

Universidad Andina Simón Bolívar
Sede Ecuador

Área de Gestión

Programa de Maestría en Gerencia para el Desarrollo

Diseño conceptual de un Sistema Experto Informático, como herramienta de apoyo en el proceso de elaboración de nuevas leyes, procedimientos, normas y reglamentos en el Ecuador.

Jorge Rafael Reyes Macías

2013



CLAUSULA DE CESION DE DERECHO DE PUBLICACION DE TESIS/MONOGRAFIA

Yo, Jorge Rafael Reyes Macías, autor de la tesis intitulada *“Diseño conceptual de un Sistema Experto Informático, como herramienta de apoyo en el proceso de elaboración de nuevas leyes, procedimientos, normas y reglamentos en el Ecuador.”* mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de magíster en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en Internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

Fecha: 31 de enero de 2013

Firma:

Universidad Andina Simón Bolívar
Sede Ecuador

Área de Gestión

Programa de Maestría en Gerencia para el Desarrollo

Diseño conceptual de un Sistema Experto Informático, como herramienta de apoyo en el proceso de elaboración de nuevas leyes, procedimientos, normas y reglamentos en el Ecuador.

Jorge Rafael Reyes Macías

Tutor: Ing. Renato Landín

Quito – Ecuador 2013

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis se compone de 5 capítulos, en cada uno de ellos se realizó la correspondiente investigación, estudio y análisis.

Es importante mencionar que para el desarrollo de la misma se hizo uso de la metodología de recopilación, análisis y aplicación de la información más relevante concerniente al tema investigado.

En el primer capítulo se realiza el planteamiento del problema, objetivo general y específicos, la hipótesis, justificación y alcance de la tesis.

El segundo capítulo comprende el marco conceptual, que contempla algunas definiciones relativas a campos como el Desarrollo, la Transparencia, Gobierno Electrónico y TIC's, sin profundizar en las conceptualizaciones teóricas de dichos temas, sino abordándolos desde el punto de vista del desarrollo.

En el tercer capítulo se realiza un estudio sobre los sistemas de información, analizando los conceptos generales, fundamentos, componentes, ciclos de vida y aplicaciones en el gobierno electrónico.

En el cuarto capítulo se estudian los sistemas expertos, se analizan sus características generales, los tipos existentes y los usos actuales.

En el capítulo quinto se desarrolla la propuesta del Diseño conceptual de un Sistema Experto como herramienta de apoyo para la elaboración de nuevas leyes en el Ecuador.

Finalmente se establecen las principales conclusiones y recomendaciones del trabajo.

DEDICATORIA

Llegar hasta aquí ha sido un camino lleno de muchas emociones, dificultades y alegrías, en este viaje he disfrutado de muchas sonrisas de parte de las personas que han estado cerca de mí en muchas de esas maravillosas etapas de mi vida.

Dedico el presente trabajo en especial a mi mamá, a mi querida mamacita, a Nori, mi gran amor a Lis, a mi pequeño David Mathias, a mis buenos amigos y a todas esas personas que de una u otra forma han estado siempre presentes.

AGRADECIMIENTOS

Al gran arquitecto del universo, por todas las bendiciones derramadas generosamente sobre mí, muchas de ellas sin merecerlas.

A mi madre por su permanente confianza y apoyo en todos los caminos emprendidos, sin dudar nunca, de que a pesar de las dificultades lograría cualquier cosa que me propusiera.

A mi esposa Lis por su constante apoyo en el desarrollo de mi maestría y su permanente motivación para el buen término de la misma.

Merece un especial agradecimiento Nori, por toda la paciencia y bondad que me ha demostrado siempre.

Gracias de manera especial a mi tutor el Ing. Renato Landín, por su guía y sus valiosos aportes durante la realización de la presente tesis, y a la Universidad Andina Simón Bolívar por preocuparse de brindarnos la mejor educación a través de profesores de altísimo nivel, también a todo el personal administrativo por brindarnos todas las facilidades y la paciencia mostrada.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	4
1.1 Planteamiento del Problema.....	4
1.2 Formulación del Problema	4
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo General	6
1.3.1 Objetivos específicos.....	6
1.4 Justificación e Importancia	7
1.5 Alcance	8
CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.1 Desarrollo.....	9
2.2 Participación ciudadana	10
2.3 Justicia.....	11
2.4 Transparencia.....	12
2.5 Gobernanza	13
2.6 Cifras sobre el estado de derecho.....	13
2.7 Sistema Normativo Ecuatoriano	15
2.7.1 Pirámide de Kelsen.....	15
2.7.2 Jerarquía de las normas jurídicas en la Constitución del Ecuador	15
2.8 TIC's y Gobierno Electrónico	17
CAPÍTULO III. SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI)	21
3.1 ¿Qué es un Sistema de Información?	21
3.2 Actividades básicas de los Sistemas de Información	23
3.3 Componentes de un sistema de información.....	24
3.4 Tipología de los Sistemas de Información	25

3.5	El ciclo de vida clásico de los Sistemas de Información	26
3.6	ISO/IEC 12207	27
3.7	Aplicación de los Sistemas de Información en el Gobierno Electrónico	29
CAPÍTULO IV: SISTEMAS EXPERTOS (SE)		32
4.1	Características generales de los SE.....	33
4.2	Tipos de sistemas expertos.....	36
4.3	Componentes de los Sistemas Expertos.....	37
4.4	Usos actuales de los Sistemas Expertos	47
CAPÍTULO V: DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA EXPERTO COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA ELABORACIÓN DE NUEVAS LEYES EN EL ECUADOR.....		50
5.1	Diseño de las características generales del SE	55
5.1.1	Características técnicas.....	55
5.1.2	Características operativas	59
5.1.3	Desarrollo	61
5.2	Planificación de la creación de la base de conocimiento	63
5.3	Características del Motor de Inferencia.....	65
5.4	Implementación de seguridad	69
5.5	Elementos del Prototipo.....	70
5.6	Ejemplo de aplicación	73
5.7	Recomendaciones generales.....	80
5.8	Comprobación de la hipótesis	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		86
BIBLIOGRAFIA		89
ANEXOS.....		93
Anexo I: Sistema de información.		93
Anexo II: Tipología de los Sistemas de Información		94
1.	Sistemas de Procesamiento de Transacciones (TPS)	94
2.	Sistemas de Automatización (OAS).....	94
3.	Sistemas de Información Gerencial (MIS).....	95
4.	Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones (DSS).....	95
5.	Sistemas Expertos e Inteligencia Artificial (SIA)	96

Anexo III: El ciclo de vida clásico de los Sistemas de Información	97
1. Identificación de problemas, oportunidades y objetivos	97
2. Determinación de los requerimientos de información.....	97
3. Análisis de necesidades del sistema	98
4. Diseño del sistema recomendado	99
5. Desarrollo y documentación del software	99
6. Pruebas y mantenimiento del sistema	100
7. Implementación y evaluación del sistema.....	101
Anexo IV: Modelos de ciclo de vida del software	103
1. El modelo de cascada	103
2. Modelo de construcción de prototipos	105
3. Modelo iterativo e incremental.....	106
4. Modelo en Espiral	107
Anexo V: Campos de aplicación de los Sistemas Expertos	108
GLOSARIO DE TÉRMINOS	112
ABREVIATURAS UTILIZADAS	113

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: ESTADO DE DERECHO 2011.....	14
ILUSTRACIÓN 2: PIRÁMIDE DE KELSEN APLICADA AL ECUADOR.....	16
ILUSTRACIÓN 3: COMPONENTES DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN	24
ILUSTRACIÓN 4: CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	25
ILUSTRACIÓN 5: FASES DEL CICLO DE VIDA DEL DESARROLLO DE SISTEMAS	27
ILUSTRACIÓN 6: DEPENDENCIA ENTRE PROCESOS, ACTIVIDADES Y TAREAS	28
ILUSTRACIÓN 7: ARQUITECTURA DE UN SISTEMA EXPERTO	39
ILUSTRACIÓN 8: REGLA DE INFERENCIA MODUS PONENS.....	41
ILUSTRACIÓN 9: REPRESENTACIÓN DE UN SE Y UN PROGRAMA TRADICIONAL	45
ILUSTRACIÓN 10: ETAPAS DE DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO	53
ILUSTRACIÓN 11: MAPA MENTAL DEL CAPÍTULO IV.....	54
ILUSTRACIÓN 12: ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	57
ILUSTRACIÓN 13: EJEMPLO DE ÁRBOL DE JERARQUÍA DE LA APLICACIÓN.....	64
ILUSTRACIÓN 14: APLICACIÓN DE UNA META REGLA DENTRO DEL SISTEMA	67
ILUSTRACIÓN 15: APLICACIÓN DE REGLA DE BÚSQUEDA	68
ILUSTRACIÓN 16: TABLA DE USUARIOS DEL SISTEMA.....	71
ILUSTRACIÓN 17: CREACIÓN DE CUENTA DE USUARIO.....	72
ILUSTRACIÓN 18: INGRESO DE DOCUMENTOS AL SISTEMA	73
ILUSTRACIÓN 19: PANTALLA DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	76
ILUSTRACIÓN 20: EJEMPLO DE OCURRENCIA DE BÚSQUEDA	77
ILUSTRACIÓN 21: ACERCA DE LA APLICACIÓN.....	79
ILUSTRACIÓN 22: MODELO DE CASCADA	103
ILUSTRACIÓN 23: MODELO EN V	104
ILUSTRACIÓN 24: MODELO DE PROTOTIPO	105
ILUSTRACIÓN 25: MODELO ITERATIVO E INCREMENTAL	106
ILUSTRACIÓN 26: MODELO EN ESPIRAL	107

INTRODUCCIÓN

El Ecuador dispone de una amplia normativa que regula el funcionamiento del Estado. De acuerdo a lo establecido en el Art. 424 de la Constitución de la República aprobada en el año 2008, el orden jerárquico de aplicación de las normas es el siguiente: Constitución; tratados y convenios internacionales; leyes orgánicas; leyes ordinarias; normas regionales y ordenanzas distritales; decretos y reglamentos; ordenanzas; acuerdos y resoluciones; y demás actos y decisiones de los poderes públicos.

A la fecha se desconoce con cuantos cuerpos legales, de todo orden, cuenta el país, tanto que antes del año 2008, los especialistas estimaban que estos sumarían alrededor de 70.000, que incluyen varias normas y reglamentos que no cumplen ningún rol por cuanto el objeto de su creación fue superado o por encontrarse desactualizadas.

Después de la Constitución de Montecristi, se inició un proceso de depuración normativo para eliminar la “legislación dispersa”. Incluso esa Asamblea Constituyente expidió una disposición para la depuración de leyes en desuso.

Más allá del número y de su utilidad, preocupa el hecho de que, en el marco de las competencias de cada ley o institución del Estado, en buena medida el contenido de unas normas no guarda correspondencia con otras e incluso presentan contradicciones, lo que limita su práctica. Esta situación crece con la presencia de la Constitución aprobada en el 2008, que obliga a que los restantes cuerpos legales que no guarden correspondencia lo hagan a fin de que sean sistémicos, operativos y coherentes.

Si bien, un país moderno debe de manera permanente actualizar su normativa y sobre todo trabajar y expedir nuevas leyes que guarden correspondencia con la Carta Magna, no es menos cierto, que en el Ecuador, constituye un limitante su formulación por no emplear instrumentos adecuados y actuales para su construcción.

Frente a la situación descrita la Tesis titulada “***Diseño conceptual de un Sistema Experto Informático, como herramienta de apoyo en el proceso de elaboración de nuevas leyes, procedimientos, normas y reglamentos en el Ecuador***”, lo que busca es, con el apoyo de nuevas tecnologías de información y comunicación, dar el soporte informático encaminado a superar las inconsistencias y problemas presentados. Al respecto, la tesis en mención dispone de cinco capítulos:

El **Capítulo I: El Problema**, plantea la dificultad existente, luego de examinar la situación presentada y el contexto en el que operan las normativas nacionales; define el problema central que afecta su gestión; y advierte los desafíos futuros. Una vez planteado el problema, y de comprobar las causas y efectos del mismo, las hipótesis formuladas pasaron por un proceso de comprobación técnico. Finalmente se señala la justificación e importancia del procedimiento realizado.

El **Capítulo II: Marco Conceptual**, trata las definiciones concernientes al Desarrollo, la Transparencia, Gobierno Electrónico y TIC's, sin profundizar en las conceptualizaciones teóricas de dichos temas, sino abordándolos desde el punto de vista del desarrollo, cuyo propósito es establecer las definiciones de la terminología empleada durante la elaboración de este trabajo.

El **Capítulo III: Sistemas de Información**, estudia de forma práctica lo concerniente a los sistemas de información, pasando por el análisis de los conceptos generales, fundamentos, componentes, ciclos de vida y aplicaciones de estos.

El **Capítulo IV: Sistemas Expertos**, se realiza un análisis de las características generales que tienen este tipo de sistemas, además se estudian los tipos existentes y los usos actuales que se dan a los mismos. Esto se complementa con lo desarrollado en el Capítulo III, ya que los sistemas expertos son un tipo particular de sistemas de información.

El **Capítulo V: Diseño conceptual de un Sistema Experto como herramienta de apoyo para la elaboración de nuevas leyes en el Ecuador**, desarrolla toda la propuesta de la presente tesis, por lo cual se constituye en el punto de articulación de todos los capítulos previos.

Al final, se presentan una serie de conclusiones y recomendaciones que son de utilidad al momento de desarrollar un sistema informático, que implemente la propuesta planteada en la presente y que recoja los elementos tratados a lo largo de toda la tesis.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

El país se encuentra en un período de reordenamiento jurídico e institucional alrededor de la nueva Constitución de la República, al tiempo que se está realizando un esfuerzo por construir una normativa articulada a la Carta Magna, con leyes, reglamentos, ordenanzas y demás instrumentos legales consistentes con ella.

Un ordenamiento jurídico consistente no es fácil de lograr, de hecho alrededor de las constituciones anteriores se dictaron leyes que eran descoyuntadas y a menudo contradictorias.

Ahora, el esfuerzo normativo busca la coherencia, pero se puede percibir signos de inconsistencias en las leyes que dicta la Asamblea Constitucional y más aún en los reglamentos, que son emitidos por las Secretarías del Estado y en las ordenanzas que provienen de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs).

1.2 Formulación del Problema

El problema central que se plantea, y que es materia de atención de la tesis de grado, radica en la “inconsistencia en la normativa ecuatoriana vigente y en la formulación de las nuevas”. Esta situación registra, entre otras, las siguientes causas:

- Una parte de la normativa es incompatible o desajustada con la Constitución de la República al no guardar correspondencia con la misma.

- Se dispone de un excesivo número de leyes, reglamentos y demás que fueron concebidos en ausencia de instrumentos articuladores y reguladores.
- Presencia de contradicciones entre leyes principales y secundarias por razones diferentes: omisiones, desconocimiento de procedimientos por parte de sus autores, o impericia del campo real de aplicación.
- Ausencia de interacciones entre normas, al punto de no conocer cómo interactúan entre sí las diferentes leyes, reglamentos y demás.
- Falencias en las concepciones de las normativas en general por las presiones de tiempo a las que está supeditada su concepción.
- Ausencia de socialización de los instrumentos básicos para concebir normas por parte de quienes no son expertos en hacerlo.
- Desaprovechamiento de los avances tecnológicos para superar las inconsistencias presentadas y lograr relaciones sistémicas.

El problema central presentado y las causas señaladas generan entre otros los siguientes efectos:

- Demoras en la formulación de normativas, lo que provoca dificultades en los procesos de gobernanza del Estado.
- Presencia de leyes y otras normativas en desuso.
- Limitada capacidad operativa de las normas, lo que provocan vulnerabilidad al propio sistema nacional.
- Presencia de normativas con limitaciones, las que generan desconfianza en sus alcances y aplicación, lo que exige que

muchos problemas sean resueltos por instancias o instituciones internacionales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Formular un diseño conceptual de un **sistema experto**, que sirva como herramienta de apoyo, para facilitar y transparentar procesos de elaboración de nuevas normativas en el Ecuador, a fin de lograr mayor consistencia interna y que contribuyan con una mejor gobernanza.

1.3.1 Objetivos específicos

- Establecer lineamientos para el Sistema Experto propuesto, con capacidad de ser retroalimentado, aprovechando la experiencia y competencias de los especialistas en la formulación de normativas para fortalecer la base legal ecuatoriana.
- Disminuir los tiempos de desarrollo de nuevas normativas y mejorar su coherencia interna y correspondencia con el marco constitucional, mediante el empleo de las tecnologías de información y comunicación (TIC's).

Hipótesis de Trabajo

El uso de una herramienta tecnológica que facilite la identificación de las diferentes interacciones existentes entre las leyes, aportará a la creación de normativas más consistentes con la Constitución y entre sí, de forma rápida y con menos vacíos e inconsistencias, si se utiliza la herramienta Sistema Experto de manera adecuada.

Las leyes en Ecuador, en varios casos presentan o han presentado desarticulaciones, las mismas que deben ser reformadas. Muchos de los inconvenientes presentados, podrían evitarse si en la fase de construcción de la nueva normativa se contara con el apoyo de una herramienta automatizada que muestre de forma sencilla las articulaciones existentes entre las distintas leyes, así como, las que se vayan a crear. De esta manera, se lograría disminuir leyes con vacíos, inconsistencias, desarticulaciones y en algunos casos contradicciones, debido a la falta de conocimiento, omisiones, olvidos o presión por la falta de tiempo para la elaboración de nuevas leyes.

1.4 Justificación e Importancia

¿Es posible formular normativas en el Ecuador de manera consistente y sistémica con la Constitución y de forma rápida con ayuda de las TICs?

En el Estado Constitucional o Estado de Derecho no todas las normas tienen la misma jerarquía, por lo que hay que anotar la diferencia de grados de orden jurídico, entendiéndose que es la única forma que permite la armonía del sistema, evitando de este modo la anarquía y el caos.

La creación de nuevas leyes es compleja. Frente a la situación presentada, es necesario contar con una herramienta que facilite lograr coherencia, para lo cual debe tener almacenadas las interacciones existentes, a la vez que ayude a encontrar otras y a partir del uso comience el sistema experto a aprender (previo a un proceso de enseñanza). Lo que ayudará a la creación rápida de nuevas leyes, las que lograrían una mayor consistencia al identificarse las interrelaciones existentes entre ellas, evitándose la normativa contradicciones entre las normas.

El uso de las TIC's ha tomado gran importancia en prácticamente todas las ciencias del conocimiento, es por esto que, se hace necesario modernizar la forma de concebir y elaborar las leyes en el Ecuador, recalando claramente que este tipo de tecnología por sí sola no va a crear ni corregir las leyes, sino que servirá como una herramienta de apoyo durante la elaboración y cambios de las mismas. Las TIC's son herramientas complementarias para fomentar la participación, la transparencia, mejorar las interacciones institucionales e implementar el gobierno electrónico.

1.5 Alcance

El alcance de la tesis de grado que se propone, es por tanto, brindar lineamientos teóricos y procedimentales que debe tener la herramienta informática de apoyo para el desarrollo de nuevas leyes, lo cual se traduce en un aporte significativo a la gestión administrativa del Estado, contribuyendo además con la transparencia y la elaboración de normas consistentes, en tiempos menores.

Debe subrayarse, que el trabajo de tesis, no se trata de una propuesta de tipo jurídica, sino más bien de tipo técnico computacional.

CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL

Durante el desarrollo del presente capítulo la metodología a utilizar es la de análisis y síntesis de la información recopilada de las diferentes fuentes bibliográficas, Internet y textos especializados principalmente, de dicha información se tomará lo más relevante y significativo para el desarrollo de la presente tesis.

2.1 Desarrollo

Existe una variedad de definiciones de desarrollo, dependiendo del tipo de enfoque que se desee dar, ya sea económico, social, político, tecnológico, etc. así como también, de la época en la cual se utilice dicha definición. Uno de los conceptos más aceptados en la actualidad establece que:

“El desarrollo es una condición social, en la cual las necesidades auténticas de su población se satisfacen con el uso racional y sostenible de recursos y sistemas naturales. La utilización de los recursos estaría basada en una tecnología que respeta los aspectos culturales y los derechos humanos. Todos los grupos sociales tendrían acceso a las organizaciones y a servicios básicos como educación, vivienda, salud, nutrición y que sus culturas y tradiciones sean respetadas”.¹

Pensadores como Amartya Sen han contribuido de manera notable con la conceptualización de desarrollo, al plantearse preguntas de valores que van más allá de la economía y abordan temas de índole social como la pobreza y hambruna.

¹ Ros, Jaime, *La teoría del desarrollo y la economía del crecimiento*, FCE y Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), México, 2004

Para el autor en mención, “el desarrollo puede concebirse [...] como un proceso de expansión de las libertades reales de que disfrutaban los individuos”.² Esta propuesta enfatiza en el concepto de *desarrollo humano*, como un proceso paralelo y complementario al desarrollo social.

Otros autores como James Midgley plantean:

“El desarrollo social es un proceso que, en el transcurso del tiempo, conduce al mejoramiento de las condiciones de vida de toda la población en diferentes ámbitos: salud, educación, nutrición, vivienda, vulnerabilidad, seguridad social, empleo, salarios, principalmente. Implica también la reducción de la pobreza y la desigualdad en el ingreso. El autor destaca que en este proceso, es decisivo el papel del Estado como promotor y coordinador del mismo, con la activa participación de actores sociales, públicos y privados”.³

Naciones Unidas, en sus informes anuales indica que “*el desarrollo es básicamente un proceso de vida que permite contar con alternativas u opciones de selección para las personas*”.

2.2 Participación ciudadana

¿Qué es la participación ciudadana?

“Es el derecho y el deber de los ciudadanos y ciudadanas para intervenir e incidir en la gestión de lo público y en la toma de decisiones en todos los asuntos públicos que afecten directa o indirectamente a la comunidad”.⁴

² Amartya, Sen, *Desarrollo y Libertad*, México, Editorial Planeta, 2000, 19.

³ Midgley, James, *Social Development: The Developmental Perspective in Social Welfare*, Londres, Sage, 1995, 8.

⁴ Consejo de participación Ciudadana y Control Social, *Participación Ciudadana y Control Social*, Quito, 2010, 4

La Constitución del Ecuador, al referirse a la Participación en Democracia establece en su:

Art. 95.- Las ciudadanas y ciudadanos, en forma individual y colectiva, participarán de manera protagónica en la toma de decisiones, planificación y gestión de los asuntos públicos, y en el control popular de las instituciones del Estado y la sociedad, y de sus representantes, en un proceso permanente de construcción del poder ciudadano. La participación se orientará por los principios de igualdad, autonomía, deliberación pública, respeto a la diferencia, control popular, solidaridad e interculturalidad.

*La participación de la ciudadanía en todos los asuntos de interés público es un derecho, que se ejercerá a través de los mecanismos de la democracia representativa, directa y comunitaria.*⁵

Luis Serra Vázquez, en su obra *Participación Ciudadana y Movimientos Sociales*, define la participación política ciudadana:

“Como una actividad humana objetiva y subjetiva de transformación de la realidad social y de fortalecimiento de un sujeto colectivo. Es decir, la participación política es aquella praxis realizada en una dimensión específica de la vida social: el campo político. Es una actividad humana donde hay una unidad dialéctica entre el aspecto subjetivo o conciencia política, y el aspecto objetivo o práctica política, es decir una interrelación necesaria entre la constitución del sujeto colectivo y la transformación socio-política.”⁶

2.3 Justicia

El diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, define justicia⁷ como:

- ✍ Una de las cuatro virtudes cardinales, que inclina a dar a cada uno lo que le corresponde o pertenece.
- ✍ Derecho, razón, equidad.

⁵ Asamblea Constituyente, *Constitución del Ecuador 2008*, Quito – Ecuador, 2008, 14

⁶ Serra Vázquez, Luis, *Participación ciudadana y movimientos sociales*, Grupo Chorlavi, Chile, 2003, 6

⁷ Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, Vigésima según edición, España, 2001

- ✍ Conjunto de todas las virtudes, por el que es bueno quien las tiene.
- ✍ Aquello que debe hacerse según derecho o razón.
- ✍ Pena o castigo público.
- ✍ Poder judicial.

Otra definición aceptada es: “Cualidad o virtud de proceder o juzgar respetando la verdad y de poner en práctica el derecho que asiste a toda persona a que se respeten sus derechos, que le sea reconocido lo que le corresponde o las consecuencias de su comportamiento: *la justicia debe presidir las leyes fundamentales de una nación*”.⁸

En la antigüedad, el gran filósofo ateniense Platón definió la justicia como “dar a cada uno lo que le corresponde”⁹, Aristóteles complementó dicho planteamiento señalando, que como toda virtud, la justicia se hallaba en el punto medio entre dos vicios, el exceso (tener más de lo que se debe) y otro por defecto (tener menos de lo que se debe).¹⁰

2.4 Transparencia

Partiendo de la definición dada por la Real Academia de la Lengua Española, se define como:

- ✍ Cualidad de transparente.

Transparente.

(Del lat. trans-, a través, y parens, -entis, que aparece).

- ✍ adj. Que se deja adivinar o vislumbrar sin declararse o manifestarse.
- ✍ adj. Claro, evidente, que se comprende sin duda ni ambigüedad.

⁸ K Dictionaries Ltd, Israel, 2009

⁹ Platón, *La República*, Grupo Anaya Comercial, España, 2012

¹⁰ Yon, Lilian, *La justicia de acuerdo a Platón*, 2006

Aplicado a la conducta humana, no es otra cosa más que permitir que los demás entiendan de manera clara el mensaje que se está transmitiendo, y perciban un mensaje que realmente exprese lo que deseamos o sentimos. Aplicado al derecho, la transparencia es ser claros, evidentes, sin expresiones de ambigüedad que se presten a la interpretación. La transparencia es un valor fundamental en la democracia.

2.5 Gobernanza ¹¹

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua es:

1. femenino. Arte o manera de gobernar que se propone como objetivo el logro de un desarrollo económico, social e institucional duradero, promoviendo un sano equilibrio entre el Estado, la sociedad civil y el mercado de la economía.
2. femenino antiguo. Acción y efecto de gobernar o gobernarse.

2.6 Cifras sobre el estado de derecho

Un resumen de las cifras publicadas por el Banco Mundial se indica en el cuadro a continuación:

Año	Porcentaje de efectividad
2011	35,1%
2010	29,2%
2009	26,3%
2008	20%
2007	20%
1998	33%

Fuente: Banco Mundial

Elaboración: el autor

¹¹ Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, Vigésima según edición, España, 2001

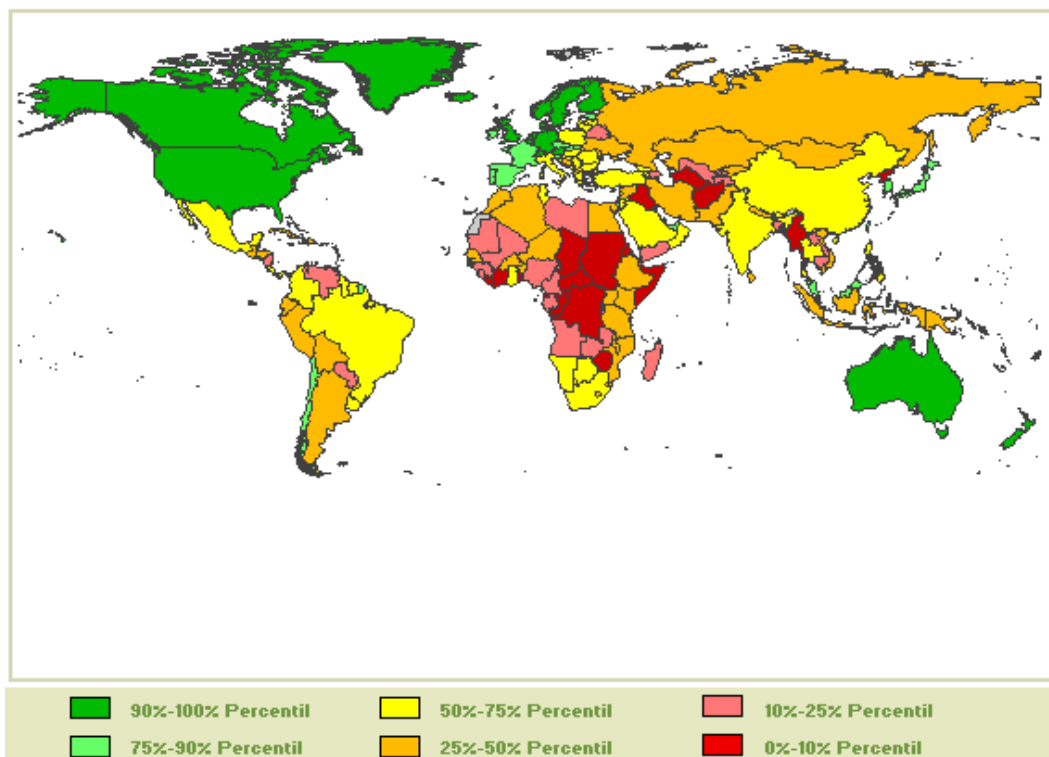


Ilustración 1: Estado de Derecho 2011¹²

Del análisis de los datos antes publicados se ve claramente que el Ecuador ha estado ubicado en el tercer percentil (25%-50%), que corresponde al promedio de Sudamérica, superado por países como Colombia, Brasil y Chile, cuyas cifras son superiores a las del país, por lo cual se establece la necesidad de seguir mejorando los índices de desempeño como efectivamente se la ha estado haciendo en el actual gobierno.

El año con mejores valores desde que se comenzaron a hacer este tipo de mediciones corresponde al año 2011 durante el gobierno de Rafael Correa.

¹² Banco Mundial, *Efectividad del gobierno 2010*, 17.11.2012, <http://info.worldbank.org/governance/wgi/worldmap.asp>

2.7 Sistema Normativo Ecuatoriano

2.7.1 Pirámide de Kelsen

La pirámide de Kelsen representa de forma gráfica la estructura escalonada del orden jurídico, que es el resultado obtenido de un estudio profundo de la obra *Teoría pura del derecho*, del tratadista austriaco Hans Kelsen, quien propuso que el ordenamiento jurídico es un conjunto de normas categorizadas jerárquicamente, entre sí, de tal manera que representada de manera visual se asemejaría a una pirámide formada por pisos superpuestos. Siendo la que se encuentra en la cúspide la de mayor jerarquía y disminuyendo conforme se acerca a la base de la pirámide, esto indica de manera visual cual está supeditada a las que se encuentran sobre ella y cuales dependen de ella.¹³

2.7.2 Jerarquía de las normas jurídicas en la Constitución del Ecuador¹⁴

La Constitución política del Ecuador es muy clara respecto a este tema, y lo expresa tácitamente en el *Título IX - Supremacía de la Constitución*, tal cual lo señalan los artículos a continuación:

Art. 424.- La Constitución es la norma suprema y prevalece sobre cualquier otra del ordenamiento jurídico. Las normas y los actos del poder público deberán mantener conformidad con las disposiciones constitucionales; en caso contrario carecerán de eficacia jurídica.

La Constitución y los tratados internacionales de derechos humanos ratificados por el Estado que reconozcan derechos más favorables a los contenidos en la Constitución, prevalecerán sobre cualquier otra norma jurídica o acto del poder público.

¹³ Kelsen, Hans, *Teoría pura del derecho*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1982

¹⁴ (Constitución del Ecuador 2008, 39)

Art. 425.- El orden jerárquico de aplicación de las normas será el siguiente: La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos.

En caso de conflicto entre normas de distinta jerarquía, la Corte Constitucional, las juezas y jueces, autoridades administrativas y servidoras y servidores públicos, lo resolverán mediante la aplicación de la norma jerárquica superior. La jerarquía normativa considerará, en lo que corresponda, el principio de competencia, en especial la titularidad de las competencias exclusivas de los gobiernos autónomos descentralizados

Tomando lo establecido en los artículos antes señalados de la Constitución Política del Estado del Ecuador del año 2008, la pirámide de Kelsen para el país quedaría representada como se muestra en la ilustración 2 mostrada a continuación.



Ilustración 2: Pirámide de Kelsen aplicada al Ecuador

Elaboración: el autor

2.8 TIC's y Gobierno Electrónico

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), consisten en la combinación de los equipos (hardware) y programas informáticos (sistemas operativos, aplicaciones, plataformas tecnológicas) con las herramientas de comunicación, lo que permite reunir, almacenar, analizar, procesar, transmitir y presentar información en cualquier formato, ya sea voz, texto, imagen o datos.

El **gobierno electrónico** es un modelo de desarrollo del Estado que consiste en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos internos de gobierno y en los procesos externos de interacción entre el Estado y los ciudadanos, para la mejora de los servicios públicos, el fortalecimiento de la responsabilidad administrativa, el incremento de la transparencia, la democratización de la información, la participación ciudadana y la contraloría social.¹⁵

Las primeras implementaciones basadas en Gobierno Electrónico como tal se dan a finales de los años 90, y se las empleó como un fin en sí mismo. Se partió de la aplicación generalizada de las TIC's para la producción y difusión de la información; se pensó que poner a disposición de la ciudadanía la mayor cantidad de información y servicios en línea garantizaría de por sí el éxito. Las experiencias anteriores, han enseñado a los gobiernos que es necesario incentivar el empleo de la tecnología orientado a mejorar la administración. Por lo tanto se requiere una comprensión generalizada de la forma en la cual la administración electrónica encaja en el marco general del gobierno moderno, que le permita obtener beneficios en todos los aspectos operativos y no únicamente en aquellos relacionados con las TIC's.

¹⁵ Sanoja, Andrés, *Gobierno Electrónico en el Sureste Asiático*, Universidad Central de Venezuela, 2006, 2

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ha identificado cinco áreas donde se puede conseguir una mejor administración con la ayuda de las herramientas tecnológicas: ¹⁶

- **e-gobierno orientado al usuario:** desarrollando los servicios electrónicos más acordes a las necesidades de los ciudadanos y las empresas.
- **Distribución multicanal de servicios:** mejorando los vínculos entre los servicios tradicionales y los servicios electrónicos para fomentar la innovación en los servicios y garantizar el acceso a todos los usuarios.
- **Enfoque de procesos de negocio habituales:** identificando procesos habituales dentro de la administración para lograr una economía de escala, reduciendo la duplicación de esfuerzos y proporcionando servicios homogéneos.
- **Gobierno electrónico como caso de negocio:** midiendo y demostrando los costes y beneficios de las inversiones en TIC para priorizar y gestionar mejor los proyectos de gobierno electrónico.
- **Coordinación:** adoptando una perspectiva global para todas las iniciativas de gobierno electrónico y su gestión, a la vez que se tienen en cuenta las estructuras existentes y las culturas de las instituciones gubernamentales.

Las relaciones e interconexiones que las TIC's hacen posible en el gobierno, ponen de manifiesto las redundancias e incompatibilidades actuales en los sistemas y procesos de la administración.

El gobierno electrónico personifica la visión de una lógica global de la administración que trasciende los intereses sectoriales en beneficio de unas relaciones más fluidas y homogéneas entre las diferentes agencias de la administración.

¹⁶ INAP, *e-gobierno para un mejor gobierno*, Instituto Nacional de Administración Pública, España, 2009, 20-22

Aunque puede implementarse de forma aislada, el gobierno electrónico puede actuar de catalizador para transformar las administraciones reemplazando las formas tradicionales de trabajo con nuevos procesos, estructuras y líneas de comunicación, más eficientes y eficaces. Una nueva administración interconectada puede parecer una utopía, pero los debates en los países de la OCDE han mostrado que están apareciendo elementos para una nueva forma de trabajo.¹⁷

Actualmente el gobierno electrónico se ha convertido en una parte crucial para alcanzar el camino a un mejor gobierno, debido a que entre otros factores:

- *Mejora la eficiencia:* De las tareas masivas, pueden generar ahorros en la transmisión y recolección de datos.
- *Mejora los servicios:* Cuando son creados en función de las necesidades de los usuarios.
- *El e-gobierno ayuda a conseguir resultados de políticas específicas:* Cuando se comparte información e ideas de los grupos de interés relacionados con un tema en particular.
- *Puede contribuir de manera significativa a nuevas reformas:* Tanto en la modernización y la reforma de la administración pública. Las TIC's mejoran la *transparencia*, al facilitar el intercambio de información y permitiendo descubrir las inconsistencias internas.
- *Puede ayudar a crear confianza entre el gobierno y los ciudadanos:* Las TIC's pueden ayudar a crear esa confianza,

¹⁷ (INAP, e-gobierno para un mejor gobierno,23)

facilitando el compromiso ciudadano en el proceso de decisión política al promocionar un gobierno abierto y responsable, ayudando también a prevenir los actos de corrupción.

Considerando el aporte significativo de las TIC's en prácticamente todas las áreas del saber humano, es necesario pensar en la forma en la cual las mismas pueden ser utilizadas para facilitar la creación de nuevas y mejores leyes; que tengan una mayor consistencia interna, que contribuyan a la gobernabilidad, promuevan la participación ciudadana, a la vez que fomenten la transparencia y aporten al desarrollo.

CAPÍTULO III. SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI)

Los avances tecnológicos de los últimos 20 años han influenciado para que las organizaciones y personas pongan mucho énfasis en la calidad de la información y de los sistemas que la contienen, además del interés cada vez más creciente por el uso de las TIC's y la aplicación de nuevas herramientas que mejoran no sólo la productividad, sino también la calidad de vida de las personas en prácticamente todos los ámbitos del quehacer diario.

Las herramientas que los SI pueden brindar a las personas son muy diversas, pasando desde simples sistemas de despliegue de información hasta elementos muchos más elaborados para la toma de decisiones a nivel empresarial, manejo de la complejidad de las transacciones bancarias a nivel mundial, bolsa de valores, sistemas de venta en línea, entre otros.

En lo que tiene relación directa con la presente tesis, puede contribuir a la participación ciudadana a través del uso de los medios electrónicos, teniendo como base el Internet y por lo tanto las aplicaciones desarrolladas en entornos web, aunque esto puede ser un limitante y algunas personas pueden considerarlo excluyente para el universo de usuarios que no tengan acceso a las TIC's, al menos es un mecanismo para fomentar la participación, que si consideramos las tendencias mundiales que han seguido los países desarrollados, será cada vez mayor la utilización de los medios electrónicos.

3.1 ¿Qué es un Sistema de Información?

Tomando en cuenta las diversas definiciones dadas en el *Anexo I: Sistema de información*. Se puede definir a un sistema de información como un conjunto de elementos interrelacionados, orientado al tratamiento y

administración tanto de datos como de información, los cuales están organizados de una manera previamente definida, para su posterior uso. La particularidad que tienen los sistemas de información es que los elementos constitutivos (personas, información, procesos, actividades, hardware, software, comunicación, etc.) interactúan para realizar el procesamiento de los datos y de esa manera obtienen información de interés a partir de lo almacenado.

Cabe resaltar que el término Sistema de Información, es un concepto muy amplio, el cual varía de acuerdo al campo de conocimiento al que se aplique y no se utiliza únicamente en el ámbito informático.

En sus primeras etapas, los SI, tenían la finalidad de recopilar información sobre una porción en particular del mundo, para ayudar en la toma de decisiones (censos, libros contables, etc.). En la actualidad, la automatización de los procesos conlleva a que los SI, sean utilizados principalmente para brindar soporte a las actividades de la organización, incluso dan un salto cualitativo al ser herramientas de apoyo en la toma de decisiones en los niveles directivos.

Para la presente tesis, se entenderá como *Sistema de Información, a un sistema computacional utilizado para guardar, obtener, procesar, manipular, administrar, controlar, transmitir o recibir información/datos, para satisfacer los requerimientos de información de parte de los usuarios.*

3.2 Actividades básicas de los Sistemas de Información

Es importante definir las cuatro actividades básicas que realiza un SI, debido a que permite contextualizar los diferentes elementos que intervienen dentro del sistema:¹⁸

- ✍ Entrada
- ✍ Almacenamiento
- ✍ Procesamiento
- ✍ Salida de información.

Entrada de Información: Se define así, al proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser de tipo manual o automática. Las manuales son proporcionadas de manera directa por el usuario, mientras que las automáticas provienen de otros sistemas o procesos.

Almacenamiento de la Información: Esta característica es una de las actividades más importantes que realiza un computador, este proceso le permite al sistema recuperar la información guardada y su posterior utilización.

Procesamiento de la Información: Es la capacidad del SI para efectuar cálculos siguiendo una secuencia de operaciones preestablecidas. Esta permite la transformación de datos que pueden ser utilizados para la toma de decisiones.

Salida de Información: Es la capacidad de un SI para sacar la información procesada o datos de entrada al exterior. Las formas típicas de salida son: pantalla, impresoras, dispositivos de almacenamiento (USB, discos, etc.).

¹⁸ Universidad del Cauca, *Conceptos básicos de sistemas de información*, Popayán, 2010, 27.02.2012, <http://fcca.unicauca.edu.co/old/siconceptosbasicos.htm>

3.3 Componentes de un sistema de información.

Consta de cuatro partes principales:¹⁹

Personas: Se pueden clasificar en dos grandes grupos: Los usuarios finales y los especialistas o profesionales del sistema.

Hardware: Consiste en los equipos, dispositivos y medios necesarios que constituyen la plataforma física mediante la cual, el sistema de información puede funcionar. Se incluyen además, los equipos de comunicación y los enlaces de red. Estos elementos son por ejemplo: computadoras, impresoras, dispositivos de almacenamiento, escáner, entre otros.

Software o programas: Son el componente lógico, es decir, los programas, las rutinas e instrucciones que constituyen el sistema de información los cuales realizan los procesos tanto de ingreso, como de salida de información.

Datos: Es la información almacenada y generada durante el uso de los sistemas. Estos pueden ser almacenados en bases de datos, o en cualquier otra estructura adecuada a los requerimientos del sistema.



Ilustración 3: Componentes de un Sistema de Información²⁰

¹⁹ Peralta, Manuel, *Sistema de Información*, El CID Editor, Argentina, 2008, 7-9

3.4 Tipología de los Sistemas de Información

Existen diversas clasificaciones de los SI, las cuales dependen de los criterios de cada autor, una de las clasificaciones más aceptadas es la dada por Kendall & Kendall, mostrada de forma gráfica en la ilustración 4 a continuación, cuyas definiciones bases han sido tomadas como referencia en los enunciados del *Anexo II: Tipología de los Sistemas de Información*

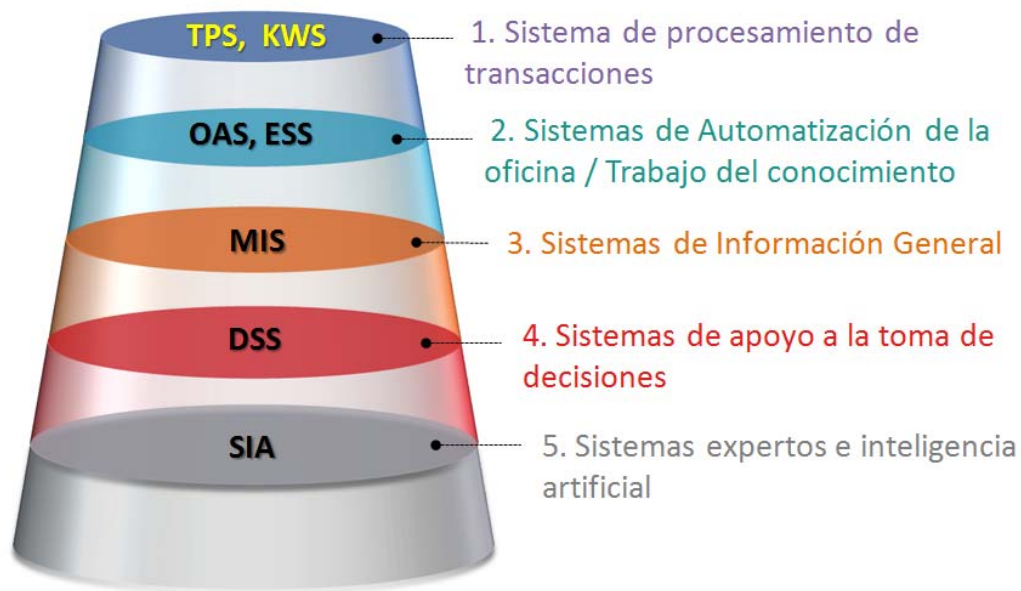


Ilustración 4: Clasificación de los Sistemas de Información²¹

Elaboración: el autor

Es importante conocer los diferentes tipos de sistemas de información, porque de ellos se pueden extraer algunas definiciones útiles para el

²⁰ WikiSpaces, "Definición de un Sistema de Información", 2011, 20.11.2011
<http://sistemas-de-informacion.wikispaces.com/Definicion+de+un+Sistema+de+Informacion>

²¹ Elaboración: el autor

planteamiento de la solución de implementación del sistema experto que es la parte medular de la presente tesis.

3.5 El ciclo de vida clásico de los Sistemas de Información

Llegar a un acuerdo de cuáles son las etapas constitutivas para construir un SI, es algo que hasta la fecha no ha podido lograrse, aunque existen diversas metodologías para hacerlo, difieren en algún punto en particular dependiendo de la experiencia y criterios del autor, lo que es común en las diversas metodologías existentes es que tienen un enfoque organizado en etapas, uno de los autores referentes en este proceso es Kendall & Kendall, cuyo trabajo data de principios de los años 90, estando entre los escritores que recogieron las diversas metodologías existentes y le dieron un enfoque más estructurado y sistémico al desarrollo de los Sistemas de Información.

Varios autores, toman como punto de partida los trabajos previos de los autores antes señalados, y hacen algunas variaciones en ciertas etapas, pero en esencia la metodología dada por ellos se constituye en el punto de partida para muchos de los trabajos posteriores, por tal motivo, las fases propuestas por estos autores serán consideradas como el enfoque más general para representar el ciclo de vida de los SI. La ilustración 5 muestra las etapas consideradas en el desarrollo de sistemas.



Ilustración 5: Fases del ciclo de vida del desarrollo de sistemas ²²

Elaboración: el autor

Durante las diferentes etapas, es probable que intervengan diferentes tipos de profesionales, esto depende de la magnitud y complejidad del sistema a ser desarrollado. Mayor detalle de las definiciones se pueden encontrar en el Anexo III: El ciclo de vida clásico de los Sistemas de Información.

3.6 ISO/IEC 12207 ²³

El modelo ISO 12207:2008 establece un conjunto de buenas prácticas, que sirven de guía para las organizaciones en la mejora de los procesos del ciclo de vida del software, la versión 2008 define 43 procesos que pueden ser aplicados los cuales van desde la definición de requisitos, adquisición, desarrollo, operación, configuración de los servicios del sistema, hasta el mantenimiento y la finalización de su uso.

²² Kendall, Kendall, *Análisis y Diseño de Sistemas 6ta Edición*, Pearson, México, 2005, 10

²³ ISO, ISO/IEC 12207:2008: Systems and software engineering - Software life cycle processes, 2008

El objetivo principal es proporcionar una estructura y lenguaje común para todos los involucrados en el desarrollo de software (desarrolladores, personal de mantenimiento, operadores, proveedores, compradores y técnicos).

La estructura es definida de tal manera que sea flexible y se pueda adaptar a las necesidades de quien lo usa. Para esto se emplean dos principios fundamentales: *Modularidad* (mínimo acoplamiento, máxima cohesión) y *responsabilidad* (por cada proceso).

Los procesos son clasificados en tres tipos: Principales, de soporte y de la organización.



Ilustración 6: Dependencia entre Procesos, Actividades y Tareas ²⁴

²⁴ (ISO, ISO/IEC 12207:2008)

3.7 Aplicación de los Sistemas de Información en el Gobierno Electrónico

Los sistemas de información, deben poder captar las particularidades de cada problema, en cada organización. A pesar de estar basados en la aplicación de técnicas, métodos, uso de herramientas y manejo de enfoques estructurados, esto no impide que la esencia de la solución pueda tener un componente de arte e ingenio de parte del equipo de desarrollo de la aplicación.

Cada vez son mayores las aplicaciones que los sistemas de información están teniendo en actividades relacionadas con gobierno electrónico, podemos señalar entre otras:²⁵

- Prestación de servicios y acceso a la información; tanto de requerimientos, como de atención.
- Realización de trámites; a través de medios o canales virtuales como Internet.
- Participación ciudadana; a través de la interacción entre los ciudadanos y los representantes elegidos, con objeto de participar en la toma de decisiones que les afectan.
- Optimización de recursos; la disponibilidad de los servicios puede ser 24/7 (24 horas al día, 7 días a la semana)

Para que un proyecto de aplicación de los SI en el gobierno electrónico sea considerado exitoso, se ha identificado que debe cumplir con cinco etapas señaladas a continuación.

²⁵ Cardona, Diego, El gobierno electrónico-Una revisión desde la perspectiva de prestación de servicios, España, 2002

Es normal que en la *primera etapa* de la implementación de los sistemas de información, los entes de gobierno entreguen información básica al público.

Una *segunda etapa* contempla el tener acceso a información crítica que puede ser descargada y que cuenta con mecanismos de interacción a través de medios electrónicos.

La *tercera etapa*, comprende servicios más avanzados como posibilitar que los usuarios realicen trámites completos en línea.

Las tres primeras etapas están cimentadas principalmente en cambios tecnológicos, que comprenden fundamentalmente inversiones económicas para equipamiento y compra/desarrollo de aplicaciones.

La *cuarta etapa* corresponde a la transformación, esto implica un cambio cultural, consecuentemente se constituye en un reto mayor, debido a que en muchos casos es necesario redefinir los servicios y la operación de la administración pública, se deben establecer interacciones con otros sectores, ya sean públicos y/o privados.

A nivel mundial aún existen pocos casos exitosos que estén en esta etapa, uno de los más notables es el del gobierno de Singapur (<http://www.gov.sg>), así como el portal del gobierno de los Estados Unidos (<http://www.usa.gov/>), que han alcanzado grandes niveles de prestación de servicio e interacción directa con la ciudadanía, tanto por la calidad de la información que brindan, así como la facilidad de uso y la interacción con los usuarios.

Por último, la administración pública debe tender a la implementación de la participación democrática, con mecanismos como el voto electrónico, definición de políticas públicas, rendición de cuentas, etc.

Como sucede en prácticamente todos los ámbitos del conocimiento, es cada vez más necesario el empleo de metodologías y técnicas que tiendan a la universalización y estandarización, además de procurar la aplicación de las mejores prácticas en los diferentes campos de actuación.

Por los motivos antes expuestos, los SI se constituyen en herramientas fundamentales para impulsar la participación ciudadana, principalmente en los segmentos de población que tienen acceso al uso de TIC's y que las emplean como sus herramientas de trabajo diarias. La cada vez más creciente tendencia de las redes sociales, el uso de Internet, además de la preocupación de las empresas e instituciones tanto privadas como públicas por difundir sus acciones a través de este tipo de mecanismos se constituyen en una gran oportunidad para impulsar la participación e involucramiento de la población en acciones que le afectan tanto de manera directa como indirecta, sentando las bases para la intervención en los distintos ámbitos del quehacer ciudadano.

CAPÍTULO IV: SISTEMAS EXPERTOS (SE)

En el Capítulo III se abordó lo referente a los sistemas de información, los SE como tal son un tipo especial de SI, pertenecientes al campo de la Inteligencia Artificial lo cual se trató en el capítulo anterior.

Cabe recalcar que el campo de aplicación de los sistemas expertos es cada vez más grande, abarca desde sistemas para la captura de preferencias de productos de un grupo de compradores, pasando por sistemas de capacitación y entrenamiento, hasta llegar a herramientas para toma de decisiones en proyectos de gran complejidad como aplicaciones científicas, un resumen de los campos actuales de aplicación se podrá encontrar en el *Anexo V: Campos de aplicación de los Sistemas Expertos*.

Los SE son empleados para resolver problemas que van desde: la demostración de teoremas, aplicación en juegos como ajedrez, reconocimiento de patrones de voz, además de determinados sistemas complejos de tipo determinísticos o estocásticos. Los cuales anteriormente podían ser resueltos únicamente por personas, debido a que, para su formulación y resolución se requieren habilidades que son propias del ser humano (pensar, observar, aprender, inferir, etc.).

Los sistemas expertos son llamados así porque emulan el comportamiento de un experto en un dominio concreto y en ocasiones son usados por estos. Los SE buscan una mejor calidad y rapidez en las respuestas dando así lugar a una mejora de la productividad del experto. Son también conocidos como sistemas basados en el conocimiento.

El establecer los lineamientos generales que debe tener el sistema experto como herramienta de apoyo en la elaboración de nuevas leyes, se constituirá en el aporte principal de este trabajo, por tal motivo no se abordarán los SE a profundidad, porque va más allá del objetivo de esta tesis, únicamente se desarrollará el marco teórico introductorio necesario para entender la aplicabilidad de los mismos en la alternativa planteada en el capítulo V.

4.1 Características generales de los SE

Para que un sistema actúe como un verdadero experto, es deseable que reúna las características más importantes de un experto humano:

- La habilidad para adquirir conocimiento (basado en conocimiento previo).
- Fiabilidad, para poder confiar en sus resultados o apreciaciones.
- Solidez en el dominio de su conocimiento.
- Capacidad para resolver problemas o presentar posibles alternativas de solución.

Uno de los aspectos más relevantes de los SE, es el hecho de que una persona con poca experiencia apoyada en un SE puede en muchos casos resolver problemas que requieren el conocimiento de un experto, esto viene a constituirse en una especie de tutor virtual personalizado para aquellas personas que están en proceso de perfeccionamiento en un área de conocimiento específica, en el caso de contar con una herramienta de este tipo.

Algunos autores como Castillo & Álvarez 1994, al referirse a los sistemas expertos, hacen una analogía con un consultor, que brinda ayuda a los expertos humanos o en algunos casos puede sustituir a estos con un alto grado

de certidumbre en las soluciones planteadas. Aunque en realidad un SE puede ser mucho más que un consultor, porque en realidad puede ser comparable con un experto humano (si durante el desarrollo del mismo se sistematizó el conocimiento del experto y se logró sintetizar los mecanismos para inferir y obtener conocimiento utilizados por él).

Se recomienda el uso de los SE principalmente en los siguientes casos:²⁶

- ✍ Cuando el conocimiento es difícil de adquirir o está basado en ciertas reglas que únicamente pueden ser adquiridas con la experiencia.
- ✍ Cuando los expertos humanos son escasos o muy costosos.
- ✍ Cuando el problema está sujeto a reglas o códigos cambiantes.
- ✍ En los procesos donde la mejora continua del conocimiento es fundamental.
- ✍ Cuando existe limitación en el conocimiento del tema por parte de los usuarios.

Ventajas y desventajas de los Sistemas Expertos

A continuación se resumen las ventajas y desventajas comúnmente tratadas en diversos textos, una buena síntesis es la realizada por Giatarro - Riley de la cual se tomó buena parte de la información mostrada a continuación:²⁷

²⁶ Castillo, Enrique, Gutierrez, Manuel, Hadi, Ali, *Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticos*, Santander, 2001, 9

²⁷ Giarratano, Riley, *Sistemas Expertos: Principios y programación*, 3ra Edición, Editorial Thomson, Chile, 2001, 5

Ventajas de los SE

A continuación se indican las principales ventajas que los SE pueden tener con respecto a los expertos humanos:

- *Tienen gran rapidez.* Pueden obtener información desde su base de conocimiento y realizar cálculos numéricos más rápido que cualquier persona.
- Pueden predecir eventos futuros a partir de los datos almacenados si se les ha dotado de esta capacidad.
- *Pueden trabajar en entornos peligrosos* o dañinos para el ser humano.
- *Son fiables:* Los SE no se ven afectados por condiciones externas (cansancio, estrés, subjetividad, etc.), en cambio un ser humano sí.
- Están disponibles las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
- Un SE *no envejece*, y por tanto no sufre pérdida de facultades, por el contrario conforme avanza el tiempo sus capacidades se incrementan al aumentar su base de conocimientos.
- Pueden ser empleados para la capacitación, formación y replicación de conocimiento.
- Se ajustan a las reglas preestablecidas y siempre son consistentes en su desempeño, porque no son influenciados por sentimientos humanos (estado de ánimo, estrés, etc.).
- *Pueden ser replicados:* Una vez programado un SE es posible replicarlo todas las veces necesarias.
- No requieren pagos, promociones, vacaciones, seguros médicos, etc.

Limitaciones de los SE

- *Carecen de sentido común:* Para un Sistema Experto no hay nada obvio a diferencia con un ser humano.
- *No entienden el lenguaje natural:* Al menos que haya sido previamente entrenado, aún así siempre tendrá limitaciones en la interacción con una persona.
- Poseen una limitada capacidad de aprendizaje a partir de los errores.
- Carecen de perspectiva global.
- No tienen capacidad sensorial.
- Son inflexibles a la hora de aceptar datos para la solución de un problema.
- No son capaces de manejar conocimiento no estructurado que no se ajuste a sus reglas de aprendizaje.
- Tienen altos costos de desarrollo.

4.2 Tipos de sistemas expertos

Existen varias formas de clasificar a los SE, la más común es por la naturaleza del problema que resuelven (determinísticos y estocásticos).

Aunque en realidad existen tres tipos de SE:

- Los *basados en reglas* previamente establecidas (determinísticos). Son el tipo más común y de mayor difusión.
- Los *basados en casos* ó CBR (Case Based Reasoning). Aplican el razonamiento a partir de casos, utilizan para la solución un problema similar planteado anteriormente y lo adaptan al nuevo problema.

Fundamentados en *redes* (estocásticos): Aplican redes Bayesianas, se basan en estadísticas y el teorema de Bayes.

Los problemas deterministas se pueden formular a partir de un conjunto de reglas que relacionan varios elementos bien definidos, por esto son conocidos también como SE basados en reglas, debido a que sacan las conclusiones basados en un conjunto de reglas y a partir de un tipo de razonamiento lógico llegan a las conclusiones.

Cuando se presentan situaciones inciertas, es necesario introducir mecanismos para tratar la incertidumbre, como pueden ser: factores de certeza, lógica difusa, teoría de la evidencia, probabilidad, etc. Para mayor detalle sobre la aplicación de los criterios de incertidumbre referirse a Castillo y Álvarez (1991) y Jensen (1996).

La solución planteada en el capítulo V utilizará principalmente una solución basada en reglas, así como también ciertas características de los sistemas basados en redes, la opción de los sistemas basados en casos no será empleada de forma directa, sino únicamente como referencia de tratados previos de documentos históricos, debido a que su área de aplicación dentro del campo jurídico es en el manejo de casos.

4.3 Componentes de los Sistemas Expertos

Toda la ingeniería subyacente al interior de un SE, se constituye para la gran mayoría de personas en un total misterio, debido a que capturar el conocimiento de expertos humanos, y tratar de simplificarlo en un conjunto de reglas, criterios y premisas, que luego serán aplicados a un conjunto de datos muchas veces con aparente poca relación y encontrar una solución a partir de

la información provista, es algo difícil de lograr incluso para un ser humano que domine el tema, para esto es requerida la participación de especialistas conocidos como Ingenieros del Conocimiento.

Los sistemas expertos pretenden ser el enlace entre los expertos humanos, las herramientas tecnológicas y los usuarios.

Los componentes básicos de un sistema experto son: *la base de conocimientos*, un *motor de inferencia* que conecta al usuario con el sistema mediante el procesamiento de consultas realizadas con lenguajes como SQL [Structured Query Language, lenguaje de consultas estructurado] y *la interfaz de usuario*.²⁸

La ilustración 7 muestra de manera general la arquitectura de un sistema experto. Sin importar la complejidad del SE los componentes generales son los mostrados en la imagen, claro está que varían en la forma, así como en el tiempo y costo de implementación, principalmente de acuerdo al tipo y calidad de la información con la cual es alimentada su base de conocimiento.

²⁸ Kendall, Kendall, *Análisis y Diseño de Sistemas 6ta Edición*, Pearson, México, 2005, 4

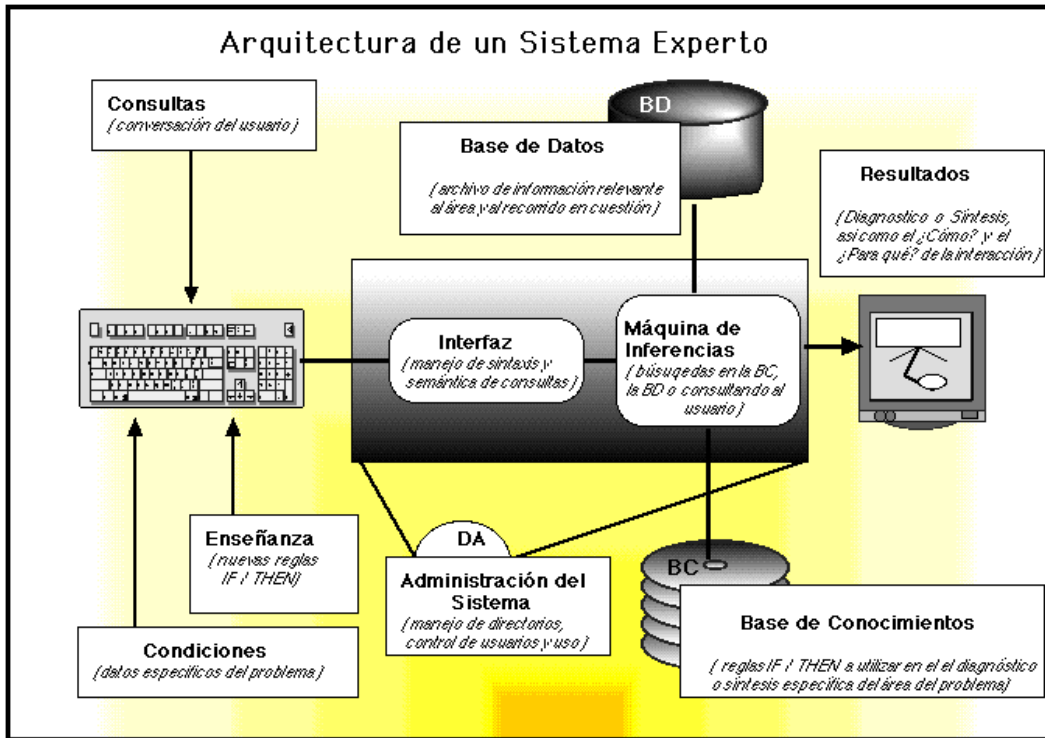


Ilustración 7: Arquitectura de un Sistema Experto ²⁹

Base de conocimiento

Existen dos elementos fundamentales como son la base de conocimiento y los datos. Las evidencias o hechos conocidos en una situación particular son llamados datos, al ser de tipo variables son de naturaleza temporal y pueden variar de una aplicación a otra, por tal motivo se los suele guardar en la memoria de trabajo.

Las relaciones existentes entre los diferentes objetos se las representa mediante un conjunto de reglas. Al ser parte de la base de conocimiento se las debe almacenar de forma permanente y estática, por lo cual no cambian de una aplicación a otra, al menos que se le incorporen elementos de aprendizaje.

²⁹ Carrión, Soraya, Blog: *Arquitectura de un Sistema Experto*, 2011, 02.07.2012, <http://sycg.wordpress.com/2011/03/22/arquitectura-de-un-sistema-experto/>

Una regla se puede definir como:³⁰

“Una afirmación lógica que relaciona dos o más objetos e incluye dos partes, la premisa y la conclusión. Cada una de estas partes consiste en una expresión lógica con una o más afirmaciones objeto-valor conectadas mediante los operadores lógicos Y, O, ó NO”. De forma simple, una regla se puede definir normalmente como “*Si premisa, entonces conclusión*”

Las reglas pueden ser de dos tipos; *lógica simple* (contiene únicamente una expresión objeto-valor) y *expresión lógica compuesta* (más de una expresión objeto-valor).

El motor de inferencia

Se constituye en realidad en la parte más importante del SE. Haciendo una analogía con una persona, se puede decir que el motor de inferencia de un SE es como el cerebro humano, que emplea los datos y el conocimiento previo (reglas almacenadas) para obtener nuevas conclusiones o nuevo conocimiento, a partir de la aplicación de lo que sabe/conoce.

Dichas conclusiones pueden ser de dos tipos, *simples* que están basadas en reglas simples, y las *conclusiones compuestas* que son el resultado de aplicar varias reglas simples y encadenarlas para llegar a una conclusión más compleja.

Los SE utilizan diferentes tipos de reglas (modus ponens, modus tollens, resolución) y estrategias (encadenamiento de reglas, compilación de reglas) dentro del motor de inferencia para obtener conclusiones simples o compuestas.

De manera visual una regla es representada de la forma mostrada en la ilustración 8.

³⁰ (Castillo - Gutierrez - Hadi, Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticos, 25)

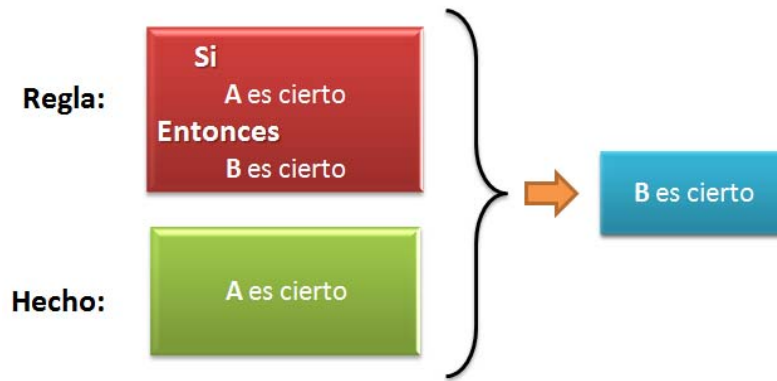


Ilustración 8: Regla de Inferencia Modus Ponens

Elaboración: el autor

Mecanismo de resolución: Es utilizado para realizar conclusiones compuestas, basadas en dos o más reglas, para lo cual es necesario que se realicen las siguientes etapas:

- ✓ Las reglas deben ser sustituidas por expresiones lógicas equivalentes.
- ✓ Las expresiones lógicas anteriores se pueden combinar en una nueva expresión lógica.
- ✓ Esta nueva expresión se utiliza para obtener la conclusión.

El encadenamiento de reglas es recomendable cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras reglas, esto puede dar lugar a nuevos hechos. Lo interesante de este método es que se lo aplica de forma sucesiva hasta que no se pueden obtener más conclusiones.

Las estrategias de inferencia son:³¹

Encadenamiento hacia delante (forward chaining): es una de las estrategias de inferencia más utilizadas para obtener conclusiones compuestas. Esta estrategia puede utilizarse cuando las premisas de ciertas reglas coinciden con las conclusiones de otras. Cuando se encadenan las reglas, los hechos pueden utilizarse para dar lugar a nuevos hechos. Esto se repite sucesivamente hasta que no pueden obtenerse más conclusiones. El tiempo que consume este proceso hasta su terminación depende, por una parte, de los hechos conocidos, y, por otra, de las reglas que se activan. Este algoritmo puede ser implementado de muchas formas. Una de ellas comienza con las reglas cuyas premisas tienen valores conocidos. Estas reglas deben concluir y sus conclusiones dan lugar a nuevos hechos. Estos nuevos hechos se añaden al conjunto de hechos conocidos, y el proceso continúa hasta que no pueden obtenerse nuevos hechos.

Encadenamiento hacia atrás (backward chaining): comenzamos proponiendo una solución hipótesis del problema, entonces el algoritmo navega hacia atrás a través de las reglas en búsqueda de una conclusión que confirme dicha hipótesis. Si no se obtiene ninguna conclusión con la información existente, entonces el algoritmo fuerza a preguntar al usuario en busca de nueva información sobre los elementos que son relevantes para obtener información sobre la hipótesis objetivo.

En general, las estrategias de encadenamiento de reglas son empleadas para resolver problemas en los cuales algunos hechos son conocidos y se buscan nuevas conclusiones. Un ejemplo real de aplicación de esto es la

³¹ Richter, Sergio Raúl, *Sistemas Expertos para técnicos*, Web Electrónica, Argentina, 24.11.2012, <http://www.webelectronica.com.ar/news27/nota06.htm>

identificación de enfermedades (objetivo) a partir de síntomas verificables (hechos).

Las meta reglas:³² Son reglas de mayor nivel, que pueden hacer variar la estrategia de resolución según sea el problema o según sean los resultados que se van obteniendo. Esto puede simplificar el camino inductivo-deductivo, orientando al motor de inferencia sobre el conocimiento que debe ser seleccionado y consecuentemente aplicado en cada momento.

El uso de meta reglas, comenzó con la llamada segunda generación de sistemas expertos, necesita un motor de inferencia que las interprete. A su vez, el conocimiento debe estar agrupado por clases, que posibiliten el accionar de las meta reglas.

Para el desarrollo de las características del sistema planteado en el capítulo V, las meta reglas cumplen el papel de determinar la precedencia de los documentos a ser analizados, basados en definiciones iniciales como la pirámide de Kelsen tratada en el Capítulo II, además de su aplicación en una serie de tratamientos previos de otras consultas y conclusiones almacenadas.

Control de coherencia

Es de suma importancia controlar la coherencia de la información dada al sistema, a partir del momento de la construcción de la base de conocimiento, al igual que durante el proceso de adquisición de datos y hechos.

De la calidad con la cual se realicen estas etapas depende el comportamiento del SE, si se le brinda información inconsistente, los resultados obtenidos pueden ser pocos satisfactorios, llegando incluso a presentar respuestas absurdas.

³² Juan Carlos, Scarabino, *Sistemas Expertos: Aspectos técnicos*, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2000 , 20.05.2012, <http://www.ciberconta.unizar.es/LECCION/sistexpat/INICIO.HTML>

Mecanismo de Aprendizaje ³³

Es el módulo responsable de adquirir nuevo conocimiento y actualizar el existente, alterando a los subsistemas:

Base de conocimientos: Modifica las declaraciones de conocimiento, agrega nuevas, verifica la consistencia entre ellas, resolviendo los conflictos.

Motor de Inferencia: Puede cambiar los mecanismos de inferencia, depurar las heurísticas y métodos de búsqueda, en aras de hacer más eficiente la solución de problemas, aprovechando la experiencia en la solución de problemas semejantes.

Interface de usuario: Entre más refinado sea el conocimiento y los mecanismos de inferencia, más eficiente deberá ser la comunicación con el usuario. También sufrirán alteración los argumentos de “explicación” Inclusive, se puede “personalizar” el lenguaje en función al usuario y problema, como fruto de las sesiones previas.

³³ Peña, Alejandro, Sistemas basados en Conocimiento: Una Base para su Concepción y Desarrollo, Instituto Politécnico Nacional, México, 2006, 15

Comparación entre un sistema experto y un programa tradicional ³⁴

Las diferencias existentes se esquematizan en la ilustración 9 mostrada a continuación.



Ilustración 9: Representación de un SE y un programa tradicional ³⁵

Elaboración: el autor

La base de hechos es en un sistema experto, lo que los datos son en un programa tradicional. De igual manera, la base de conocimientos es el equivalente al algoritmo. El Motor de inferencia es equivalente al programa.

Los sistemas expertos en realidad son programas más avanzados que los tradicionales, debido a que tienen la capacidad de tomar decisiones basadas en los conocimientos almacenados y es lo que los distingue de otros tipos de programas.

³⁴ (J. Scarabino, Sistemas Expertos: Aspectos técnicos, 1)

³⁵ Soto, Carlos, *Sistema experto de diagnóstico médico del Síndrome de Guillian Barre*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2005, 19

En la tabla a continuación se indican las principales diferencias entre los programas clásicos y los sistemas expertos.

Programa clásico	Sistema Experto
No contiene errores	Puede contener errores
No da explicaciones, los datos solo se usan o escriben	El SE cuenta con un modulo de explicación
Los cambios son tediosos	Los cambios en las reglas son fáciles
El sistema opera únicamente si está completo	El sistema puede funcionar con pocas reglas
Se ejecuta paso a paso	La ejecución usa heurística y lógica
Representa y usa datos	Representa y usa conocimiento

Fuente: Universidad EAFIT³⁶

Elaboración: el autor

La interfaz de usuario

Se constituye en el mecanismo de interacción, entre el usuario y el SE. La forma en la cual se implementa esta es fundamental, debido a que es la cara que el SE presenta al usuario, si no es amigable, fácil de usar y entender, todo el sistema puede fracasar sin importar que esté bien hecho.

El procedimiento para realizar las consultas debe ser simple y en la medida de lo posible intuitivo. De igual forma la presentación de los resultados debe ser de fácil entendimiento, incluso para personas no conocedoras del tema.

Módulo de explicaciones

Permite al usuario tener una idea del mecanismo utilizado para el razonamiento (inferencia), por lo cual se constituye en una gran ayuda en el

³⁶ Montes, María, *Sistemas Expertos, Universidad EAFIT, 2007, 25.05.2012*
http://geocities.ws/onelysalasp/sahwct/investigacion_en_internet/SE12.html

proceso de refinamiento del motor de inferencia, además de constituirse en algo valioso para analizar de forma imparcial métodos de búsqueda que muchas veces son omitidos por el ser humano.

Aún, cuando no todos los SE tienen implementado este módulo, es de mucha ayuda para entender el funcionamiento interno del mismo.

La tabla a continuación es una buena forma de resumir las principales diferencias existentes entre los expertos humanos y un SE.

	Sistema experto	Experto humano
Conocimiento	Adquirido	Adquirido + Innato
Adquisición del conocimiento	Teórico	Teórico + Práctico
Campo de aplicación	Único	Múltiples
Explicación	Siempre	A veces
Limitación de capacidad	Sí	Sí, no medible
Reproducible	Sí, idéntico	No
Vida	Infinita	Finita

Fuente: Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo³⁷
 Elaboración: el autor

4.4 Usos actuales de los Sistemas Expertos

Los SE son empleados cada vez con mayor frecuencia y en áreas muy diversas, esto se debe entre otros factores a la evolución de las tecnologías (ahora se cuenta con computadoras más potentes y económicas), también a la mejora en los algoritmos para extraer y manejar conocimiento, mejores herramientas de programación, además del uso de mejores técnicas de procesamiento de información a partir de datos abstractos.

³⁷ López, Bruno, *Introducción a los Sistemas Expertos*, Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, México, 2003, 01.08.2012, 1-2

Para contextualizar un poco, a continuación se presenta un corto resumen de la evolución de los sistemas expertos. El primer SE desarrollado se llamó DENDRAL comenzó su desarrollo en 1965 y su finalización tomó 10 años, era empleado para la identificación de estructuras moleculares a partir de su análisis espectrográfico.

El uso de los SE como tal, se puede decir que empezó realmente en los años 70 (Sprague y Carlson, 1982), con los primeros sistemas de apoyo a las decisiones (SIAD) o DDS (Decision Support System), posteriormente se implementaron aplicaciones en la medicina como el sistema Mycin (1972), encargado de diagnosticar infecciones en la sangre y con posibilidad de sugerir diferentes tratamientos.

Luego comenzaron a aparecer nuevos sistemas como Prospector (1974) encargado de detectar yacimientos partiendo de fotos y datos de entrada del terreno. Con la cada vez mayor experiencia adquirida desde esos años hasta la actualidad se han seguido desarrollando una enorme cantidad de SE aplicados a diferentes ámbitos.³⁸

La tabla mostrada en el *Anexo V: Campos de aplicación de los Sistemas Expertos*, recoge de forma resumida los usos actuales de los SE y los clasifica según el dominio de aplicación.

En síntesis, el presente capítulo brinda los lineamientos teóricos de los SE, además de contextualizar de forma breve la evolución de los mismos y los usos actuales en diferentes ámbitos del conocimiento y hacer cotidiano. Sin

³⁸ Para mayor detalle de la evolución de los Sistemas Expertos, referirse al texto de Ramos, Alberto, *Introducción a los Sistemas Expertos*, Universidad Pontificia Comillas, Madrid, 2009, 3-5

estos conocimientos previos sería difícil poder entender la solución planteada en el próximo capítulo que es la parte neurálgica de la presente tesis.

CAPÍTULO V: DISEÑO CONCEPTUAL DE UN SISTEMA EXPERTO COMO HERRAMIENTA DE APOYO PARA LA ELABORACIÓN DE NUEVAS LEYES EN EL ECUADOR

En los cuatro primeros capítulos se establecieron las bases para el desarrollo del presente. El primer capítulo plantea el punto de partida de la tesis. El segundo capítulo nos introduce al sistema jurídico ecuatoriano, además de tratar temas como la participación ciudadana, democracia, entre otros. El tercer capítulo brinda una orientación sobre los sistemas de información, las características de los mismos, los ciclos de vida de estos, las buenas prácticas para desarrollarlos entre lo más relevante. El cuarto capítulo aborda los conceptos y definiciones de los SE, que serán útiles para la elaboración del presente.

A continuación se desarrollarán una serie de referencias de diseño, necesarios para sustentar las características del SE experto que se plantea como parte central de la presente tesis.

Weiss y KuliKowski (1984), plantean 8 etapas que deben ser consideradas para el desarrollo de un sistema experto, las mismas son tratadas brevemente a continuación:

La etapa (a) *Planteamiento del problema*, correspondiente a esta tesis fue planteada en la Introducción, y establece la necesidad de contar con una herramienta informática que facilite lograr la coherencia entre las leyes, de tal manera que se evite la normativa contradictoria producto del desconocimiento y con ello contribuir a una mejor gobernanza.

La segunda etapa (b) *Encontrar expertos humanos*, es de suma importancia, de acuerdo a la calidad y cantidad de expertos humanos con los cuales se comience a construir la base de conocimientos dependerá la calidad del SE planteado. Entre otras consideraciones para elegir a los expertos se plantea que:

- ✍ Posean amplia experiencia en el desarrollo de normativa jurídica, por ejemplo jueces de las cortes constitucionales, juristas, asambleístas entre otros.
- ✍ Demuestren predisposición a compartir los conocimientos empleados para crear nueva normativa, un perfil interesante corresponde a los académicos con experiencia en desarrollo de normativas, asesores jurídicos especializados en temas constitucionales entre lo más relevante.

(c) *Diseñar el sistema experto*, es necesario definir las características que tendrá el SE experto planteado, este punto se desarrollará a lo largo del Capítulo V.

(d) *Elegir la herramienta de desarrollo*, esta etapa es de gran importancia, debido a que de la herramienta seleccionada dependerán la calidad de interface, la rapidez de la aplicación, el tiempo de desarrollo, la facilidad de uso y la seguridad principalmente.

Se sugiere que se emplee una herramienta de desarrollo que trabaje en ambiente de n-capas, con el fin de darle modularidad y capacidad de integración a otros sistemas, además de permitir su publicación en Web.

(e) *Construir prototipo*, se recomienda que para la elaboración del prototipo se emplee la metodología de prototipos, combinado con un modelo de desarrollo en espiral con manejo de versiones, aplicando los criterios de buenas prácticas dadas por la ISO 12.207, de esta manera se asegura la calidad de las nuevas versiones, además de la funcionalidad de la aplicación desarrollada.

(f) *Probar prototipo*, esta etapa es fundamental para verificar la consistencia y calidad de los resultados obtenidos con el sistema. Al mismo que se lo debe ir mejorando conforme se implementen y validen las reglas.

El prototipo debe ser validado de manera simultánea con el/los experto(s), se lo debe retroalimentar de acuerdo a lo que se estime conveniente añadir en su base de conocimientos, luego de los resultados obtenidos en las etapas de prueba.

Es necesario que se realicen todos los ajustes identificados ya sea en las etapas de prueba, como luego de la implementación del sistema.

(g) *Refinamiento y generalizaciones*, permitirá afinar el prototipo y crear las nuevas versiones a partir de las consideraciones y mejoras realizadas en las etapas previas.

(h) *Mantenimiento y puesta en operación*, como en todo sistema, es necesario que se realice el mantenimiento y actualizaciones permanentes al mismo, con el propósito de mantenerlo al día y que sea lo más confiable posible.

En la ilustración 10 se resumen de forma gráfica las 8 etapas para el desarrollo de un Sistema Experto a partir de los lineamientos dados por Weiss y KuliKowski.

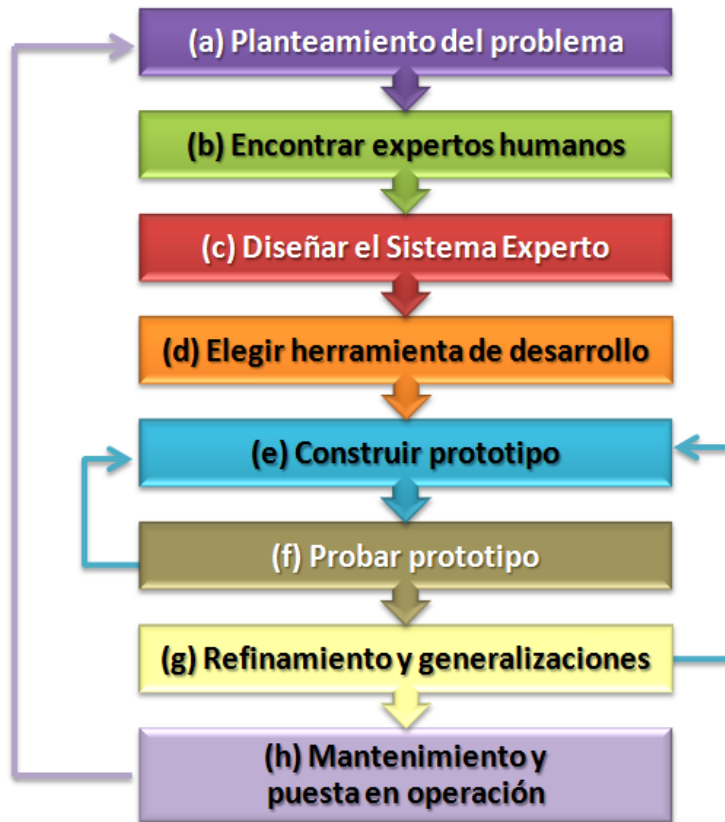


Ilustración 10: Etapas de desarrollo de un Sistema Experto ³⁹

Elaboración: el autor

Con objeto de facilitar la comprensión de los diferentes criterios empleados para el diseño del SE propuesto, se utilizó la técnica de mapas mentales, que permite tener una visión global a partir de una imagen. En la ilustración 11 se muestran las diversas consideraciones y recomendaciones dadas para el desarrollo de la propuesta del presente trabajo partiendo de un mapa mental.

³⁹ (Castillo - Gutierrez - Hadi, Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticos, 15)

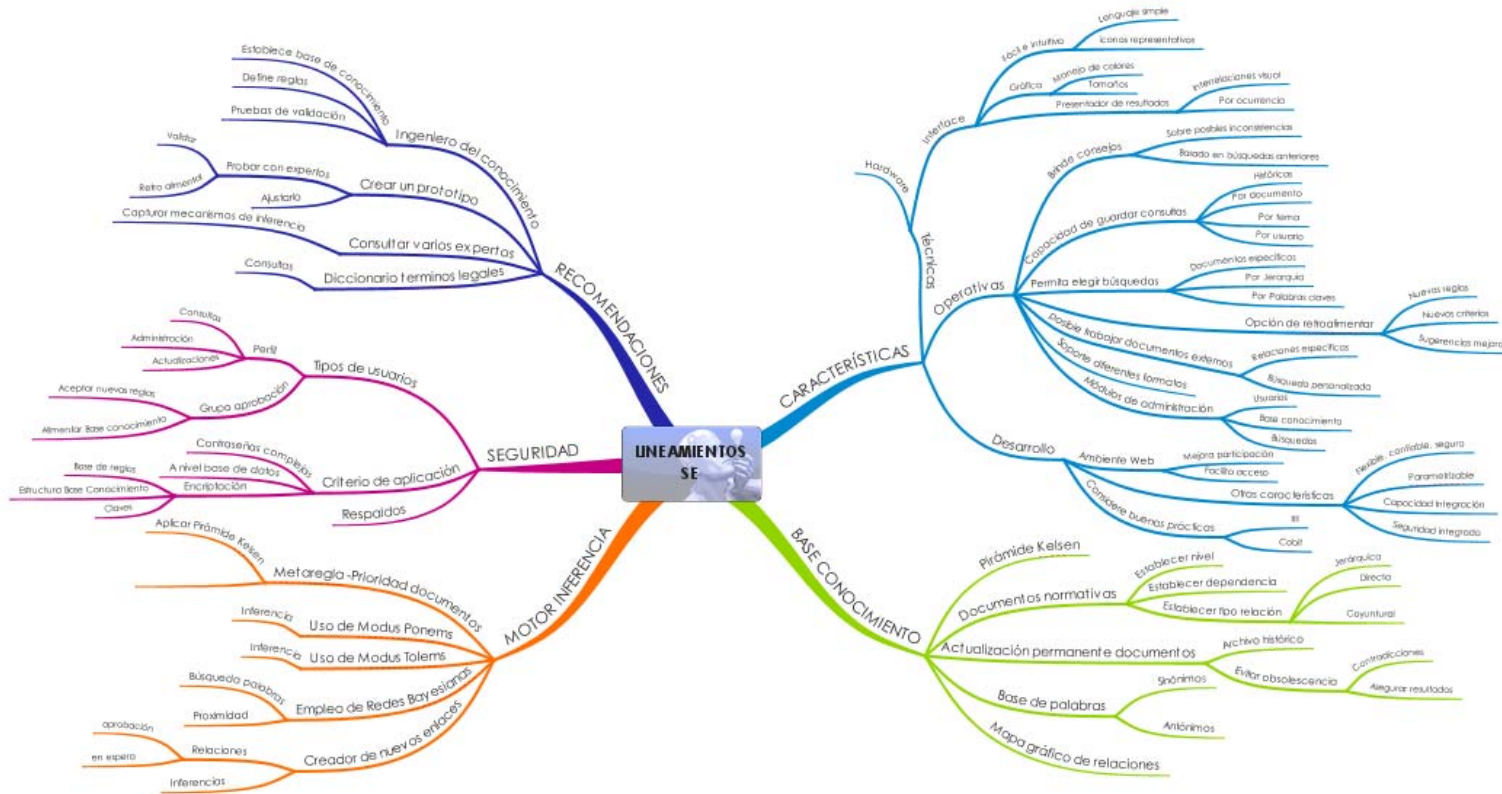


Ilustración 11: Mapa mental del capítulo V
Elaboración: el autor

5.1 Diseño de las características generales del SE

Existe una gran cantidad de factores que deben ser considerados al momento de diseñar el SE, con el objeto de que el mismo se convierta en una verdadera herramienta de apoyo durante el proceso de elaboración de nuevas leyes y normativas en el Ecuador.

Se propone el uso del nombre *SENIRA* para el SE planteado en la presente tesis, el cual es un acrónimo de Sistema, Experto de Normativas Integradas con Recursos informáticos Aplicados.

5.1.1 Características técnicas

Dentro de las principales características técnicas que se deben considerar al momento de desarrollar el SE están:

- La *interface de usuario*, que es el medio de interacción entre el usuario y el SE, la misma debe cumplir una serie de requisitos como:
 - Ser de tipo gráfica.
 - Fácil e intuitiva, para lo cual debe usar un lenguaje de interacción simple.
 - Emplear íconos que sean representativos de la acción a realizar.
 - Utilizar características estándares como: botones tipo ascensor, funciones de arrastrar y soltar, menús desplegados, área de trabajo predefinida, etc.
 - La combinación de colores no debe ser de alto contraste para no distraer la atención del usuario, únicamente se

deberá usar contrastes en los casos que se desea llamar la atención del usuario.

- Las pantallas principales deben tener un tamaño de al menos 800 x 600 dpi y no superior a 1024 x 768. Deben emplear características estándares de los ambientes Web como: usar botones de maximizar, minimizar, cerrar, etc. Las pantallas auxiliares deben tener un tamaño que no obstruyan la visión de la pantalla principal, por lo tanto sus dimensiones no deben ser superiores a los valores antes indicados.
- La herramienta, debe también contar con un presentador de resultados, los cuales serán desplegados de maneras diferentes, de acuerdo al tipo de selección realizada: Por ejemplo utilizando: una interrelación visual que muestre la cantidad de repeticiones de lo buscado, por tipo de documentos, etc.

La experiencia ha demostrado que para el universo de usuarios no técnicos lo más fácil es el entorno gráfico, con íconos, imágenes y textos descriptivos sensibles al contexto. Todo el desarrollo puede resultar infructuoso si la persona encargada de usar el sistema no entiende cómo funciona el mismo.

El *esquema de implementación a gran escala* debería considerar varias capas, debido a que esto permitirá entre otras cosas:

- Mejorar los tiempos de respuestas al contar con servidores de alto rendimiento que realizan funciones específicas.

- Aumentar el número de usuarios concurrentes al tener servicios especializados.
- Contar con seguridades más avanzadas, al implementar mecanismos complementarios de protección en cada uno de los servidores.

En la ilustración 12, se muestra de forma gráfica la arquitectura recomendada para la implementación del sistema a gran escala.

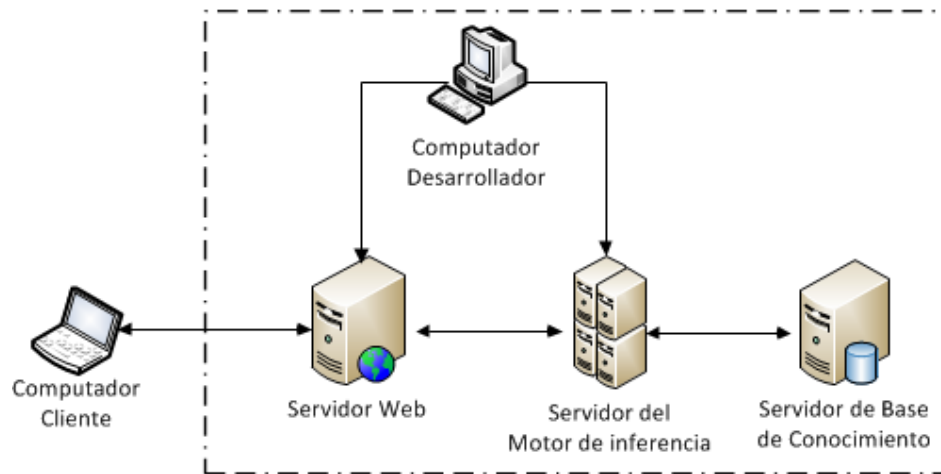


Ilustración 12: Arquitectura del sistema

Elaboración: el autor

En la tabla a continuación se detalla el propósito de uso de los equipos sugeridos en la ilustración 12, estas recomendaciones son válidas para un ambiente de n-capas. Las características técnicas de los equipos a ser empleados dependerán de la cantidad de información de la base de conocimiento, así como de la cantidad de usuarios concurrentes con los que se desee trabajar, esto se determinará una vez realizadas las pruebas con el prototipo.

Capa	Propósito	Herramienta de Software
Computador Cliente	Ejecuta el SE (SENIRA) en Aplicación Web	Web browser
Computador Desarrollador	Despliega SENIRA a entorno de pruebas y producción de ambiente web con la arquitectura n-capas.	A elegir, con soporte cliente servidor y n-capas
Servidor Web	Host de la capa de presentación de SENIRA Web, responde a los requerimientos del computador del cliente y envía requerimientos al servidor del motor de inferencia.	Servidor de Internet Componentes Web
Servidor del motor de inferencia	Host que proporciona los servicios necesarios durante la operación de SENIRA, como la recuperación y actualización de datos de su base de conocimiento, ejecución de las consultas a través del motor de inferencia, autenticación de seguridad.	A elegir, con soporte cliente servidor y n-capas
Servidor de la base de conocimientos	Hosts de la base de conocimientos.	RDBMS: Sistema de gestión de base de datos relacional, a elegir.

Fuente: el autor

Elaboración: el autor

En el caso de que el sistema requiera ser implementado en un computador personal, la aplicación al estar desarrollada de forma modular permitirá que todos sus componentes sean ejecutados en un solo equipo,

cuyas características técnicas exactas deben ser establecidas al momento en que el sistema esté listo para su funcionamiento.

Las características técnicas recomendadas para los computadores que ejecuten la aplicación de forma individual, deberían ser similares o superiores a las siguientes:

- ✓ Procesador Core i3 2.5 GHz
- ✓ Memoria RAM 4 GB
- ✓ Espacio libre en disco duro 50 GB (dependerá de la cantidad de documentos con la cual se alimente la base de conocimientos)
- ✓ Multimedia

5.1.2 Características operativas

Con el objeto de que el SE satisfaga las necesidades de información de los usuarios del sistema, es necesario considerar una serie de elementos claves como los siguientes:

- *Brindar consejos:* Es fundamental que presente alertas, principalmente cuando encuentre posibles inconsistencias al momento de realizar comparaciones de documentos, para lo cual empleará las reglas y meta reglas de su base de conocimiento, los resultados se pueden complementar utilizando criterios de búsquedas anteriores.
- *Capacidad para guardar consultas:* Esto permitirá al sistema contar con un mecanismo de aprendizaje adicional, basado en el tipo de búsqueda de parte de los usuarios, ya sea por documentos, preferencias por temas, por palabras claves, por perfil de usuario. Además de servir para manejar estadísticas y

análisis de tendencias de los distintos criterios de búsquedas, que permitirán a futuro orientar de mejor manera las características de la aplicación.

- *Permita elegir el tipo de búsqueda:* Esta característica es fundamental dentro del SE, entre las distintas opciones con las que debe contar se pueden destacar las búsquedas por:

- ✍ Documentos específicos
- ✍ Por jerarquía de documentos
- ✍ Por palabras claves
- ✍ Por proximidad
- ✍ Por contexto

Cabe resaltar que en la actualidad existen herramientas como NVivo ⁴⁰ que realizan algunas de las actividades de búsquedas señaladas de manera eficiente, aunque dicha aplicación no emplea criterios de jerarquías sino una clasificación por nodos, el resto de tipos de criterios de búsquedas los realiza de manera eficaz. Dicha aplicación utiliza algoritmos empleados en los SE como son las redes Bayesianas, aunque tiene ciertas limitaciones, como no contar con reglas de aprendizaje dadas por el usuario.

- *Contar con la capacidad de interactuar con otras herramientas a través de interfaces entre el SE y herramientas de exploración por*

⁴⁰ Es una aplicación de la empresa QSR internacional, empleada principalmente para análisis cualitativo, facilita el analizar y comprender la información de documentos en distintos formatos, versión analizada NVivo 9.0, mayor información consultar el link siguiente: http://qsrinternational.com/other-languages_spanish.aspx

proximidad, con lo cual se puede ahorrar una cantidad de tiempo considerable en el motor de búsquedas.

- *Poseer la capacidad de ser retro alimentado* respecto a las búsquedas desplegadas, esto permitirá proveerlo con nuevas reglas, enseñarle nuevos criterios de inferencia, además de tener la posibilidad de aceptar sugerencias para mejorar el sistema.
- *Tener la capacidad de trabajar con documentos temporales*, para realizar un análisis de los mismos previa a la incorporación de nuevos documentos a la base de conocimiento, o simplemente para ver si están de acuerdo con la normativa existente y no se contradicen con ninguna.
- *Soportar diferentes formatos de archivos*. Esto le dará una mayor versatilidad al adaptarse a diferentes formatos, sin necesidad de tener que realizarse procesos intermedios como estandarización de documentos a un formato único.
- *Posea módulos de administración de:* usuarios, base de conocimiento, búsquedas, seguridades, retroalimentación, motor de inferencia (reglas y meta reglas), ayudas, manejo de información, parametrización e interfaces externas principalmente.

5.1.3 Desarrollo

A continuación se presentan una serie de características generales que deben ser consideradas al momento de desarrollar el SE:

- *Opere en un ambiente Web*, al cual se puede acceder desde cualquier parte del mundo a partir de un computador conectado a Internet, esto facilitaría la participación ciudadana al permitir que

las personas realicen consultas de diversa índole al sistema, facilitando el entendimiento de cómo están interrelacionadas las diferentes leyes, para esto debe contar con la capacidad de desplegar un gráfico de articulación entre los documentos. Los usuarios pueden realizar consultas específicas al sistema sobre algún tópico de su interés entre otras cosas.

- *Las reglas y meta reglas* utilizadas por los expertos *deben ser implementadas de forma fidedigna*. La validación de las mismas deben ser realizadas de manera simultánea con el experto y en diferentes escenarios, para garantizar la correcta implementación indistintamente del lenguaje de programación empleado.
- *Ser flexible, confiable y seguro.*
- *Ser parametrizable* en sus diferentes módulos.
- *Permitir la integración con otros sistemas*, especialmente de búsquedas a través de interfaces creadas para este propósito.
- *Tener la posibilidad de manejar más de un motor de inferencia especializado*, de acuerdo al tipo de análisis que se desee realizar.
- *Contar con seguridad integrada al sistema* en todas sus partes, para evitar manipulaciones de cualquier tipo.
- *Poseer procesos de verificación* de: control interno de uso, auditoría y detección de operaciones realizadas sobre el sistema.
- *Aplicar las buenas prácticas* dadas en la ISO 12.207 principalmente.

5.2 Planificación de la creación de la base de conocimiento

La construcción de la base de conocimiento debe partir de:

- Identificar las reglas de inferencia utilizadas por el/los expertos en la creación de leyes, esta es quizás la etapa más compleja con la cual se deben enfrentar los ingenieros del conocimiento, porque la mayor dificultad consiste en sintetizar los razonamientos abstractos de los expertos y expresarlos en forma de reglas y meta reglas. Se debe también sintetizar los criterios de inferencia del manejo de certezas de los resultados obtenidos en las búsquedas.
- Especificar el tipo de relación entre los nuevos documentos con los documentos existentes de ser el caso. Las relaciones pueden ser de tipo jerárquica (dada por la pirámide de Kelsen), directa (si el documento es un complemento de otro) o coyuntural (cuando están estrechamente relacionados).

Cabe recordar que si se alimenta al SE con información equivocada, los resultados obtenidos también serán en muchos casos equivocados, de allí la importancia de esta primera etapa de construcción de la base de conocimiento.

- La base de conocimiento debe ser actualizada de manera permanente, con los nuevos documentos que necesiten ser incorporados o que hayan sido aprobados por el organismo competente. Caso contrario la base de conocimiento se volverá obsoleta y los resultados de las consultas futuras no serán reales y pueden generar contradicciones con la normativa vigente.

- Para mejorar las capacidades del SE, es importante que tenga una base de datos de sinónimos y antónimos, con el propósito de ampliar los criterios de búsqueda y despliegue de posibles contradicciones.
- Contar con la capacidad de mostrar un mapa gráfico de las relaciones existentes entre los diferentes documentos, para facilitar aún más el manejo de la aplicación. El primer gráfico de interrelación estaría dado por el árbol de documentos de la pirámide de Kelsen ingresado en el sistema.

Un ejemplo de cómo podrían ser representadas las jerarquías de los documentos se muestra a continuación en la ilustración 13.

Pirámide de Kelsen aplicada al sistema				
Nombre	Creado el	Creado por	Modificado el	Modificado por
(a) Constitución del Ecuador - Raiz	27/02/2004 20:07	Administrador	13/11/2008 19:08	Equipo técnico
(b) Tratados y convenios internacionales	13/02/2012 12:00	Administrador	03/10/2012 20:09	Equipo técnico
(c) Leyes orgánicas	13/08/2012 13:01	Administrador	03/10/2012 20:09	Equipo técnico
(d) Leyes ordinarias	21/03/2011 18:18	Administrador	03/10/2012 20:10	Equipo técnico
(e) Normas regionales y ordenanzas distritales	20/05/2012 08:20	Administrador	03/10/2012 20:10	Equipo técnico
(f) Decretos y reglamentos	25/05/2012 10:04	Administrador	03/10/2012 20:12	Equipo técnico
(g) Ordenanzas	05/10/2012 16:02	Administrador	03/10/2012 20:12	Equipo técnico
(h) Acuerdos y resoluciones	25/08/2012 09:27	Administrador	03/10/2012 20:12	Equipo técnico
(i) Actos y decisiones de los poderes públicos	18/05/2011 17:00	Administrador	03/10/2012 20:12	Equipo técnico

Ilustración 13: Ejemplo de árbol de jerarquía de la aplicación

Elaboración: el autor

5.3 Características del Motor de Inferencia

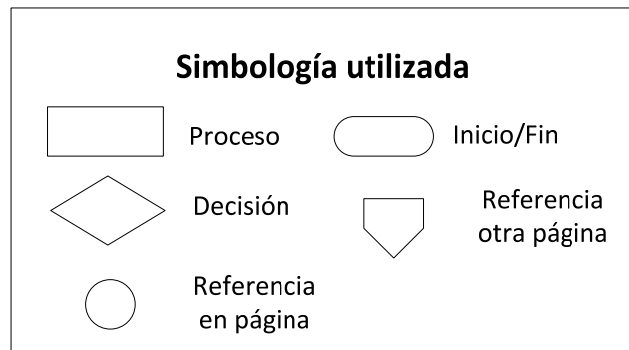
Al ser el motor de inferencia el componente del sistema dentro del cual se realizarán los procesos deductivos e inductivos de la aplicación, es de suma importancia que en el desarrollo del mismo se consideren una serie de factores que le darán al SE la consistencia interna necesaria.

- *Meta regla – Prioridad de documentos:* Para cumplir con esta etapa del desarrollo, es necesario que los documentos cuenten con un nivel de prioridad, el mismo debe estar dado por las jerarquías identificadas en la pirámide de Kelsen aplicada al Ecuador, el orden de valoración (ascendente o descendente) es indistinto, aunque lo recomendable sería ordenar los documentos con una prioridad jerárquica alfabética, esto sería útil en el caso de que a futuro se implementen otros subniveles adicionales a los existentes. Un ejemplo de aplicación de lo propuesto sería, el documento de mayor jerarquía es *La Constitución* por lo cual se le debería asignar un orden de (a), los documentos de segundo nivel *Tratados y convenios internacionales* tendrían un orden de (b) y así sucesivamente hasta llegar al nivel actual (i) *Demás actos y decisiones de los poderes públicos*.
- Por razones de eficiencia, el sistema debe contar también con la posibilidad de establecer nuevos enlaces para relacionar documentos, previa aprobación de un equipo designado para este propósito, por lo tanto es necesario que se implementen funciones como estados de aprobación (en análisis, pre aprobado, aprobado, rechazado, etc.), es fundamental que los documentos

dependientes de manera directa de otro documento referencien de cual o cuales proceden y el tipo de relación existente entre ellos, por lo cual es necesario que durante la fase de diseño de la base de datos se considere también un campo de dependencia dentro del documento.

- El motor de inferencia manejará principalmente reglas de tipos modus ponens y modus tolems para los procesos deductivos, adicionalmente se sugiere el empleo de redes Bayesianas para la aplicación de búsquedas por proximidad y cercanía de las palabras objetivos.
- El motor de inferencia debe permitir que se le agreguen nuevas reglas que sean validadas por el equipo de expertos, así como la verificación de la efectividad de los resultados antes de la implementación de las mismas, por lo cual es recomendable realizar en un ambiente de pruebas todas las validaciones de la funcionalidad de las nuevas reglas antes de la aplicación definitiva en el sistema.

A continuación se indica la simbología utilizada en los diagramas de flujo de las ilustraciones 14 y 15.



Elaboración: el autor

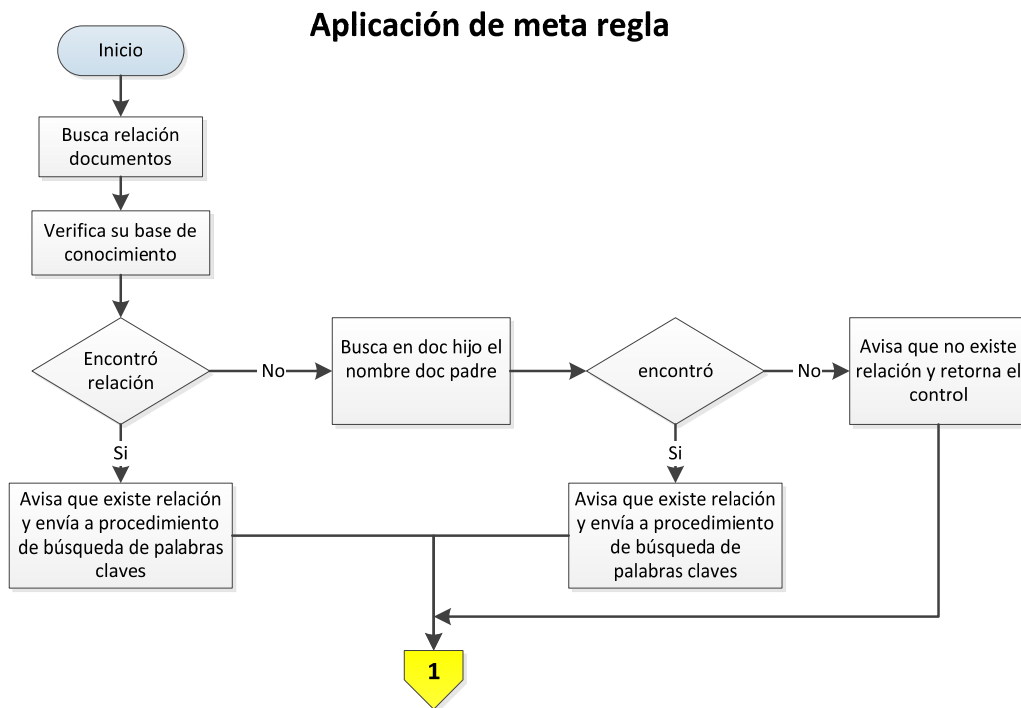


Ilustración 14: Aplicación de una meta regla dentro del sistema

Elaboración: el autor

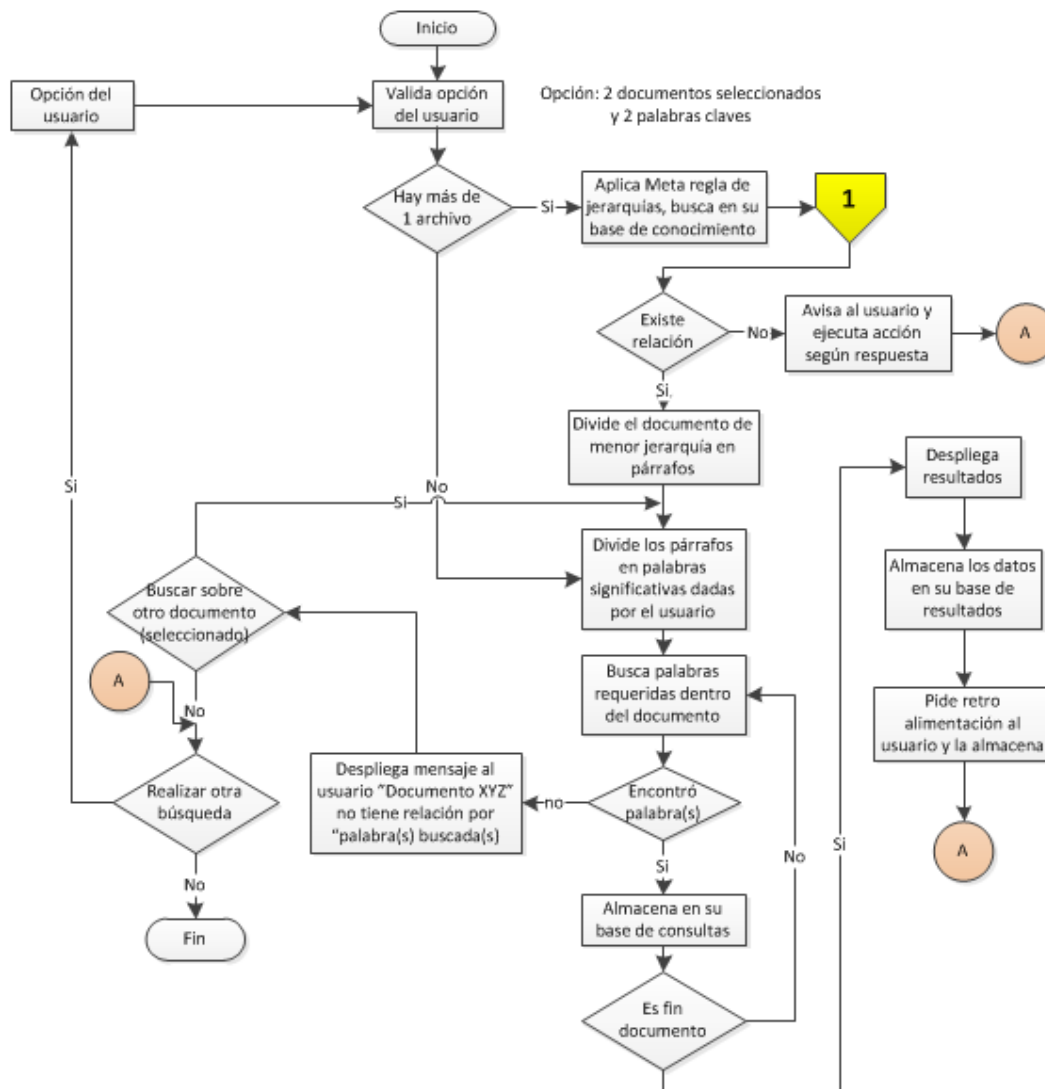


Ilustración 15: Aplicación de regla de búsqueda

Elaboración: el autor

Como se puede apreciar en los diagramas de flujo de las figuras 14 y 15, estas son formas de representar una regla y una meta regla dentro del motor de inferencia, cabe destacar que los diagramas son resumidos y no contemplan todas las opciones, sino únicamente las más relevantes.

5.4 Implementación de seguridad

La seguridad dentro del sistema es de gran importancia. Dependiendo del tipo de uso que se dé al sistema y del ambiente en el cual se ejecute, debe definirse el nivel de complejidad de la seguridad del SE.

En general, se recomienda que el sistema contemple entre otras opciones de seguridad las siguientes:

✍ *Manejo de perfiles de usuarios* según el tipo de acceso, por ejemplo:

- *Usuarios administradores*: tienen la función de administrar el sistema, crear usuarios, cambiar claves, asignar perfiles, realizar reportes, manejar respaldos entre otras.
- *Usuarios aprobadores*: tendrán la capacidad de leer, modificar, eliminar, y verificar el ingreso correcto de los documentos en la base de datos.
- *Usuarios editores de conocimiento*: son los encargados de mejorar el motor de inferencia, aceptar y validar el ingreso de nuevas reglas.
- *Usuarios colaboradores*: Podrán realizar aportes al sistema, pero requieren de una aprobación previa de los usuarios responsables para que sus sugerencias sean incluidas en el mismo.
- *Usuarios revisores*: Pueden únicamente leer ciertos elementos y archivos, pero no modificarlos. Los permisos son un poco más altos que los usuarios de consulta, podrán realizar análisis de documentos temporales

aplicando los criterios dados por el sistema experto implementado.

- *Usuarios para consultas:* podrán realizar únicamente consultas de información al sistema, sin posibilidad de usar archivos externos al mismo.
- ✍ *Manejo de contraseñas complejas:* longitud mínima de clave (8 caracteres), empleo de letras mayúsculas y minúsculas, números, opcionalmente debe permitir el uso de caracteres especiales (ejemplo: *, ¡, &, %, ¿, etc.).
- ✍ *Seguridades a nivel del motor de base de datos* sobre el cual se implemente la aplicación.
- ✍ *Encriptación de la base de reglas y de la estructura de la base de conocimiento.*
- ✍ *Administración de respaldos* automáticos de todo el sistema.

5.5 Elementos del Prototipo

Es fundamental que la interacción existente entre el usuario y la aplicación use un lenguaje natural y fácil de entender, lo cual facilita el uso de la herramienta por parte de distintos usuarios.

En las figuras a continuación, se presentan una serie de pantallas que poseen varios de los elementos recomendados para la elaboración de la aplicación.

La ilustración 16 muestra algunas de las características que debe tener la base de datos de usuarios:

- Almacenar las claves encriptadas.

- Maneje un perfil de usuario.
- Utilice una bitácora de actividades realizadas sobre el sistema y realice control de sesiones, entre las más importantes.

Usuarios						
	Nombre completo ▾	Grupo ▾	Clave ▾	CorreoElectrónico ▾	InicioSesió ▾	Actividad realizada ▾
+	Jorge Reyes	Administrador	qr25qcn05%	jreyesmacias@yahoo.com	20/05/2012	Ingreso documentos
+	Administrador	Administrador	n02tmlv07*	jreyes13@hotmail.com	12/02/2012	Ingreso de reglas
+	Nora Redrován	Revisor	tAxSjR27	noraredrovan@yahoo.com	25/05/2012	Validación reglas
+	Consulta	Consultas		consultas@senira.org.ec	14/06/2012	Búsqueda COOTAD
+	David Reyes	Aprobador	e3mmrD	davidr@senira.org.ec	01/10/2012	Cambios COOTAD

Ilustración 16: Tabla de usuarios del sistema

Elaboración: el autor

Las cuentas de usuario deben tener una serie de campos obligatorios para el correcto manejo de las mismas, entre los principales se recomienda que tengan los mostrados en la ilustración 17, claro está que dependiendo de las necesidades se pueden agregar una serie de campos complementarios como: dirección, foto, departamento, etc.

Usuarios SENIRA

Detalles de usuario

Guardar & Cerrar

Nombre completo
Jorge Reyes Macías

Clave

Perfil aplicado
Administrador

Fecha de creación de la cuenta
18/Septiembre/2012

Dirección de correo electrónico
jreyesmacias@yahoo.com

Teléfono móvil
0998708400

Teléfono particular
0989770742

Ilustración 17: Creación de cuenta de usuario

Elaboración: el autor

El correcto manejo de las cuentas de usuarios dentro del sistema es crítico por varias razones como: control de acceso, control de tipo de actividades posibles de realizar sobre el sistema, manejo de preferencias, análisis de tipo de uso, definición y adaptación de perfiles de búsquedas, etc.

En la ilustración 18, se muestran los principales campos que deben tener los documentos ingresados dentro del sistema que se constituirán en la base de documentos (datos) contenidos dentro del mismo, es necesario que estos sean ingresados de manera adecuada de acuerdo a la jerarquía y nivel de interrelación que tengan entre sí y con otros documentos. Un campo adicional sugerido es el de *palabras claves dentro del documento*, el mismo que sería útil para búsquedas rápidas.

The screenshot shows a web application interface for SENIRA. At the top left, there is a logo with the text 'SENIRA'. The main header is a dark blue bar with the text 'Detalles del documento' in white. On the right side of the header, there is a small logo with the text 'SENIRA'. Below the header, there is a blue button labeled 'Guardar & Cerrar'. The main content area contains several form fields: 'Nombre del documento' with the value 'Constitución del Ecuador 2008'; 'Ingresado por' with a dropdown menu showing 'Administrador'; 'Nivel' with a dropdown menu showing '(a) - Constitución'; 'Documento padre' with a dropdown menu showing 'Ninguno'; 'Tipo Relación' with a dropdown menu; 'Fecha de ingreso' with a text box showing '18/05/2012'; 'Fecha modificación' with an empty text box; 'Estado' with a dropdown menu showing 'Activo'; and 'DatosAdjuntos' with a file upload area showing a PDF icon and the filename 'ConstituciónEcuador2008.pdf'. At the bottom, there is a 'Notas' section with a text area containing the text 'Es el documento de más alta jerarquía de acuerdo a la pirámide de Kelsen aplicada al Ecuador.'

Ilustración 18: Ingreso de documentos al sistema

Elaboración: el autor

5.6 Ejemplo de aplicación

Partiendo de los elementos de la ilustración 9, que define la arquitectura de un SE, además de considerar que el sistema ya ha sido alimentado con las meta reglas y reglas, así como el conocimiento previo, es decir la **fase de enseñanza/aprendizaje** ya se ha cumplido, el proceso de uso del sistema propuesto para el ejemplo en que el usuario desea saber cómo están relacionadas (**condiciones**) la Constitución y el COOTAD

con respecto a las palabras claves “SUMAK KAWSAY”, sería similar al siguiente:

- a. Se realiza el ingreso del usuario al sistema (**Administración del sistema**) se valida el usuario y de acuerdo a este, se asigna un perfil que le permitirá realizar las acciones correspondientes a los permisos dados al mismo.
- b. El usuario realiza la **consulta** al sistema a través de la **interfaz** de usuario, en este caso mediante mouse, teclado e interactuando de forma visual con lo mostrado en pantalla. En la ilustración 19, el usuario selecciona los documentos a consultar. En primer lugar selecciona en el lado derecho el documento principal, se realiza un proceso automático interno que aplica la jerarquía de los documentos y a partir del esto se construye lo desplegado en la parte derecha “Documento relacionado”. Las jerarquías de acuerdo a lo mostrado en la ilustración 15, serían: a **La Constitución** le correspondiente al valor más alto “a” y al **COOTAD** un valor tipo “c”, debido a que es una ley orgánica, por lo cual está supeditado a la Constitución.
- c. A partir de este momento empieza trabajar la **máquina de inferencia**, busca en su **base de conocimientos** las meta reglas y reglas que se pueden utilizar para este caso. Selecciona la regla mostrada en la ilustración 17, el procedimiento quedaría más o menos de la siguiente forma: El sistema identifica que existen 2 documentos a partir de los cuales va a realizar la búsqueda y 2 palabras claves, verifica la **Meta Regla jerarquía**, validando la

selección del usuario, comprueba que en efecto están relacionados, luego procede a dividir los documentos en párrafos y busca las palabras dadas por el usuario, cuando encuentra las palabras claves las almacena en su base de consultas y comienza a construir una matriz de palabras cercanas a dichas palabras, tanto anteriores como posteriores, de acuerdo al nivel de profundidad/cercanía dado por el usuario, también almacena la ubicación exacta dentro del documento de la palabra encontrada, esto con el fin de poder aplicar posteriormente de ser requerido por el usuario un hipertexto.

- d. A partir de los resultados anteriores comienza a generar una matriz de ocurrencias, es decir si una palabra está relacionada varias veces con las palabras claves, entonces puede dibujarlas en tamaño mayor de acuerdo al número de repeticiones, para resaltar la importancia de la misma en el contexto de búsqueda.
- e. Agrupar las palabras relacionadas por cercanía, y por último dibujar el árbol. Aunque el procedimiento resumido parece relativamente fácil, no lo es. Aplicando los diagramas de flujo del proceso empleado por el motor de inferencia de las ilustraciones 14 y 15, se visualiza de manera condensada una parte del proceso realizado dentro de este, para obtener los **resultados** a ser graficados por la herramienta.
- f. Con los resultados obtenidos, dependiendo del perfil del usuario pregunta que hace con los mismos, si los almacena en su base de resultados, si los relaciona con otras palabras. Si fuera el caso

preguntaría si aplica una nueva regla a partir de los resultados obtenidos, en este momento comenzaría el **proceso de aprendizaje del sistema**. Cabe resaltar que por lo delicado del tema, es necesario que exista una aprobación por parte del usuario encargado de alimentar la base de conocimientos previo al ingreso de nuevo conocimiento dentro del sistema.

En la ilustración 19, se muestra una pantalla de la forma en la cual se podrían realizar las consultas dentro del sistema, la misma cumple con las dadas como: ser sencilla, usar un lenguaje simple, los íconos son representativos, es fácil de entender, los colores son armónicos y el tamaño de la pantalla no obstaculiza el despliegue de otras pantallas.



Ilustración 19: Pantalla de búsqueda de información

Elaboración: el autor

El resultado de la búsqueda de las palabras “sumak kawsay” mostradas en la ilustración 20, por ejemplo da como resultado, que dichas palabras aparecen en la Constitución 10 veces y en la COOTAD 6 veces, a continuación una representación gráfica de cómo podrían ser presentados los resultados en el SE según el contexto en el cual aparecen las palabras seleccionadas.

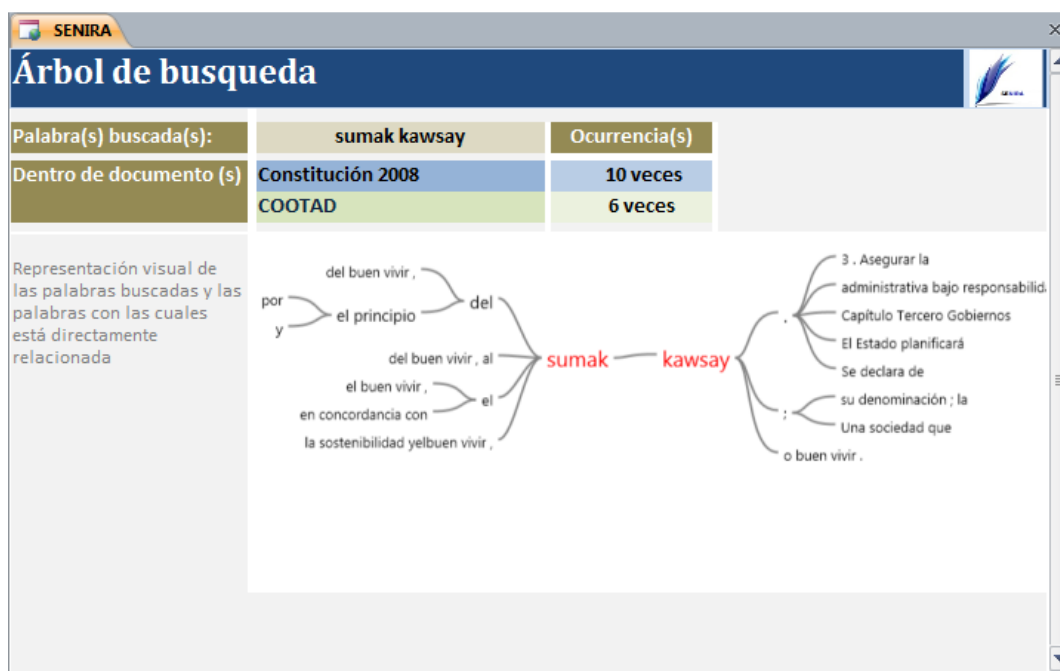


Ilustración 20: Ejemplo de ocurrencia de búsqueda ⁴¹

Elaboración: el autor

Esta forma de presentación permite contextualizar la aparición de las palabras buscadas (sumak kawsay) dentro de un documento o documentos. Cabe notar que en este caso se usa el color rojo como contraste para llamar la atención del usuario sobre las palabras que él está buscando, para que le sea fácil identificar su ubicación.

⁴¹ El árbol mostrado en la ilustración fue obtenido utilizando la herramienta NVivo 9 y adaptada a las necesidades de la aplicación planteada. El resto de la ilustración es fuente propia.

Para desplegar la figura mostrada en la ilustración 20, es necesario que

El usuario puede interactuar con la información desplegada en la pantalla, por ejemplo, podría seleccionar cuantos niveles de detalles quiere que se desplieguen en el árbol (a mayor nivel más información será presentada). Puede también activar que se muestren las reglas utilizadas para llegar a las conclusiones mostradas, a la vez que puede retroalimentar al sistema a partir de los datos mostrados, de esa manera el SE comenzará a aprender y a mostrar sugerencias a futuro a partir de las búsquedas y sugerencias previas.

Aplicando criterios más avanzados como búsquedas por cercanía, por claves complementarias, por sinónimos, los resultados obtenidos serían de mayor utilidad, principalmente cuando se están elaborando nuevas normativas.

Se estima que un sistema experto de este tipo, puede contener de 50 a 150 reglas y meta reglas, la cantidad varía de acuerdo al nivel de especificidad con la que se implemente el sistema, por lo cual se puede entender la complejidad final del mismo.

Con el objeto de desplegar la información concerniente a la aplicación, en la ilustración 21 se muestra la pantalla que da una idea más clara del origen del sistema planteado, en este caso como no se cuenta con la información del mismo, como: versión, fecha de desarrollo, equipo desarrollador, etc. se despliega información tentativa del sistema.

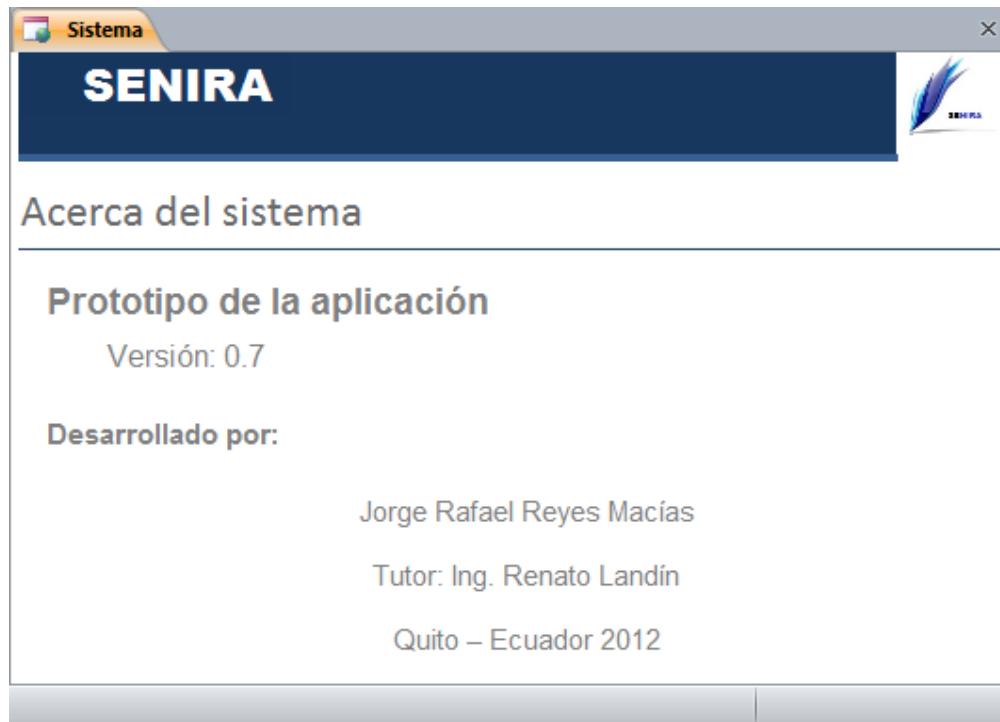


Ilustración 21: Acerca de la aplicación

Elaboración: el autor

Todas las ilustraciones mostradas dentro de este punto, pretenden dar una idea de la manera en la cual se deberían presentar las pantallas al usuario al momento de desarrollar el sistema planteado.

5.7 Recomendaciones generales

Con el propósito de que el sistema sea aprovechado de la mejor manera posible, a continuación se indican una serie de recomendaciones complementarias a las dadas durante el capítulo:

- *Previo a la implementación*, es necesario que la persona encargada de realizar el proceso de captura del conocimiento, utilice en la medida de lo posible a varios expertos para sistematizar la forma en la cual utilizan su experiencia para realizar las inferencias, deducciones y entender los razonamientos utilizados para buscar/encontrar lo deseado.
- *Para aumentar la funcionalidad* del sistema, se sugiere añadir un diccionario de términos legales, con el propósito de facilitar la aclaración de dudas técnicas de las personas que consulten la aplicación.
- El ingeniero del conocimiento deberá establecer las características de la base de conocimiento, las reglas que serán implementadas dentro del motor de inferencia, así como también realizará las respectivas pruebas de validación de la aplicación.
- El sistema debe contar con ayuda en línea, la misma que debe cumplir con los estándares dados por la ISO 12.207. Además en los lugares donde sea necesario, se recomienda presentar ayudas sensibles al contexto.

5.8 Comprobación de la hipótesis

La hipótesis de la que se partió fue: El uso de una herramienta tecnológica que facilite la identificación de las diferentes interacciones existentes entre las leyes, aportará a la creación de normativas más consistentes con la Constitución y entre sí, de forma rápida y con menos vacíos e inconsistencias, si se utiliza la herramienta de manera adecuada.

Los elementos necesarios a verificar son: tiempos de búsquedas, facilidad de uso, identificación de interacciones, advertencias sobre posibles inconsistencias.

Comprobación del ahorro de tiempo

Se empleará como base el tiempo requerido para realizar la búsqueda de cuatro maneras distintas: manualmente, empleando un computador, utilizando una herramienta especializada, utilizando un prototipo de la herramienta propuesta.

Búsqueda simple de información

Documento	Tiempos promedios	Constitución 58.940 palabras	COOTAD 87.895
Búsqueda manual	200 palabras por minutos	4 horas con 55 minutos	7 horas con 19 minutos
Utilizando un PC ^(*)		10 segundos	27 segundos
Utilizando Software Legal Fiel Magister 7.0 ^(*)		9 segundos	10 segundos
Utilizando el SE ^(*)		8 segundos	9 segundos
^(*) Utilizando un computador personal Core i5 2,4 GHz, 4GB RAM			

Realizado por: el autor

De los datos obtenidos en la tabla anterior, en realidad no existe una mayor diferencia entre los tres últimos métodos si se utiliza un computador, claro está que respecto a la búsqueda manual en realidad existe una diferencia enorme, sin contar que con el método manual es posible omitir de manera involuntario alguna repetición de lo buscado y en muchos casos es necesario realizar el proceso más de una vez para asegurar los resultados.

Construcción de la matriz de búsqueda, incluyendo referencias y cercanías.

Documento	Tiempos promedios	Constitución 58.940 palabras	COOTAD 87.895
Construcción manual Total: 4 horas con 54 minutos	500 palabras por minutos	1 hora con 58 minutos	2 horas con 56 minutos
Utilizando un PC ^(*) Total: 15 minutos y 20 segundos		3 minutos y 20 segundos	12 minutos
Utilizando Software Legal Fiel Magister 7.0 ^(*) Total: 5 minutos y 35 segundos		2 minutos y 15 segundos	3 minutos y 20 segundos
Utilizando el SE ^(*) Total: 45 segundos		20 segundos	25 segundos
^(*) Utilizando un computador personal Core i5 2,4 GHz, 4GB RAM			

Realizado por: el autor

Partiendo de los resultados del cuadro anterior, se comienza a evidenciar las diferencias de tiempos existentes entre las diferentes

herramientas utilizadas para crear nuevas leyes, se puede apreciar que usando el SE propuesto es 728% más eficiente que usando herramientas de software legal existentes en el mercado ecuatoriano como Lexis y Fiel.

Si lo comparamos con los resultados obtenidos usando únicamente un computador sin ninguna otra herramienta, se establece que el SE propuesto es 1.900% más eficiente.

Además si sumamos los tiempos empleados para la construcción de nuevas leyes, vemos que los mismos comienzan a crecer de manera aritmética llegando a varios días de ahorro si se utiliza una mayor cantidad de palabras, así como también de documentos, con lo cual esta parte de la hipótesis de ahorro de tiempo queda comprobada.

Facilidad de uso

La herramienta al tener un entorno gráfico que cumpla con las recomendaciones dadas en este capítulo será fácil de usar, debido a que emplea una interface intuitiva y simple, y presenta los resultados de manera gráfica, por lo cual son muchos más fáciles de entender, incluso para una persona que no conozca del tema. Lo cual comprueba esta parte de la hipótesis de facilidad de uso.

Identificación de interacciones

El SE propuesto al mostrar los resultados de las interacciones de una forma gráfica, con características como tamaño de las palabras relacionadas de acuerdo a la ocurrencia, el uso de hipertexto al documento original, así como el nivel de profundidad de búsqueda y muestra de resultados, permite ver de un solo vistazo las distintas interacciones existentes entre los diferentes documentos, lo cual se constituye en un enorme valor agregado para esta

herramienta, procesos que no pueden ser realizados de forma simple usando los otros dos métodos automáticos.

Por las razones antes expuestas se comprueba esta parte de la hipótesis de la facilidad de identificación de las diferentes interacciones existentes entre los documentos.

Cabe señalar que las interacciones entre los documentos pueden ser de diferentes índoles, no únicamente por palabras claves.

Posibles inconsistencias

Esta es quizás una de las partes más complejas dentro del sistema, debido a que para encontrar las posibles inconsistencias, es necesario el ingreso e identificación de las reglas para búsqueda de inconsistencias, así como también que exista todo un proceso de aprendizaje del SE.

Esto puede ser comprobado fácilmente si se ingresan dos documentos similares con pequeñas variaciones, el sistema realizará la búsqueda de las palabras objetivos, contrastará la información con su base de conocimiento, empleará las reglas para encontrar inconsistencias y complementará la búsqueda con su diccionario de sinónimos y antónimos.

Una vez realizado los procesos antes señalados desplegará información que de ser el caso que alertará sobre posibles inconsistencias entre los documentos comparados, esto es útil principalmente en documentos que son reformulados.

Lo antes señalado permite comprobar la hipótesis de que el SE planteado ayudará a identificar las posibles inconsistencias en las nuevas normativas.

Por todo lo expuesto se verifica que el SE planteado facilita la identificación de las diferentes interacciones existentes entre las leyes, por lo cual aportará a la creación de normativas más consistentes con la Constitución y entre sí, de una manera rápida y ayudará a disminuir los vacíos e inconsistencias actuales, si se utiliza la herramienta de manera adecuada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La propuesta presentada, abre una serie de usos directos del sistema planteado, su ámbito de aplicación puede ir desde la elaboración de nuevas normativas en la Asamblea Nacional, pasando por su empleo en los GAD's y juntas parroquiales, hasta llegar al uso por parte del resto de la ciudadanía interesada en algún tema en particular, contribuyendo a democratizar el acceso a la información.

El uso correcto de una herramienta de esta naturaleza, se constituirá en un soporte para lograr una mayor consistencia interna, eliminar los vacíos, fomentar la transparencia y en algunos casos evitar las contradicciones de la nueva normativa con la existente, además de disminuir los tiempos de creación de las mismas y por lo tanto apoyando al desarrollo, por el soporte brindado en la elaboración de mejores normativas.

La aplicación debe ser publicada en un sitio Web de acceso público a partir de perfiles de usuarios, de esta manera se estará fomentado la participación ciudadana al brindar una herramienta que facilite entender las diversas interrelaciones existentes entre la normativa vigente, democratizando el acceso a la información y dando impulso al gobierno electrónico.

Cabe recalcar que el éxito de la implementación, estará dado por dos características básicas que debe tener el sistema, la más importante es la *calidad de la información* con la cual esté alimentado el mismo y la *facilidad de uso de la herramienta*. Si una de ellas no considera lo recomendado en esta tesis, es casi seguro que el SE esté condenado al fracaso.

La implementación del SE planteado, debe realizarlo un grupo de personas conformado por: expertos en el ámbito constitucional, ingenieros del conocimiento, ingenieros de sistemas con experiencia en desarrollo de sistemas expertos y sistemas multi capas, un diseñador gráfico para la parte de las interfaces de usuarios y un grupo de usuarios diverso para la validación del sistema.

Una de las partes que demandará un enorme esfuerzo, es la clasificación e ingreso de los diferentes documentos existentes, que son necesarios para que el sistema pueda realizar un análisis exhaustivo de lo que se desee validar o normar. Existe una forma de disminuir este esfuerzo y es a través de convenios con empresas existentes en el mercado ecuatoriano como Lexis y Fiel para incorporar su base de documentos al sistema, cabe notar que el sistema propuesto puede complementar de forma extraordinaria a estas herramientas, ya que realiza un salto funcional con respecto a ellas, al contar con una base de conocimiento que le permite aprender y dar un apoyo mayor a la persona que utiliza las aplicaciones.

Dada la gran complejidad del SE y los altos costos en los que se debe incurrir para su implementación, el sistema inicial debería ser auspiciado por uno de los organismos del estado dedicados a la elaboración de normativas como la Asamblea Nacional. Para mantener el sistema actualizado es necesario que de forma periódica se distribuyan las nuevas versiones del mismo, que contengan los nuevos documentos incorporados a la base de conocimiento, de esa manera se aprovecharía todo el esfuerzo de implementar una aplicación de este tipo.

Los Sistemas de Información son herramientas que impulsan la participación ciudadana, principalmente de los segmentos de población que tienen acceso al uso de TIC's y que las emplean como sus herramientas de trabajo diarias. Se puede complementar la Ley Orgánica de Transparencia y Acceso a la Información Pública, si también se comienzan a brindar nuevos servicios adicionales a los establecidos en la misma, democratizando el acceso a la información.

Se recomienda que el sistema posea la capacidad de conectarse a través de una interface a otras aplicaciones que manejen búsquedas por proximidad y contexto como NVivo, de esta manera el sistema tendrá una mayor versatilidad, además de disminuir el tiempo y costo de implementación a la vez que aumenta su versatilidad.

Cabe destacar que esta tesis brinda los lineamientos generales que debe tener el sistema experto planteado, sin llegar a profundizar en los detalles técnicos para la implementación como código de programación y diseño detallado. Debido a que esto va más allá del alcance del proyecto planteado.

Este documento recoge los elementos más relevantes para la implementación de la herramienta propuesta, por lo tanto se recomienda utilizar en el desarrollo de la aplicación los lineamientos expuestos en la presente tesis. Aquí se establecen de forma sencilla y de fácil comprensión los principales criterios a considerar para el desarrollo de la aplicación.

BIBLIOGRAFIA

- 📖 Asamblea Constituyente, *Constitución del Ecuador 2008*, Quito – Ecuador, 2008.
- 📖 Asamblea Nacional, *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)*, Quito - Ecuador, 2010.
- 📖 Kendall, Kenneth, & Kendall, Julie, *Análisis y diseño de sistemas*, Sexta Edición, Pearson, México, 2005.
- 📖 Peralta, Manuel, *Sistema de Información*, El CID Editor, Argentina, 2008.
- 📖 Castillo, Enrique, Gutiérrez, Manuel, Hadi, Ali, *Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticos*, Santander, 2001.
- 📖 Ros, Jaime, *La teoría del desarrollo y la economía del crecimiento*, FCE y Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), México, 2004.
- 📖 Amartya, Sen, *Desarrollo y Libertad*, México, Editorial Planeta, 2000.
- 📖 Midgley, James, *Social Development: The Developmental Perspective in Social Welfare*, Londres, Sage, 1995.
- 📖 Consejo de participación Ciudadana y Control Social, *Participación Ciudadana y Control Social*, Quito, 2010.
- 📖 Serra Vázquez, Luis, *Participación ciudadana y movimientos sociales*, Grupo Chorlaví, Chile, 2003.
- 📖 Real Academia Española, *Diccionario de la Lengua Española*, Vigésima según edición, España, 2001.
- 📖 Platón, *La República*, Grupo Anaya Comercial, España, 2012.
- 📖 Yon, Lilian, *La justicia de acuerdo a Platón*, 2006.

- 📖 Kelsen, Hans, *Teoría pura del derecho*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1982.
- 📖 Sanoja, Andrés, *Gobierno Electrónico en el Sureste Asiático*, Universidad Central de Venezuela, 2006.
- 📖 INAP, *e-gobierno para un mejor gobierno*, Instituto Nacional de Administración Pública, España, 2009.
- 📖 ISO, ISO/IEC 12207:2008: Systems and software engineering - Software life cycle processes, 2008.
- 📖 Cardona, Diego, *El gobierno electrónico-Una revisión desde la perspectiva de prestación de servicios*, España, 2002.
- 📖 Giarratano, Riley, *Sistemas Expertos: Principios y programación*, 3ra Edición, Editorial Thomson, Chile, 2001.
- 📖 Soto, Carlos, *Sistema experto de diagnóstico médico del Síndrome de Guillian Barre*, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2005.
- 📖 Davis, G. y Olson, M., *Sistemas de Información Gerencial*. McGraw-Hill International Editions. México, 1987.
- 📖 Universidad Nacional de Colombia, *Otros modelos de desarrollo de software*, Manizales, 2012.
- 📖 Craig Larman, Victor Basili, *Iterative and Incremental Development: A Brief History*, Computer Vol. 36, no. 6, June 2003.
- 📖 Instituto Nacional de Administración Pública, *e-gobierno para un mejor gobierno*, OCDE, Madrid – España, Noviembre 2008.
- 📖 Castillo, E., Gutiérrez, J.M. and Hadi, *Expert Systems and probabilistic Network Models*, Springer Verlag, New York, 1997.

- 📖 Castillo, E. and Alvarez, E., *Expert Systems: Uncertainty and Learning. Computational Mechanics Publications and Elsevier Applied Science*, Londres 1991.
- 📖 Jensen, F. V. *An Introduction to Bayesian Networks*. Springer-Verlag, New York, 1996.
- 📖 Peña, Alejandro, *Sistemas basados en Conocimiento: Una Base para su Concepción y Desarrollo*, Instituto Politécnico Nacional, México, 2006
- 📖 Durkin, John, *Expert Systems: Design and Development*. Maxwell Macmillan, New York, 1994.

SITIOS WEB

- 🌐 Banco Mundial, *Efectividad del gobierno 2010*, 27.02.2012,
<http://info.worldbank.org/governance/wgi/worldmap.asp>
- 🌐 Universidad del Cauca, *Conceptos básicos de sistemas de información*, Popayán, 2010, 27.02.2012,
<http://fccea.unicauca.edu.co/old/siconceptosbasicos.htm>
- 🌐 WikiSpaces, *Definición de un Sistema de Información*, 2011, 20.11.2011, <http://sistemas-de-informacion.wikispaces.com/Definicion+de+un+Sistema+de+Informacion>
- 🌐 Carrión, Soraya, Blog: *Arquitectura de un Sistema Experto*, 2011, 02.07.2012, <http://sycg.wordpress.com/2011/03/22/arquitectura-de-un-sistema-experto/>
- 🌐 Juan Carlos, Scarabino, *Sistemas Expertos: Aspectos técnicos*, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2000 , 20.05.2012
<http://www.ciberconta.unizar.es/LECCION/sistexpat/INICIO.HTML>

-  Montes, María, *Sistemas Expertos, Universidad EAFIT, 2007*,
25.05.2012, [http://geocities.ws/onelysalasp/sahwct
/investigacion_en_internet/ SE12.html](http://geocities.ws/onelysalasp/sahwct/investigacion_en_internet/SE12.html)
-  Rojas, Martha, *Ciclos de vida – Modelo en V, 2010*, 05.07.2012,
<http://spanishpmo.com/index.php/ciclos-de-vida-modelo-en-v/>
-  Jeanneth, *Los Modelos de Desarrollo de Software, Managua, 2010*,
18.05.2012, [http://ingenieriadesoftwareijeanneth.blogspot.com/2010/09/
modelo-de-desarrollo-rapido-de.html](http://ingenieriadesoftwareijeanneth.blogspot.com/2010/09/modelo-de-desarrollo-rapido-de.html)
-  Kiong Siew Wai, *Expert System in Real World Applications, Generation
5*, 09.08.2012, [http://www.generation5.org/content/2005/
expert_system.asp](http://www.generation5.org/content/2005/expert_system.asp)

ANEXOS

Anexo I: Sistema de información.

Autores como Peralta⁴², definen a un sistema de información como: “El conjunto de elementos que interactúan entre sí con el fin de apoyar las actividades de una empresa o negocio, y considera además el equipo computacional necesario para que el sistema de información pueda operar, sin omitir al recurso humano que interactúa con el Sistema de Información”.

Davis y Olson plantean que un Sistema de Información es:

*Un conjunto integrado de personas y máquinas cuyo objetivo es entregarle a una organización la información requerida para apoyar las operaciones, la administración y la toma de decisiones. El sistema utiliza máquinas y equipos computacionales (hardware), programas e instrucciones computacionales (software), procedimientos manuales, base de datos, modelos de análisis, planificación, control y toma de decisiones.*⁴³

Del análisis de diversas definiciones dadas de un Sistema de Información aplicado al ámbito informático, se puede establecer que es fundamental la interacción e interrelación entre los diferentes elementos constitutivos de un SI, para que este cumpla su principal propósito, proveer información y facilitar las tareas de las personas.

⁴² Peralta, Manuel, *Sistema de Información*, El CID Editor, Argentina, 2008, 2-4

⁴³ Davis, G. y Olson, M., *Sistemas de Información Gerencial*. McGraw-Hill International Editions. México, 1987.

Anexo II: Tipología de los Sistemas de Información ⁴⁴

1. Sistemas de Procesamiento de Transacciones (TPS)

Los TPS (Transaction Processing Systems), son sistemas de información, diseñados para el procesamiento de grandes volúmenes de información, principalmente de transacciones repetitivas y rutinarias, como nóminas, inventarios, etc. Tienen la particularidad de poder interactuar con entornos externos.

Características:

- Permiten un ahorro significativo de tiempo por mano de obra.
- Cuentan con un alto nivel de entrada - salida de información.
- Por lo general realizan cálculos y procesos simples.
- Sirven como repositorios de información.
- Los beneficios dentro de la organización son visibles y mensurables.

Sistemas de este tipo son comunes en las organizaciones, como: Contabilidad, inventarios, facturación, roles de pagos, compras, finanzas, etc.

2. Sistemas de Automatización (OAS)

Los sistemas OAS (Office Automation Systems) son utilizados para apoyar a los niveles directivos en la toma de decisiones y en la solución de problemas. El punto de partida para estos procesos, es la información almacenada; generada en transacciones previas. Ejemplos de este tipo de sistema lo constituyen: Sistema de control de proveedores, Sistema de seguimiento de órdenes de fabricación, Sistema de gestión académica, etc.

⁴⁴ Kendall, Kendall, *Análisis y Diseño de Sistemas 6ta Edición*, Pearson, México, 2005, 3 - 7

3. *Sistemas de Información Gerencial (MIS)*

Los MIS (Management Information Systems) tienen por finalidad ser herramientas de apoyo para la función ejecutiva, están basados en los sistemas transaccionales y administrativos. Combinan la información existente con el juicio humano, de esta manera se pueden lograr mejores resultados al facilitar la interpretación y análisis de los datos, facilitando la toma de decisiones.

4. *Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones (DSS)*

Los DSS (Decision Support Systems), son una clase de alto nivel de sistemas de información computarizada, al igual que los MIS requieren de una base de datos para tomar la información necesaria de la cual obtienen los datos requeridos. Aunque la principal diferencia se da en que los DSS enfatizan la toma de decisiones en todas sus fases, los mismos son parametrizados al gusto del usuario, en algunos casos se los conoce como sistemas orientados a la inteligencia de negocios.

Son herramientas de apoyo para los ejecutivos de alto nivel, en problemas prácticos que no poseen una estructuración total y que requieren un alto nivel de juicio para encontrar la solución. Por lo general son intensivos en cálculos, y su nivel de datos de entrada - salida es bajo. Ejemplos de este tipo son los Sistemas de Planificación Estratégica, Inteligencia de Negocios, Gestión de la Cadena Productiva.

5. *Sistemas Expertos e Inteligencia Artificial (SIA)*

La inteligencia artificial puede ser considerada como el campo general de los sistemas expertos. Cuya principal motivación es desarrollar máquinas que posean un comportamiento inteligente.

Un sistema experto es un tipo especial de sistema de información utilizado principalmente por los usuarios de negocios, también son conocidos como sistemas basados en conocimiento, pretenden capturar y reproducir el conocimiento de un experto humano para solucionar un problema específico, tienen además la capacidad de tomar decisiones basadas en algoritmos y reglas predefinidos, para un problema o una clase específica de problemas. Ejemplos de este tipo son: Sistema de prospección minera, Sistema de diagnóstico médico, Robots, Sistemas de reconocimiento de patrones de imágenes, etc.

Anexo III: El ciclo de vida clásico de los Sistemas de Información⁴⁵

1. Identificación de problemas, oportunidades y objetivos

Es considerada como la etapa crítica para el éxito de todo el proyecto, debido a que en la misma se encuentran los problemas, se determina las necesidades, se identifican y entienden las diferentes interacciones existentes entre los diversos componentes del sistema, además de encontrar las oportunidades de mejoras que se pueden realizar a todo el proceso.

Es fundamental que los objetivos sean identificados de manera adecuada en esta etapa, debido a que establecerá los lineamientos a seguir durante las fases posteriores. En general, durante esta primera etapa se requiere la intervención de los analistas, los administradores de sistemas y los usuarios.

Las principales actividades a ser realizadas, son entrevistar a las personas que van a interactuar con el sistema, sintetizar el conocimiento obtenido, además de estimar el alcance del proyecto y documentar los resultados.

Como producto de esta etapa se obtiene un informe, que permitirá establecer la viabilidad de solución del problema planteado, así como los objetivos y la pertinencia o no de continuar con el proyecto, o establecer soluciones alternativas de ser el caso.

2. Determinación de los requerimientos de información

Durante esta etapa se pueden emplear métodos interactivos como entrevistas, muestreo, análisis de documentación existente, cuestionarios,

⁴⁵ (Kendall, Kendall, Análisis y Diseño de Sistemas 6ta Edición, 10-13)

además es posible utilizar métodos visuales como los prototipos rápidos que permiten tener una idea más exacta de la forma en la cual podría quedar el sistema, así como las características que tendría el mismo, además de que los usuarios pueden aportar de forma práctica antes de que se invierta ningún esfuerzo en el desarrollo, de esta manera en etapas tempranas se puede incluso modificar el alcance y objetivos establecidos en la primera etapa.

Es importante comprender los diferentes métodos empleados para resolver y realizar las tareas actuales, además de analizar si las formas de ejecutar las actividades es el mejor modo de hacerlo, en este momento se pueden comenzar a realizar mejoras a los procedimientos, aplicando criterios como reingeniería de procesos de negocios.

3. *Análisis de necesidades del sistema*

Durante esta etapa es fundamental realizar un análisis exhaustivo de las necesidades de información que tiene la organización, mientras más exacta y minuciosa sea la información obtenida, menores serán los esfuerzos futuros de adecuaciones que se deberán realizar por detalles omitidos.

Entre las diversas herramientas que se pueden emplear durante esta etapa, se tienen los diagramas de flujos, que permiten representar de una forma gráfica estructurada las entradas de datos, los procesos y las salidas de información.

Las técnicas de recolección de datos como: las entrevistas, encuestas, revisión de documentación, cuestionarios, etc. Deben ser realizadas de acuerdo con las metodologías recomendadas para cada uno de esos instrumentos, manteniendo siempre presente los objetivos identificados en la primera etapa.

4. Diseño del sistema recomendado

En esta fase, se debe utilizar la información recopilada en las etapas anteriores, a partir de la cual se empieza a construir el diseño lógico (conceptual) que tendrá el SI, y se establece de una manera más exacta lo que el sistema realmente va a hacer. Aquí se comienzan a definir los mecanismos de interacción que tendrá la aplicación, las interfaces a ser utilizadas (teclado, voz, toque, ratón, lector óptico, etc.).

Otras actividades a ser consideradas durante esta etapa son:

- ✍ Diseñar las pantallas de usuario.
- ✍ Establecer los métodos de captura de datos.
- ✍ Diseñar los archivos y bases de datos.
- ✍ Elaborar controles y procedimientos de respaldo para proteger la aplicación e información.
- ✍ Sugerir la forma en la cual se realizará el procesamiento de la información.
- ✍ Documentar las técnicas de programación empleadas.

5. Desarrollo y documentación del software

Durante esta etapa se llevan a la realidad los procesos de las fases anteriores, es necesario la intervención de especialistas en programación en el lenguaje o herramientas de desarrollo seleccionada para realizar el sistema.

Por lo general es la etapa que demanda la mayor cantidad de tiempo y esfuerzo de realización. Una analogía útil sería la construcción de un edificio, las etapas previas sientan los precedentes para la edificación del mismo, se ha visto la factibilidad técnica y económica, se han realizado los planos, se han

seleccionado los materiales, se ha conformado el equipo de trabajo, ahora empieza la etapa de construcción que sería el equivalente a esta etapa.

Si las etapas previas no se las ha realizado de manera adecuada o han existido omisiones, las consecuencias se podrán apreciar durante el proceso de desarrollo, por eso la importancia de realizar los procesos previos de la manera más exacta posible, para que los usuarios no se lleven sorpresas cuando el sistema esté concluido, de la misma manera que los dueños del edificio podrían sorprenderse cuando el mismo esté terminado y no cumpla con sus expectativas y necesidades.

6. Pruebas y mantenimiento del sistema

Antes de entregar el sistema a los usuarios, se deben realizar las pruebas de funcionamiento, durante esta etapa se pueden encontrar problemas de forma temprana, se debe contrastar que el producto cumpla con todos los objetivos y necesidades identificadas en las primeras etapas.

Se deben evaluar los tiempos de respuesta, la calidad de la información brindada, así como la correcta interacción con otros sistemas y el manejo de fuentes de datos externas. Se recomienda contar con datos históricos preparados para el proceso de prueba, de esta manera se podrá simular de una manera lo más realista posible el tipo de información que manejará el sistema, además de evitar sorpresas durante el proceso de migración de la información existente.

Existen diversos tipos de mantenimiento como:

- *Correctivo*, cuya finalidad es arreglar los errores presentados en el sistema, principalmente aquellos presentados durante la fase de implementación.

- *De propósito específico*, que tiene por objetivo darle al sistema nuevas características o adaptación de las existentes por cambios en la organización, regulaciones o requerimiento de los usuarios.
- *De mejora*, que persigue un desempeño superior, ya sea agregando nuevas características o mejorando los procesos existentes.
- *Preventivo*, busca evitar problemas futuros mediante la solución temprana de posibles errores detectados.

Tanto el mantenimiento del sistema, como su documentación deben empezar en esta etapa y deben ser realizados de forma periódica durante toda la vida útil del mismo.

7. Implementación y evaluación del sistema

La última fase del desarrollo de sistemas conlleva una serie de actividades, como la capacitación a los usuarios, la migración de los archivos de los formatos anteriores, para que sean soportados por el nuevo sistema.

Esta etapa puede ser ejecutada de diversas maneras, por ejemplo *cambio directo* al nuevo sistema, *cambio en paralelo* (ambos sistemas se encuentran operativos durante un cierto tiempo para comparar las salidas de ambos), *cambio por prototipos o pilotos* (se pone en marcha el sistema en una parte de la organización); una vez que se lo ha probado se lo pone en marcha en toda la organización, *cambio por fases*; consiste en poner en operación el nuevo sistema por módulos, los riesgos asociados con esta forma de implementación se limitan únicamente al módulo utilizado y no a todo el sistema.

En conclusión, el método de implementación recomendado varía de acuerdo a cada organización, así como también de la complejidad de la nueva solución, además de los criterios y experiencia del equipo de trabajo y lo que hayan determinado como el método de menor impacto para el despliegue de la nueva solución.

La evaluación como tal es un proceso permanente que se debe realizar en todas las etapas del ciclo de vida del desarrollo del sistema, aunque muchas veces se lo deja como la etapa final, lo recomendable es que sea hecho de forma permanente.

Anexo IV: Modelos de ciclo de vida del software

1. El modelo de cascada

Es un modelo de tipo lineal secuencial concebido por Royce en 1970, se basa en un enfoque totalmente sistémico, cuyas etapas están absolutamente definidas, y tienen una secuencia previamente establecida, como se muestra en la ilustración 22 a continuación.

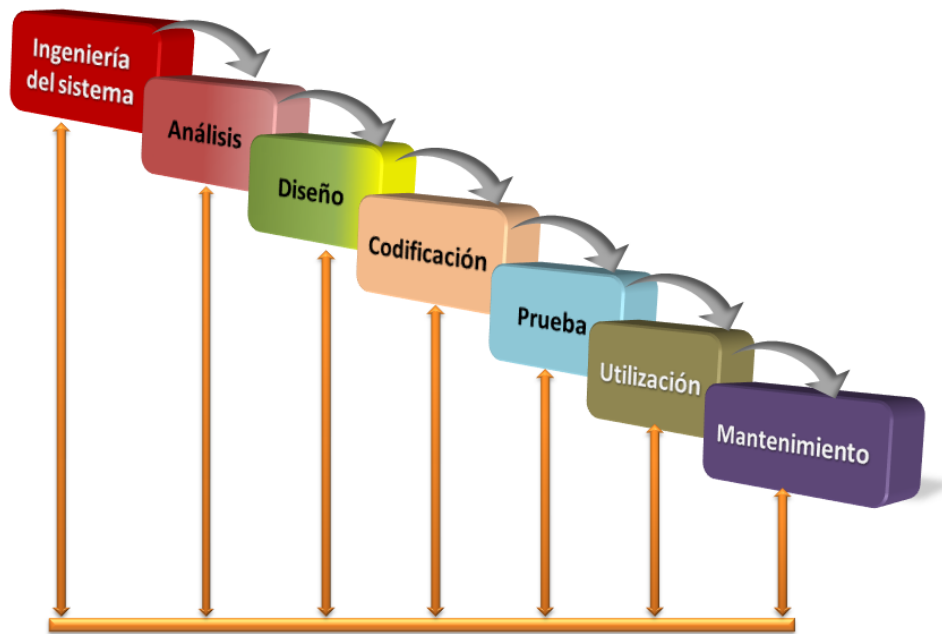


Ilustración 22: Modelo de cascada

Elaboración: el autor

Al ser de tipo secuencial, la siguiente etapa empieza cuando la anterior termina, como se puede apreciar en la imagen las etapas están solapadas. Cabe señalar que el modelo de cascada es el más antiguo de los modelos de construcción de sistemas, tiene algunos inconvenientes como: la falta de flexibilidad, la localización y corrección de errores es más difícil, así como la funcionalidad no siempre es la esperada.

Una versión mejorada del modelo de cascada es el *Modelo en V*, propuesto por Alan Davis en 1985 que mejora el control de calidad, plantea además que se hagan chequeos en cada una de las etapas. Agrega para esto dos fases de verificación y validación del desarrollo que pretende que el producto cumpla con los objetivos para el cual fue desarrollado. La verificación es realizada al final de la etapa de desarrollo. Esta variante se constituye en un modelo más robusto y completo que el de tipo cascada y por lo tanto posibilita obtener software de mejor calidad.

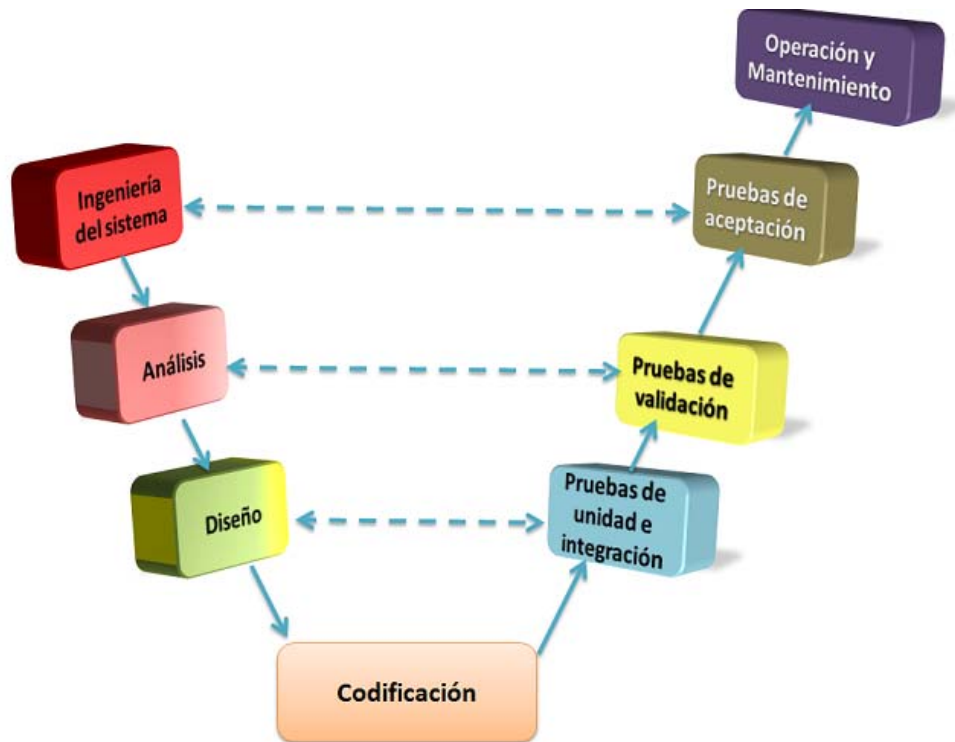


Ilustración 23: Modelo en V ⁴⁶

Elaboración: el autor

⁴⁶ Rojas, Martha, "Ciclos de vida – Modelo en V", 2010, 05.07.2012, <http://spanishpmo.com/index.php/ciclos-de-vida-modelo-en-v/>

2. Modelo de construcción de prototipos

Esta técnica, permite que los usuarios visualicen de forma rápida como podría quedar el sistema deseado, es una manera práctica de interacción entre todos los involucrados en las primeras etapas del proceso, además de permitir capturar los conocimientos y expectativas de los interesados, así como detectar problemas en fases tempranas del proceso.

En la ilustración 24 se muestra de forma gráfica las diferentes etapas que conforman este modelo.



Ilustración 24: Modelo de prototipo ⁴⁷

Elaboración: el autor

⁴⁷ Universidad Nacional de Colombia, *Otros modelos de desarrollo de software*, Manizales, 2012

3. Modelo iterativo e incremental

Este modelo es una combinación de elementos del modelo lineal secuencial aplicados de manera repetitiva, con la técnica interactiva de la construcción de prototipos. Conforme avanza el tiempo, la funcionalidad del producto mejora al aplicar cambios permanentes en las aplicaciones.

La ventaja de este método sobre los prototipos es que cada vez se entrega un producto funcional. Es útil en proyectos en los cuales el personal necesario no está disponible para la implementación completa, y cuando se tienen fechas límites pre establecidas.

La ilustración 25 muestra de forma gráfica los diferentes momentos que contempla este método. Aunque muchas personas pueden considerar a este método como moderno, en realidad data de mediados de 1950.

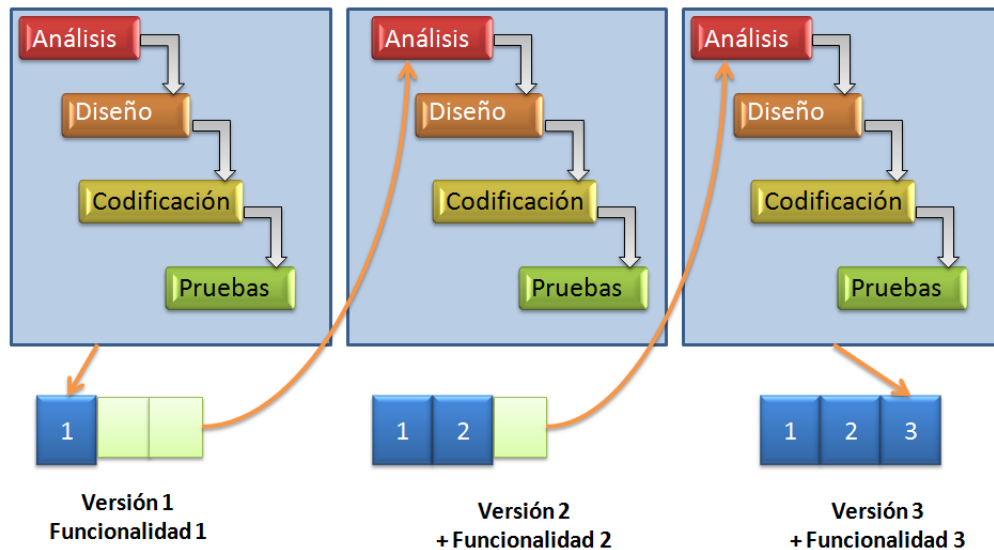


Ilustración 25: Modelo iterativo e incremental ⁴⁸

Elaboración: el autor

⁴⁸ Craig Larman, Victor Basili, "Iterative and Incremental Development: A Brief History", Computer Vol. 36, no. 6, June 2003, 47-56

4. Modelo en Espiral

Originalmente fue propuesto por Barry Boehm en 1988, se basa en un proceso evolutivo, toma muy en cuenta el riesgo que surge al desarrollar software, partiendo de la alternativa menos riesgosa y se realiza el primer ciclo de la espiral, si el cliente desea seguir mejorando el software, entonces se realiza nuevamente el análisis de las alternativas y riesgos y se desarrolla otra vuelta al espiral, hasta cuando el cliente finalmente acepte el producto.

En la ilustración 26, se aprecian las 6 etapas que tiene el modelo, se parte del centro y se continúa hacia afuera conforme avanzan las versiones.

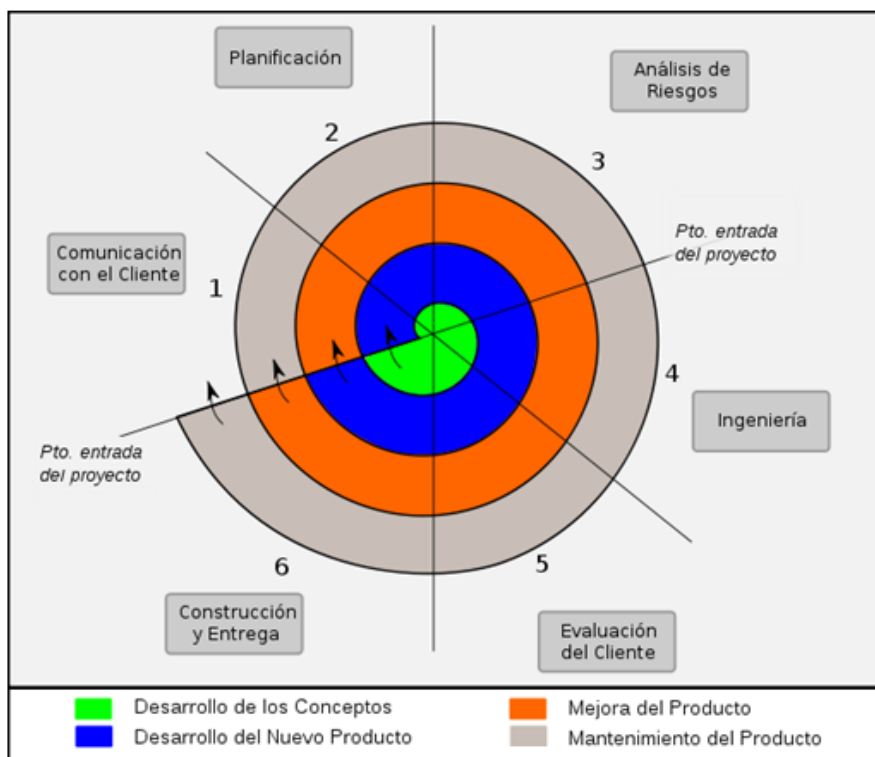


Ilustración 26: Modelo en espiral ⁴⁹

⁴⁹ Jeanneth, "Los Modelos de Desarrollo de Software", Managua, 2010, 18.05.2012, <http://ingenieriadesoftwareijeanneth.blogspot.com/2010/09/modelo-de-desarrollo-rapido-de.html>

Anexo V: Campos de aplicación de los Sistemas Expertos ⁵⁰

A continuación se presentan de forma resumida algunos de los principales campos de aplicación de los SE con el propósito de orientar al lector sobre la enorme aplicación de este tipo de herramientas en casi todas las áreas de saber y hacer humano.

Dominio de aplicación	Tipo de uso
Medicina	
➤ Identificación de enfermedades y patologías	▪ Diagnóstico y tratamiento
➤ Laboratorio	▪ Interpretación de exámenes
➤ Imágenes	▪ Asistencia en la interpretación
➤ Cuidados intensivos	▪ Monitoreo de pacientes
▪ Ejemplos de aplicaciones: ABEL (Diagnóstico desordenes electrolíticos), AI/RHEUM (reumatología), ANGY (ayuda para el diagnóstico médico enfermedades coronarias), PUFF (diagnóstico enfermedades pulmonares), ONCOCIN (tratamiento de pacientes con cáncer)	
Gestión:	
➤ Ejecutivos	▪ Manejo de un volumen creciente de información
➤ Gestores	▪ Acceso a expertos o consultores para la resolución de un problema determinado
➤ Planificación estratégica	▪ Reducción de la complejidad organizativa
➤ Dirección	▪ Soporte en la toma de decisiones complejas

⁵⁰ Kiong Siew Wai, *Expert System in Real World Applications*, Generation 5, 09.08.2012, http://www.generation5.org/content/2005/expert_system.asp

Dominio de aplicación	Tipo de uso
Industria	
➤ Control de calidad	▪ Monitoreo de sistemas complejos (automatizados) para la toma de decisiones inmediatas
➤ Detección de alarmas y emergencias	▪ Actuar en caso de un suceso
➤ Controles de inventario	▪ Previsión de resultados de procesos complejos y dinámicos
➤ Control de maquinaria	▪ Manejo de procesos complejos
Finanzas:	
➤ Supervisión	▪ Estados financieros
➤ Contabilidad	▪ Vigilancias de sistemas complejos
➤ Gestores financieros	▪ Análisis de estados financieros
➤ Auditoría / Control	
➤ Planificación	▪ Análisis de mercados, riesgos, impuestos y tasas
Electrónica y telecomunicaciones	
➤ Monitoreo	▪ Cumplimiento de estándares de producción
➤ Redes telefónicas	▪ Identificación y localización de problemas
➤ Diseño	▪ Simuladores y pruebas de circuitos
➤ Diagnóstico	▪ Identificación de fallos en componentes eléctricos y electrónicos
Automatización del Trabajo de Oficina	
➤ Proceso de textos	▪ Necesidad de incremento en el manejo, comunicación, recuperación y distribución de información
➤ Gestión de bases de datos	

Dominio de aplicación	Tipo de uso
Militar	
➤ Contramedidas electrónicas	▪ Maximizar la efectividad de los recursos
➤ Armamento	▪ Guiar vehículos y proyectiles de forma automática
➤ Asistencia	▪ Pilotos de aviones de guerra en procedimientos de emergencia ▪ Diagnóstico de fallas de aviones
➤ Cartografía	▪ Reconocimiento de información
Servicios Profesionales	
➤ Consultoría de gestión	▪ Acceso a la información de otros consultores o expertos
➤ Abogacía	▪ Realización de informes
Aplicación en Derecho	
➤ Asistencia	▪ Investigación y razonamiento legal y argumentación
➤ Recuperación de información	▪ Análisis de decisiones tomadas en diferentes dominios de aplicación de leyes
➤ Manejo de casos	▪ Asistencia
➤ Leyes	▪ Asistencia en el razonamiento de casos de leyes civiles
Ejemplos: BNA (British National Act System), HYPO, que manejan casos anteriores, DHSS sistema de asesoramiento legal al público, LEXIS y WESTLAW	
Otras aplicaciones	
➤ Capacitación del personal	▪ Examen y explicación de las soluciones planteadas
➤ Investigación y desarrollo	▪ Búsqueda en base de conocimientos
➤ Física	▪ Asistencia en la solución de problemas de

Dominio de aplicación	Tipo de uso
	física mecánica, termodinámica, nuclear, etc.
➤ Geología	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inferencia a partir de datos suministrados ▪ Interpretación de datos de pozos de petróleo
➤ Matemáticas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solución de problemas de cálculo, algebra, ecuaciones diferenciales, etc.
➤ Meteorología	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Predicción del clima
➤ Química y bioquímica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de la estructura del ADN ▪ Asistencia en el planteamiento de experimentos complejos ▪ Sintetizar moléculas orgánicas complejas sin intervención humana
➤ Sistemas de computación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico de fallas de hardware o software
➤ Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagnóstico y tratamiento de suelos ▪ Predicción de cosechas, etc.

Elaboración: el autor

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Base de conocimiento:** es un tipo especial de base de datos utilizada para la gestión del conocimiento, que provee los medios para la recolección, organización y recuperación computarizada de conocimiento.
- **Base de datos:** es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.
- **Control de coherencia:** Es un mecanismo utilizado para detectar errores al momento de aplicar las reglas y meta reglas dentro de un sistema experto.
- **Diagrama de flujo:** Es la representación gráfica de un algoritmo o proceso.
- **Gobierno electrónico:** es el uso de las tecnologías de la información y el conocimiento en los procesos internos de gobierno en la entrega de los productos y servicios del Estado tanto a los ciudadanos como a la industria.
- **Ingeniero del conocimiento:** Son especialistas en extraer el conocimiento de los expertos humanos en una determinada área, para posteriormente codificar dicho conocimiento de manera que pueda ser procesado por un sistema.
- **Inteligencia artificial:** Capacidad de razonamiento que tiene un sistema.
- **Interface de usuario:** Es el medio mediante el cual el usuario puede comunicarse con una máquina (pantalla, impresora, teclado, ratón, etc.).

- **Meta regla:** Son las reglas de mayor nivel utilizadas dentro de un sistema experto.
- **Motor de inferencia:** Es un programa cuya función es seleccionar las reglas posibles a usar para resolver el problema, utiliza ciertas estrategias de control sistemáticas o de estrategias heurísticas.
- **Prototipo:** Es un ejemplar o primera versión de un programa o aplicación.
- **Sistema experto:** Son aplicaciones llamadas así porque emulan el razonamiento de un experto en un dominio de conocimiento concreto.

ABREVIATURAS UTILIZADAS

- **COOTAD:** Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.
- **GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado.
- **SI:** Sistema de información.
- **SE:** Sistema experto.
- **SQL:** Lenguaje de consulta estructurado, permite efectuar de manera sencilla operaciones dentro de una base de datos.
- **TICs:** Tecnologías de Información y Comunicación.