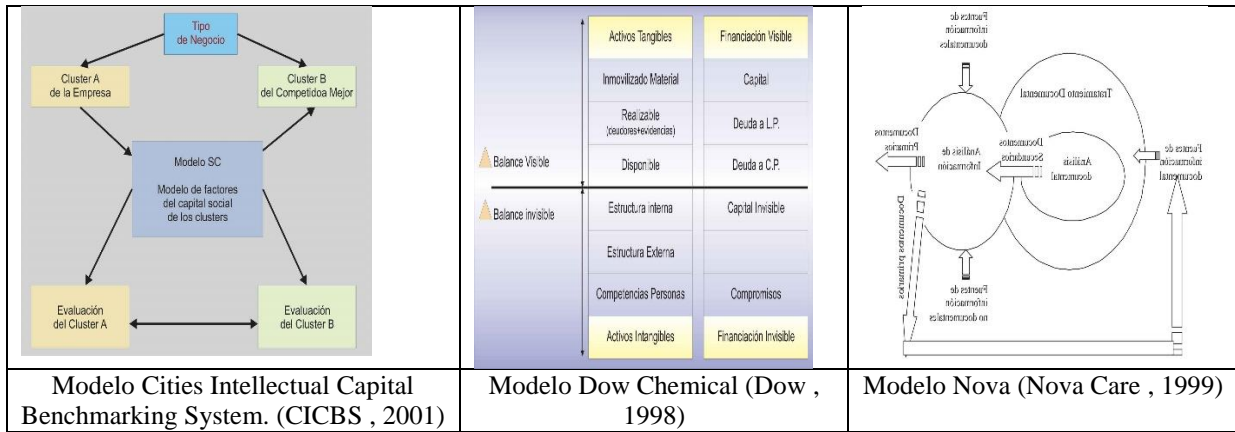


Figura 38. Modelos existentes en la gestión del conocimiento

Anexo 2. Modelos de la metodología CommonKads

Desde el punto de vista de la existencia de modelos para desarrollar SBC, existen antecedentes como los que se muestran en la figura 38, de la propuesta que hace la metodología Commonkads, y los seis modelos, en el capítulo 2 de esta tesis doctoral se es más explícito en su contexto. La metodología como se indica en el capítulo anterior se encarga de describir en un lenguajes de modelado, y en unas estructuras documentadas representar las fases de construcción de un sistema basado en el conocimiento.

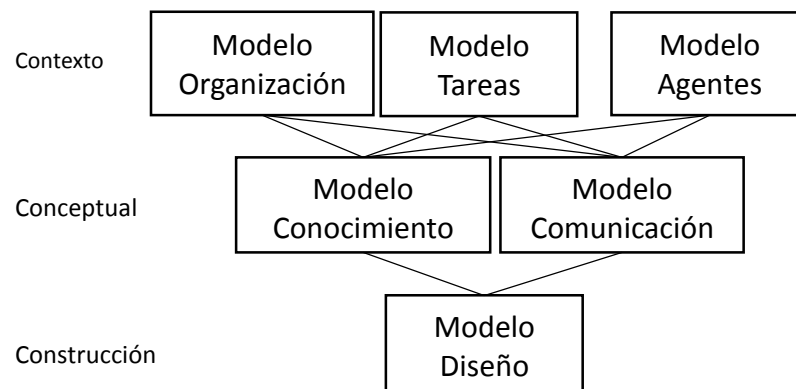


Figura 39. Modelos propuestos por la metodología Commonkads (Schreiber, 1999)

11. Apéndice

ACCIÓN: Ejercicio de la posibilidad de hacer.

ACTIVIDAD: Facultad de obrar.

ACTOR: Persona, objeto o cosa que hace una acción o actividad.

ALMACENAMIENTO: Repositorio donde se guardan datos, información, imágenes entre otros

AUDITORIA: Verificación de estándares de calidad en procesos.

BAYESIANA : Teorías y prácticas estadísticas.

CASO: Parte de un suceso.

COGNOSCITIVISMO: Ciencia del conocimiento.

COMMONKADS: Metodología para SBC.

CONOCIMIENTO: Conjunto de información acumulada mediante la experiencia y procesada por la mente humana.

CONTEXTO: Entorno lingüístico del cual depende el sentido y el valor de una palabra.

DAML: Darpa Agent Markup Lenguaje.

DECLARATIVO: Explicación de una manera perceptible de algo.

DELPHI: Técnica de declaración estructurada, desarrollada como un método de predicción sistemática interactiva.

DISTRIBUCIÓN: Exaltación y acción de responsabilidades sobre una causa.

EH: Experto humano.

EXP: Experto.

EXPERIENCIA: Conocimiento de algo o habilidad para ello que se adquiere al haberlo realizado.

EXPERTO: Práctico, hábil, experimentado.

EXPLICACIÓN: Declaración o exposición de cualquier materia, doctrina o texto frase o fragmento considerados.

GC: Gestión del conocimiento.

GESTION: Administración y liderazgo de algo.

HALLAZGO: Evidencias encontradas referente a algo.

HECHO: Situación o realidad a la cual se hace referencia.

IA: Inteligencia artificial.

IC: Ingeniería del conocimiento.

IHMC: Instituto humano y máquinas cognitivas

INSTRUMENTO: Arquetipo para el desarrollo de un cuestionario.

LENGUAJE: Forma de comunicación de los seres humanos.

MODELAMIENTO: Abstracción relevante de una situación.

NEGOCIO: Etapas o ciclos para la culminación de un todo.

ONTOLOGÍA: Estudio del ser y de la naturaleza de algunas cosas.

PROCEDIMENTAL: Método de ejecutar sucesos.

PROFORMA: Aquello que se desarrolla en sintonía con una forma o una formalidad.

RAZONAR: Juicio lógico que modela la coherencia interna de un discurso.

RBC: Razonamiento basado en casos

RC: Razonamiento en casos

RDF: Origen Descriptivo_ Marco trabajo

RECUPERACIÓN: Volver a tomar o adquirir lo que antes se tenía.

REFINAMIENTO: Busca el dominio a través de diferentes fuentes del saber cómo bases de datos en diferentes tipos: relaciones, orientadas a objetos, transaccionales, entre otras.

REGLAS: Descripción detallada por preposiciones.

RIESGO: Inseguridad ante un permisible perjuicio o daño para un suceso, persona, organización o entidad.

SBC: Sistema basado en conocimiento.

SE: Sistema experto

SEMÁNTICAS: Parte de la lingüística que estudia el significado.

SGC: Sistema de gestión de la calidad

TALLIS: Herramienta de software para representar el conocimiento.

TECNOLOGÍA: Conjunto de conocimientos técnicos, científicamente ordenados, que permiten diseñar y crear.

TRANSFERENCIA: Trasladar o enviar de un sitio al otro.

UML: Lenguaje de modelado unificado.

WEB: Red informática mundial.

XML: Lenguaje de marcas desarrollado por el W3C aplicado para almacenar datos en forma legible.

ZONA: Es una extensión, porción o dimensión considerable que presenta una forma de banda o franja.

Anexo 3. Certificados ponencias resultados de divulgación



Red Académica de Calidad

COLOMBIA - ARGENTINA

Las Instituciones de Educación Superior adscritas a la
Red Académica de Calidad

certifican que

Diana María Montoya Quintero

CC 43.683.730

Participó en calidad de **PONENTE** de la investigación:
"Sistema basado en conocimiento (SBC), una propuesta innovadora para validar el juicio
del auditor de sistemas de gestión de la calidad"
de las sesiones académicas del

I Congreso Internacional de Investigación en Calidad

realizado en Medellín - Colombia, durante los días 28 y 29 de octubre de 2013,
con una intensidad de 16 horas.



POLITÉCNICO COLOMBIANO
JAIME BAZA CÁRDENAS



Institución Universitaria



CATÓLICA DEL NORTE
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA
PROMOVIMOS LA CALIDAD



NORA INÉS LÓPEZ OSPINA
Decana Facultad de Administración
Politécnico Colombiano



YUDY ELENA GIRARDO PÉREZ
Decana Fac. Ciencias Econ. y Admtvas.
ITM Institución Universitaria



LUIS ORLANDO RAMÍREZ SERNA
Decano Fac. Ciencias Eco. Adm. y Cont.
Fund. Universitaria Católica del Norte






UAGro
Universidad Autónoma
de Guerrero



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA



CICOM 2013

Septiembre 18, 19 y 20 de 2013
COLOMBIA, Cartagena de Indias

Reconocimiento a:

Diana Maria Montoya Quintero
C.C 43683730

Por asistir y participar con la ponencia titulada:

**La Gestión Del Conocimiento en una Propuesta de Innovación Para Las
Empresas de Auditoria Colombianas.**

3º Congreso

Internacional de Computación

XI - COL

XIV Jornada Académica

Inteligencia Artificial

cicom.udistrital.edu.co

Nelson Becerra Correa
Director CICOM 2013

Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Colombia

Edgar Altamirano Carmona
Director CICOM 2013

Universidad Autónoma de Guerrero - Mexico



CONSTANCIA

Artículo: *“Caracterización de los elementos para la extracción del conocimiento de un experto humano en un sistema basado en conocimiento aplicando razonamiento basado en casos”*

Autores: Diana Montoya, Camilo Giraldo, Jovany Jimenez

Id. artículo: 22

Área: Nuevas Tecnologías

El Comité Técnico del XII Congreso Internacional Sobre Innovación y Desarrollo Tecnológico CIINDET 2015, que se llevó a cabo en la ciudad de Cuernavaca, Morelos, México, del 25 al 27 de marzo de 2015, hace constar que el artículo citado fue presentado de acuerdo con el programa técnico del congreso e incluido en las memorias del mismo.

La presente constancia se expide para los fines legales que a los autores convengan.

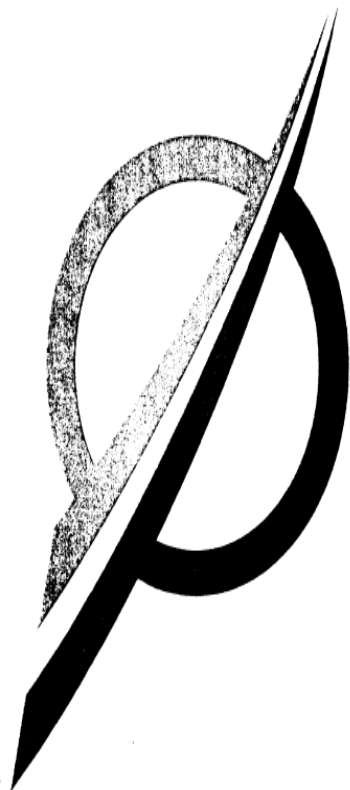
Cuernavaca, Morelos, México a 27 de Marzo de 2015.

Atentamente



Dr. Jorge Guillermo Calderón Guizar
Presidente del Comité Técnico CIINDET 2015





CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN

D O S M I L C A T O R C E

UNIVERSIDAD CENTRO DE ESTUDIOS CORTAZAR.

OTORGA EL PRESENTE

RECONOCIMIENTO

A: DIANA MARIA MONTOYA QUINTERO

Por su destacada participación en la presentación de su proyecto en modalidad de PONENCIA titulado **GESTION E INGENIERIA DEL CONOCIMIENTO UNA PROPUESTA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**, en Cortazar, Guanajuato, México.



UCEC



Dr. Florentino Yáñez Puente.
DIR. DEPTO. DE INVESTIGACIÓN

Mtro. Julio Siles Anaya.
SECRETARIO ACADÉMICO

Dr. J. Artemio Pérez Muñoz.
RECTOR UCEC

Cortazar, Guanajuato, 10 y 11 de Abril del 2014.

Certificado de Participación

Se certifica que

Diana Montoya Quintero

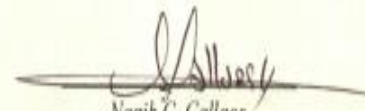
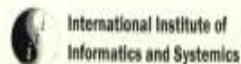
asistió a la

**Décima Cuarta Conferencia Iberoamericana en
Sistemas, Cibernética e Informática**

celebrada del 12 al 15 de julio de 2015, en Orlando, Florida, EE.UU.

y participó con la ponencia titulada

Componentes para la Extracción de Conocimiento de un Experto Humano para el
Desarrollo de Software Basado en Conocimiento



Nagib C. Callaos
Presidente del IIS