

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**TESIS:**

**“SISTEMA EXPERTO PARA FACILITAR EL INICIO DE LAS INVESTIGACIONES EN  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA”**

**PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN CIENCIAS EN  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA CON MENCIÓN EN TELEMÁTICA**

**ELABORADO POR:**

**JULIO ERNESTO QUISPE ROJAS**

**ASESOR:**

**Mag. Ing. PAUL FERNANDO TRONCOSO CASTRO**

**LIMA – PERÚ**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Con todo mi corazón dedico esta tesis a mi esposa Nelly Magnolia y a mi hijo Julio Enrique.

A mis padres que están en el cielo velando por el bienestar de sus hijos, que en vida me orientaron y aconsejaron para un desarrollo personal y profesional excelente.

A mis hermanos y familiares que siempre alientan mis progresos y comparten mi alegría por mis éxitos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento muy especial al asesor de mi tesis Mag. Paul Fernando Troncoso Castro, por sus consejos y el apoyo que me ha brindado, los cuales me fueron muy útiles para poder llevar a cabo el desarrollo de esta tesis, y por su amistad brindada para poder consultar con libertad las dificultades que se presentaron.

Agradezco al docente del curso de tesis II de Maestría en Ciencias de Ingeniería Electrónica con mención en Telemática M. Sc. Fernando Saldaña Hermoza por su importante contribución a esta tesis, tanto en el avance del 65% en el curso de tesis II como en la revisión final del informe de tesis.

Mi agradecimiento a los revisores de mi tesis, M. Sc. Steve Núñez Escobar y M. Sc. Segundo Gamarra Quispe, quienes contribuyen con sus comentarios y observaciones a darle claridad al informe de la tesis.

Agradezco los docentes de la Maestría en Ciencias de Ingeniería Electrónica con mención en Telemática, por sus enseñanzas brindadas en los cursos de la maestría y orientaciones adicionales, que siempre estuvieron dispuestos a otorgar su tiempo para formar maestros de calidad.

Finalmente agradezco a las autoridades de la facultad y la universidad por su comprensión y facilidades para la formación en posgrado de sus estudiantes y sobre todo para poder cumplir con las obligaciones y normas para obtener el grado académico de maestro.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I	
ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	
1.1 Antecedentes bibliográficos .....	3
1.2 Descripción de la realidad problemática .....	9
1.3 Formulación del problema .....	18
1.4 Justificación e importancia de la investigación .....	18
1.5 Objetivos .....	19
1.6 Hipótesis .....	20
1.7 Variables e indicadores .....	20
1.8 Unidad de análisis .....	21
1.9 Tipo y nivel de investigación .....	21
1.10 Periodo de análisis .....	21
1.11 Fuentes de información e instrumentos utilizados .....	21
1.12 Técnicas de recolección y procesamiento de datos .....	22
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL	
2.1 Gestión del conocimientos .....	23
2.2 Términos de las actividades I+D+i .....	26
2.3 Elementos de una investigación .....	27
2.4 Inteligencia artificial .....	32
2.5 Sistemas expertos .....	35
CAPÍTULO III	
DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS	
3.1 Metodología de la investigación .....	38
3.2 Metodología del desarrollo del sistema experto .....	38
3.3 Modelamiento matemático .....	44
3.3 Diagrama de bloques del componente principal .....	46
3.4 Detalle de los bloques del sistema experto .....	49

CAPÍTULO IV	
ANÁLISIS Y RESULTADOS	
4.1 Elementos para el inicio de una investigación .....	52
4.2 Diseño del sistema experto para el inicio de investigaciones .....	58
4.3 Desarrollo del sistema experto para el inicio de investigaciones .....	65
4.4 Validación del sistema experto para el inicio de investigaciones .....	74
4.5 Contrastación de la hipótesis .....	90
CONCLUSIONES .....	93
RECOMENDACIONES .....	95
BIBLIOGRAFÍA .....	96
ANEXO .....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	1.1	Operacionalización de variables .....	21
Tabla	2.1	Propósitos investigativos .....	31
Tabla	3.1	Partes de la metodología .....	41
Tabla	3.2	Fases de la segunda parte .....	43
Tabla	3.3	Fases de la tercera parte .....	43
Tabla	3.4	Fases de la cuarta parte .....	44
Tabla	4.1	Áreas y líneas de investigación .....	52
Tabla	4.2	Cursos obligatorios sexto y séptimo ciclo .....	53
Tabla	4.3	Cursos obligatorios octavo, noveno y décimo .....	53
Tabla	4.4	Cursos electivos octavo, noveno y décimo .....	53
Tabla	4.5	Elementos determinados en entrevista a docentes .....	54
Tabla	4.6	Elementos priorizados .....	54
Tabla	4.7	Sub líneas de investigación automatización .....	55
Tabla	4.8	Sub líneas de investigación telecomunicaciones .....	55
Tabla	4.9	Sub líneas de investigación procesamiento señales .....	55
Tabla	4.10	Sub líneas de investigación sistemas de energía .....	55
Tabla	4.11	Cursos de especialización automatización .....	56
Tabla	4.12	Cursos de especialización telecomunicaciones .....	56
Tabla	4.13	Cursos de especialización procesamiento señales .....	56
Tabla	4.14	Cursos de especialización sistemas de energía .....	56
Tabla	4.15	Empresas para práctica automatización .....	57
Tabla	4.16	Empresas para práctica telecomunicaciones .....	57
Tabla	4.17	Empresas para práctica procesamiento señales .....	57
Tabla	4.18	Empresas para práctica sistemas de energía .....	57
Tabla	4.19	Tipos de apoyo a las investigaciones .....	58
Tabla	4.20	Especificaciones del motor de inferencias .....	59
Tabla	4.21	Especificaciones del lenguaje .....	60
Tabla	4.22	Pseudocódigo fase 1 .....	63
Tabla	4.23	Pseudocódigo fase 2 .....	64
Tabla	4.24	Especificaciones del servicio en línea .....	69

Tabla	4.25	Resultados del sistema experto .....	74
Tabla	4.46	Resumen de los resultados del sistema experto .....	75
Tabla	4.27	Datos de entrada y resultados sistema experto .....	76
Tabla	4.28	Datos de entrada y resultados expertos humanos .....	78
Tabla	4.29	Valores para procesar en SPSS .....	79
Tabla	4.30	Consolidado de resultados para procesar en SPSS .....	80
Tabla	4.31	Resultado prueba McNemar para Muy Bueno.....	81
Tabla	4.32	Resultado prueba McNemar para Bueno .....	82
Tabla	4.33	Resultado prueba McNemar para Regular .....	82
Tabla	4.34	Resultado prueba McNemar para Malo .....	83
Tabla	4.35	Decisión de comparación para Muy Bueno .....	83
Tabla	4.36	Decisión de comparación para Bueno .....	84
Tabla	4.37	Decisión de comparación para Regular .....	84
Tabla	4.38	Decisión de comparación para Malo .....	85
Tabla	4.39	Hermenéutica para primera hipótesis .....	86
Tabla	4.40	Resumen de resultados de uso real .....	87
Tabla	4.41	Resultado del sistema experto uso estudiantes .....	87
Tabla	4.42	Opinión de estudiantes respecto a utilidad .....	88
Tabla	4.43	Resumen de resultados de opinión de utilidad .....	89
Tabla	4.44	Resumen de resultados de opinión de reflexión .....	89
Tabla	4.45	Hermenéutica para segunda hipótesis .....	90
Tabla	4.46	Hermenéutica para hipótesis general .....	91
Tabla	A.1	Resultados de la evaluación por expertos humanos .....	114
Tabla	A.2	Detalles de la evaluación por expertos humanos .....	115

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura	1.1	Porcentaje de años de demora en obtener el título .....	11
Figura	1.2	Porcentaje por año de egresado pendiente .....	11
Figura	1.3	Porcentaje de titulados respecto a graduados .....	12
Figura	1.4	Servicios para investigación UNI .....	13
Figura	1.5	Servicios para investigación UNMSM .....	14
Figura	1.6	Servicios para investigación UNALM .....	14
Figura	1.7	Servicios para investigación UNPRG .....	15
Figura	1.8	Servicios para investigación de empresa .....	16
Figura	1.9	Servicios de ICACIT .....	17
Figura	2.1	Formas de conversión del conocimiento .....	24
Figura	2.2	Técnicas de transferencia de conocimiento .....	24
Figura	2.3	Dimensiones del conocimiento .....	25
Figura	2.4	Identificación de las líneas de investigación .....	28
Figura	2.5	Identificación del tema .....	29
Figura	2.6	Pirámide de los niveles .....	30
Figura	2.7	Lógica difusa .....	33
Figura	2.8	Redes neuronales .....	34
Figura	2.9	Sistemas expertos .....	34
Figura	2.10	Algoritmos evolutivos .....	35
Figura	2.11	Arquitectura de sistema experto .....	36
Figura	3.1	Secuencia de la investigación .....	47
Figura	3.2	Diagrama UML del proceso .....	48
Figura	3.3	Diagrama de bloque estructural del sistema experto ....	48
Figura	3.4	Detalle de la base del conocimiento .....	49
Figura	3.5	Detalle de la base de reglas .....	50
Figura	3.6	Detalle de la acción del motor de inferencias .....	51
Figura	3.7	Sistema experto usando un shell validado .....	51
Figura	4.1	Arquitectura del sistema experto utilizado .....	59
Figura	4.2	Diagrama del bloque funcional del proceso .....	60
Figura	4.3	Diagrama de bloques de la fase 1 .....	62

Figura	4.4	Diagrama de bloques de la fase 2 .....	64
Figura	4.5	Imagen de SWI-Prolog y su editor .....	65
Figura	4.6	Imagen de la ejecución del script start .....	66
Figura	4.7	Pantalla sistema experto para Muy Bueno .....	67
Figura	4.8	Pantalla sistema experto para Bueno .....	67
Figura	4.9	Pantalla sistema experto para Regular .....	68
Figura	4.10	Pantalla sistema experto para Malo .....	68
Figura	4.11	Imagen de la pantalla de las pruebas en la PC .....	69
Figura	4.12	Pantalla del acceso al sistema experto en línea .....	70
Figura	4.13	Pantalla del sistema experto formulario vacío .....	70
Figura	4.14	Pantalla del sistema experto con datos para enviar .....	71
Figura	4.15	Pantalla de respuesta del sistema experto .....	72
Figura	4.16	Imagen del resultado del sistema experto en pdf .....	73
Figura	4.17	Imagen de la base de datos en el hosting .....	73
Figura	4.18	Diagrama de proceso de validación .....	75
Figura	A.1	Cursos obligatorios del sexto al octavo ciclo .....	100
Figura	A.2	Cursos obligatorios del noveno y décimo ciclo .....	101
Figura	A.3	Cursos electivos del octavo al décimo ciclo .....	101
Figura	A.4	Resultados SPSS tabla cruzada para sub línea .....	104
Figura	A.5	Resultados SPSS tabla cruzada para línea .....	105
Figura	A.6	Resultados SPSS tabla cruzada para cursos .....	106
Figura	A.7	Resultados SPSS tabla cruzada para nada coherente ..	107
Figura	A.8	Código del script start – entrada de datos .....	108
Figura	A.9	Código de reglas .....	109
Figura	A.10	Código de asignación de requisitos sub líneas .....	109
Figura	A.11	Código de requisitos de sub líneas .....	110
Figura	A.12	Código de resultados 1 líneas .....	110
Figura	A.13	Código de resultados 2 sub líneas .....	111
Figura	A.14	Código de resultados 3 recomendaciones .....	111
Figura	A.15	Código de prácticas pre profesionales .....	111
Figura	A.16	Código de cursos destacados .....	112
Figura	A.17	Código para facilidades para investigación .....	112
Figura	A.18	Código de cursos de especialización .....	113

## RESUMEN

La finalidad de la presente tesis es compartir la experiencia de diseñar y desarrollar un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica a los estudiantes y egresados de esta especialidad; validar el funcionamiento, aplicar y validar la utilidad del sistema experto en los estudiantes de un curso de tesis de pregrado, permitiéndoles determinar si su perfil está orientado a una determinada línea de investigación o solo tiene una ligera orientación relacionados con los cursos de una determinada línea. En los mejores casos puede tener un perfil tan específico que determina inclusive la sub línea de investigación, garantizando el desarrollo de la investigación en forma exitosa y en adecuado tiempo. En los casos menos favorables el resultado que brinda el sistema experto contribuye a orientar las acciones que debe realizar el tesista para mejorar su perfil.

El sistema experto está diseñado basado en reglas, usa lógica de predicados, desarrollado en lenguaje Prolog en la aplicación SWI Prolog, con interfase de usuario mediante un terminal de computadora para responder preguntas mediante teclado y respuesta mediante pantalla y en PDF, y su uso en línea mediante un acceso web.

El sistema experto es validado en su funcionamiento mediante un conjunto de datos de prueba, procesados por el sistema experto y evaluados por expertos humanos en investigación, luego comparado mediante un proceso estadístico.

El sistema experto también es validado en su utilidad en base a la opinión de los usuarios respecto a los resultados y comentarios del sistema experto sobre la base de su perfil como tesista.

## **ABSTRACT**

The purpose of this thesis is to share the experience of designing and developing an expert system to facilitate the beginning of research in electronic engineering for students and graduates of this specialty; validate the operation, apply and validate the usefulness of the expert system in the students of an undergraduate thesis course, allowing them to determine if their profile is oriented towards a certain line of research or only has a slight orientation related to the courses of a certain line. In the best cases it can have such a specific profile that it even determines the sub-line of research, guaranteeing the development of the research successfully and in adequate time. In less favorable cases, the result provided by the expert system helps guide the actions that the thesis student must take to improve his or her profile.

The expert system is designed based on rules, uses predicate logic, developed in prolog language in the SWI prolog application, with a user interface through a computer terminal to answer questions through keyboard and response through screen and in PDF, and its use in online through web access.

The expert system is validated in its operation using a set of test data, processed by the expert system and evaluated by human research experts, then compared using a statistical process.

The expert system is also validated in its usefulness based on the users' opinion regarding the results and comments of the expert system based on their profile as a thesis student.

## INTRODUCCIÓN

La calidad de las universidades tiene un factor muy valorado en el mundo académico y en el mundo en general desde el punto de vista profesional y se trata de las investigaciones realizadas por los docentes y estudiantes, tal es así que en uno de los Rankings más prestigiosos solo ingresan las universidades que tienen más de cien publicaciones en revistas de prestigio al año.

Las actividades I+D+i son muy importantes para el desarrollo de las naciones y este desarrollo se logra por la contribución de las empresas y de los profesionales que realizan sus actividades en el país, por ello las universidades tienen a la investigación como una de sus funciones sustantivas junto con la formación profesional y la proyección social y extensión universitaria.

La nueva ley universitaria del Perú ley 30220, de julio del 2014, exige dos investigaciones para poder ser profesional, la primera de menor nivel para poder obtener el grado académico de bachiller y la segunda de mayor exigencia para obtener el título profesional, a la fecha la primera de menor nivel no se concretado en forma efectiva, y ha sido suspendida en varias oportunidades, prorrogándose el bachillerato automático hasta diciembre del año 2023 y se estima que no se aplicará en el futuro.

La ley universitaria anterior, ley 23733, otorgaba en forma automática el grado de bachiller y solo se requería la investigación o tesis para obtener el título profesional, y existía alrededor del 30% al 45% de los egresados que no tenían título profesional, y el problema continuará si no se apoya con las tecnologías emergentes a seleccionar el tema adecuado al perfil del tesista y a complementar si esta no es coherente con alguna línea y sub línea de investigación del programa.

Todas estas referencias al contexto de las investigaciones para lograr la calidad universitaria y para titular a los profesionales egresados de las universidades, hace reflexionar sobre cuáles pueden ser la causa de que las universidades del Perú tengan indicadores poco alentadores en estas aspectos, y del análisis de este problema se

desprende que puede ser el poco entrenamiento de los estudiantes y docente para investigar, la falta de una metodología extendida para identificar los temas de investigación, la elección de temas de investigación por parte de los estudiantes sobre temas en los que no tienen un profundo conocimiento y en los que tiene poca o nada de experiencia, los tramites poco claros y engorrosos para habilitar los proyectos de tesis, la falta de motivación, facilidades y apoyo para iniciar las investigaciones, el desamparo de las universidades respecto a las necesidades de los estudiantes y los egresados para desarrollar sus tesis.

La universidad, si no define como una de sus prioridades incentivar el logro del título profesional de sus egresados, entonces es una necesidad que está pendiente de atender, y por lo tanto no ha cumplido con la expectativa de los estudiantes y sus familiares.

Por el lado de la docencia universitaria también hay limitaciones, principalmente de tiempo para atender a los asesorados, últimamente hay el incentivo de los registros y repositorios de tesis, donde figuran las tesis en las que ha participado como asesor, y por parte de la universidad la falta de planificación para cubrir la atención y motivación por la investigaciones y tesis de sus egresados, definiendo la obligación en cantidad de cuantos tesis debe tener cada docente y el tiempo en que deben presentar resultados, y si la cantidad de docentes no es suficiente para atender a todos los egresados de los últimos cinco años, debe plantear una solución para contar con la cantidad suficiente de asesores.

En la realidad descrita se plantea la necesidad de contribuir con las nuevas tecnologías de las ciencias de la ingeniería electrónica y específicamente mediante la telemática a brindar un apoyo para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, seleccionando un tema de una línea y sub línea concordante con el perfil del tesista para garantizar un desarrollo oportuno y exitoso de la tesis.

El planteamiento del mencionado apoyo consiste en brindar un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.

## **CAPITULO I**

### **ANTECEDENTES Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

En este capítulo se revisa los antecedentes bibliográficos, se considera la realidad problemática, el problema, los objetivos, las hipótesis, las variables e indicadores, unidad de estudio, tipo de investigación y aspectos relacionados a los datos.

#### **1.1. Antecedentes bibliográficos**

Se presenta los antecedentes relacionados con problemas de toma de decisiones, análisis de problemas y soluciones que generalmente son atendidos por expertos humanos y que han sido resueltos mediante la inteligencia artificial, principalmente por sistemas expertos de diversos tipos.

Los sistemas expertos constituyen algo más sofisticado que un algoritmo, porque permite que los conocimientos de los humanos sobre temas específicos sean usados para crear programas que contengan estos conocimientos, estos programas son creados con el fin de introducirles una serie de sapiencias especializadas sobre una materia, de tal forma que puedan enfrentar un problema y otorgar una solución como si fuera un experto humano. Así, para lograr este objetivo, el sistemas trabaja con la metodología de preguntas al usuario, con el objetivo de recolectar información relevante del mismo, y así ofrecer una solución... Estos sistemas tienen como fin resolver problemas complejos que usualmente deben ser solucionados por expertos humanos, la parte o módulo de preguntas al usuario tiene un objetivo y es tratar la información con base a un conocimiento experiencial, como el de los humanos, y así poder extraer conclusiones basadas en algo más que una secuencia de conexiones lógicas algorítmicas; circunstancias que se asemejan a la capacidad de aprendizaje de los humanos, pues por medio de la analogía, ejemplos, memorización y confrontación de la base de experiencias recolectadas son capaces reproducir el comportamiento decisorio de los humanos. [3].

Los sistemas expertos apoyan en el diagnóstico de problemas y en la toma de decisiones, procurando atender las necesidades oportunamente cuando el tiempo y la presencia del experto humano no es disponible.

En un artículo sobre modelos de jerarquía basado en conceptos difusos para sistemas expertos se menciona que muchos sistemas que aplican reglas difusas son para lograr un mejor desempeño en aplicaciones de conjuntos y de lógica difusa, mediante el uso de un juego plano de reglas. Para aplicaciones complejas donde se usa muchas variables no es recomendable usar un único sistema difuso con un juego de reglas porque, se requiere muchas reglas, en una cantidad exponencial a la cantidad de variables.

En el mencionado artículo se indica que si se usa un sistema de convención de lógica difusa se necesitarán más de tres mil millones de reglas, y con un sistema jerárquico difuso solo se necesitan cerca de trescientos setenta y cinco reglas.[14].

Esta reducción de reglas es muy importante tener en cuenta, por cuanto es enorme la diferencia, unir dos sistemas del tipo convencional en uno de una sola capa, como es lo convencional, son millones reglas las que tendría que utilizar y mientras que son muy pocas las reglas para el caso de los sistemas jerárquicos.

En otro artículo, relacionado con el mantenimiento industrial con apoyo de un sistema experto, se indica que toda investigación sobre un tema de sistemas expertos, se debe realizar un paso previo para tener la base suficiente sobre este vínculo que tratará la investigación, para ello se debe abordar los conocimientos necesarios de los fundamentos de sistemas expertos y también abordar los temas relacionados con el tema específico, en el caso de la investigación del artículo estos conocimientos deben ser sobre el mantenimiento industrial.

Un sistema experto orientado al mantenimiento industrial, tiene como protagonistas a las siguientes personas: desarrolladores, expertos, usuarios y administradores y el proceso principal en que participan estos actores consiste en extraer los conocimientos de los expertos, con una gran precisión, sin errores y en forma completa, de tal manera que la experiencia del experto humano pueda ser transferido al ingeniero de conocimiento, en forma de técnicas de resolución de problemas, en forma de razonar y corrigiendo los defectos de redacción o verbalización de las ideas.[4].

Para diseñar y desarrollar un sistema experto para atender un problema específico es necesario conocer los fundamentos y la importancia de dos disciplinas o especialidades: sistemas expertos y el mantenimiento industrial para el artículo presentado, reemplazando

mantenimiento industrial por investigaciones de ingeniería electrónica en la presente investigación.

En el aspecto jurídico, el uso de la informática, se basa en procesos útiles para el manejo de la información, tratando de disminuir la incertidumbre de la información y lograr decisiones acertadas. Así los sistemas informáticos que brindan soporte a las decisiones jurídicas tiene que haber extraído la experiencia de los juristas, en cada uno de los casos específicos que se analizan y guardan paralelismo, en lo funcional y lo ideológico, para una enunciación precisa y clara, formando una unidad del ordenamiento jurídico; constituye en la actualidad, una representación y el replanteamiento de los cuestionamientos ante los problemas de hoy, pero aplicando los servicios de la tecnología del tiempo actual.

La interacción entre la Inteligencia Artificial y el derecho se presentan para realizar el análisis, la creación de una estructura lógica y ordenada, permitiendo deducir e interpretar los dogmas jurídicos, mediante un correcto tratamiento, una buena administración, así como recuperar, acceder y controlar adecuadamente la información y su relación con los dogmas jurídicos para brindar un apoyo a la Toma de Decisiones Jurídicas.[2].

La interrelación entre la inteligencia artificial y las investigaciones de ingeniería electrónica, tiene la misma finalidad del artículo presentado, el análisis, la estructura lógica y ordenada, de todos los aspectos involucrados.

La deserción de los estudiantes en la universidad, tanto en la modalidad presencial como en la formación profesional a distancia se presenta en diferentes medidas en todas las instituciones educativas, por ello todos definen estrategias prevención y gestión para evitar la deserción y motivar la fidelidad de sus estudiantes.

Como una principal estrategia que definen las instituciones educativas está el apoyo para una buena orientación vocacional previo a la selección de la carrera por parte del futuro estudiante, para ello algunas instituciones como la institución que se analiza en este artículo, diseñan un sistema experto basado en reglas, utilizando el lenguaje de programación Prolog y la experiencia de expertos en educación, economía, sociología psicología e ingeniería informática.

Además realizaron una sistemática revisión sobre el tema en la literatura, y conocer las principales causas de la deserción de estudiantes, así como los métodos de orientación

vocacional más utilizados. En la base de conocimientos se utilizaron las reglas de producción y la interfaz de usuario se realizó en Visual Prolog. El sistema experto que se logró implementar incluyó las competencias del perfil de los postulantes, las habilidades y los intereses profesionales para el futuro del postulante.

El proceso de orientación vocacional al estudiante se realiza en la forma que se hace tradicionalmente en forma presencial, oral o escrita, con la ventaja que usando el sistema experto se puede repetir varias veces y replicado a otros postulantes.

Se recomienda, de ser posible incluir también información sobre el entorno socioeconómicos y la alfabetización digital del postulante, para que los resultados sean más relevantes. [18].

Al igual que la orientación vocacional, elegir el tema de investigación para una tesis, tiene que partir de los intereses personales y profesionales, habilidades y experiencia.

El artículo que se tomó en cuenta como una experiencia de implementación de un sistema experto importante para la presente tesis, esta relacionado con las recomendaciones para el uso del tipo de cosméticos para cada perfil de usuario, en ella se indica que los clientes experimentan dificultades para comprar cuando intentan elegir los cosméticos básicos adecuados a su persona, porque los tipos de ingredientes, formas y funcionalidades en los cosméticos son numerosos y un componente que es bueno para algunos puede ser malo para otros, así, cada persona tiene una textura de piel diferente, el clima cambia con los meses y se debe tener en cuenta en que clima se va usar, es necesario tener en cuenta la edad del usuario y algunas personas tienen la piel sensible. Para recomendar los cosméticos fundamentales personalizados, mediante un sistema experto se recopila las entradas de Complejo, Entorno, Edad y Sensibilidad del usuario; es decir, hace esas cuatro preguntas: 1. ¿Qué complejo tienes? 2. ¿En qué condición ambiental se encuentra? 3. ¿En qué grupo de edad estás? 4. ¿Tu piel es sensible? Luego, el usuario ingresa sus respuestas. Después de eso, el motor de inferencia compara los valores de entrada con las reglas que ya están guardadas y se activa si se registra una coincidencia. La regla desencadenada se convierte en un hecho nuevo en la base de datos y, nuevamente, se convertirá en un hecho que se comparará con otra regla en la base de conocimiento cuando el usuario comience a ejecutar el sistema [12].

La metodología propuesta en el artículo guarda relación con la metodología de los sistemas jerárquicos, y es el más adecuado para aplicar en la presente investigación usando jerarquías, así, las respuestas a las preguntas que los usuarios ingresan al sistema experto, son comparadas con las reglas almacenadas en el sistema y si se registra una coincidencia, se genera un nuevo hecho que se almacena en el sistema, luego en el siguiente nivel o jerarquía se vuelve a comparar y generar nuevos hechos.

El lenguaje para representar argumentos, con el fin de construir automáticamente nuevos argumentos, utiliza reglas de manejo de restricciones (CHR), es un lenguaje de programación basado en reglas, un lenguaje declarativo. Las reglas para el manejo de restricciones son atractivos para representar e implementar argumentación, por varias razones: 1) Las reglas de inferencia, las reglas de reescritura, las secuencias, las reglas de prueba y los axiomas lógicos se pueden escribir directamente en CHR. 2) La ejecución de las reglas CHR se puede interrumpir y reiniciar en cualquier momento, con resultados intermedios que se aproximan a la solución final, y 3) Las restricciones se pueden ingresar gradualmente a medida que se conocen, durante la ejecución de la regla, sin necesidad de volver a calcular. Estas tres propiedades de CHR la hacen atractivas para representar e implementar argumentos. [6].

Los lenguajes de programación del tipo declarativo, basado en reglas, tienen esas tres razones para ser usadas en los sistemas expertos.

El Modelo de proceso propuesto para la construcción del sistema inteligente, esto es del sistema experto, considera a los sujetos concedores o actores, quienes participan de diversas formas en un Sistema Basado en Conocimiento, cada perfil tiene un conjunto de prerrogativas y permisos relacionados con alguna funcionalidad del Sistema Experto, identificándose estos participantes como: Experto en el Dominio de Conocimiento, Ingeniero de Sistemas, Ingeniero del Conocimiento, Usuarios Finales.

En el elaboración de un sistema experto se entiende a los participantes como los siguientes: a) Experto o Experto Humano en el Dominio de Conocimiento a aquellas personas que brindan la información, en base a su saber teórico o a su experiencia, información que se desea representar y simular en el sistema experto; b) Ingeniero de Sistemas a la persona cuyo perfil presenta a un diseñador de sistemas, desarrollador de programas y a otros especialistas de las Ciencias de la Computación; c) Usuario Final, que son las personas que usaran el sistema experto y pueden ser otros especialistas en el

dominio de conocimiento, la comunidad en general, las personas interesadas que se inician en el dominio del conocimiento. El modelo tiene seis fases: Fase 0- Identificación de la arquitectura de la información. Fase 1- Definición de las actividades. Fase 2- Desarrollo del prototipo. Fase 3- Implementación del prototipo. Fase 4 – Definición de las actividades de mantenimiento. Fase 5- Ejecutar la transferencia tecnológica. Tiene mayor incidencia en el desarrollo del sistema experto principalmente la Fase 1 y la Fase 2. [13].

Los actores para el diseño y desarrollo de un sistema experto, son diversos dependiendo del problema, pero en general es común el ingeniero de conocimiento, los expertos y los usuarios.

Los indicadores de los proyectos de investigación tecnológica (I+D) que reflejan la efectividad en la ejecución, usadas en las universidades son: a) La relación porcentual entre los objetivos trazados y los objetivos logrados, b) Logro de los resultados del proyecto en el plazo previsto, c) Resultados satisfactorios de las pruebas al prototipo, d) Registro de una patente, e) Obtención de regalías por uso de la patente, f) Cantidad de personas que reciben beneficios directos e indirectos. g) Cantidad de personas internas y externas a la universidad que reciben beneficios.

Las mediciones para la efectividad son simples, pero las mediciones para determinar la eficiencia en la investigación tecnológica son complejas. Los indicadores que se proponen sean utilizados en el caso de la eficiencia son: a) La diferencia entre costo inicial del proyecto propuesto y el costo final del proyecto ejecutado, b) La relación del costo total del proyecto y los objetivos cumplidos, c) La relación de costo total del proyecto y el beneficio completo, teniendo en cuenta los beneficios tangibles e intangibles, d) La relación del costo del proyecto y la cantidad de beneficiarios directos, e) La relación del costo del proyecto y la cantidad de organizaciones beneficiadas, f) La rentabilidad del proyecto  $[(\text{Valor final}-\text{valor inicial})/\text{valor inicial}] \times 100$ . [1].

Los indicadores de efectividad, eficiencia y eficacia en los proyectos tecnológicos son muy necesarios para poder evaluar el desempeño de los gestores y ejecutores de los proyectos y están relacionados con los recursos que se proporcionan para llevar a cabo los proyectos.

Los avances de la ingeniería electrónica han cambiado a la sociedad, modificando las costumbres de las personas. En el diseño y la construcción de equipos electrónicos tiene

importancia el desarrollo alcanzado por la electrónica, aplicándose la automatización industrial, la robótica y en los servicios de telecomunicaciones, por ello la electrónica es la disciplina de mayor contribución a la nueva sociedad del siglo XXI.

La sociedad del siglo XXI requiere profesionales íntegros, con cualidades para un desempeño en equipos multidisciplinarios e interesados en una nación que logre un desarrollo en todos los aspectos: social, económico, tecnológico y ambiental. Y las universidades tienen la misión de formar profesionales con competencias para realizar desarrollo tecnológico, innovaciones y emprendimientos, líderes en la contribución al crecimiento del país. [5].

El desarrollo de las personas, de las organizaciones y de los países dependen en gran parte al avance de la tecnología en la electrónica, y las investigaciones en ingeniería electrónica es la oportunidad que deben aprovechar los egresados de ingeniería electrónica, las empresas y los gobiernos locales, regionales y nacionales.

## **1.2. Descripción de la realidad problemática**

En las universidades del Perú, por mandato de la ley universitaria No. 30220, los egresados de los programas tienen la exigencia de realizar dos investigaciones, una para obtener el grado de bachiller y otra para obtener el título profesional, aunque la investigación para el grado de bachiller no ha tenido una aplicación efectiva hasta la fecha, habiéndose prorrogado el bachillerato automático en varias oportunidades y la última postergación tiene vigencia hasta el 31 de diciembre del 2023.

Para atender las tesis para el título profesional, en la actualidad en el programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, no cuenta con la cantidad de docentes suficientes y por ello el tiempo disponible de los docentes, no permiten atender adecuadamente a todos los tesis, pues las atenciones dependen de las reservas previas, a la coincidencia de horario del alumno y del docente y a las circunstancias de último momento, de docente o del tesis, que postergan una reunión. Lo indicado es una de las causas que retardan el avance de las investigaciones y con ello el logro de las acreditaciones de los profesionales egresados de los programas, quedan muchos estudiantes que concluyen su plan de estudios solo como egresados, otros realizan sus trámites y logran el grado de bachiller y unos pocos que alcanzan a terminar la tesis y obtienen el título profesional.

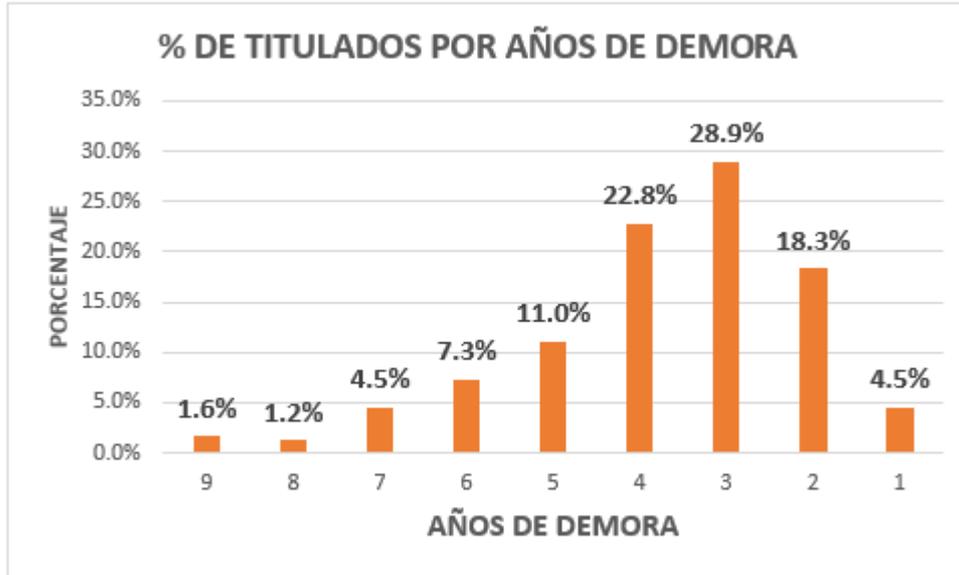
Otro de los problemas que retardan el avance de las investigaciones, son los conocimientos de los tesisistas, que muchas veces eligen como tema de su investigación, un tema muy interesante y emergente pero que lamentablemente no son de su dominio y en el que tienen muy poca experiencia, por no corresponder a los cursos de su preferencia en su etapa de estudios en el programa, y también por no ser de su interés personal para su ejercicio profesional futuro o no estar relacionado con sus prácticas pre profesionales o con el trabajo que está realizando en paralelo con su investigación, por ello es conveniente que la elección del tema sea validado en estos aspectos previo a la autorización del proyecto de investigación.

En el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo antes la vigencia de la ley 30220, la cantidad de egresados sin titularse era alrededor del 47%, teniendo en cuenta que antes de la mencionada ley solo se debía hacer una investigación, para titularse, el grado de bachiller era automático, el 12% realizó una tesis y el 41% realizó una tesina en un curso de titulación.

Los docentes nombrados para el programa de Ingeniería Electrónica son en la actualidad 9 docentes, para una población de aproximadamente 400 estudiantes por semestre, con promedio de 30 egresados por semestre. Para una buena gestión de las investigaciones se requiere mayor cantidad de docentes nombrados o un apoyo basado en las tecnologías de la información y comunicación y la inteligencia artificial, de tal manera que se pueda facilitar el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica, con buena probabilidad de éxito y oportunidad.

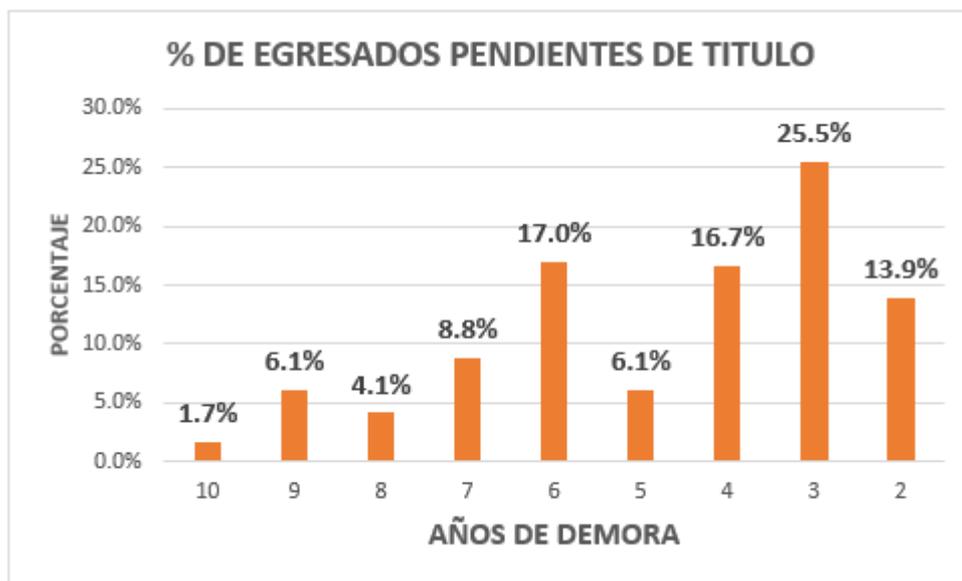
En el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo se tomó una muestra de 540 egresados entre el 2011 y el 2019, de los cuales el 45.6% (246) son egresados titulados, el 54.4% (294) son egresados con el grado de Bachilleres, con proyectos de tesis aprobados, la mayoría en desarrollo pero lento, algunos con vigencia vencida, otros que han abandonado sus proyectos, en esta muestra no están los egresados, que no han obtenido su grado de bachiller o que no han presentado proyecto de tesis.

En la figura 1.1 se muestra los años de demora que presenta la muestra indicada, así un 4.5% de la muestra de 246 egresados entre el 2011 y el 2019 lograron su título en un año después de egresar, 18.3% demoraron dos años y el 28.9% lograron en tres años y los que más demoraron fueron 1.6% con nueve años.



**Figura 1.1** Porcentaje de años de demora en obtener el título

El promedio de años de demora para terminar la tesis y obtener el título profesional después de egresar es de 3.7 años.



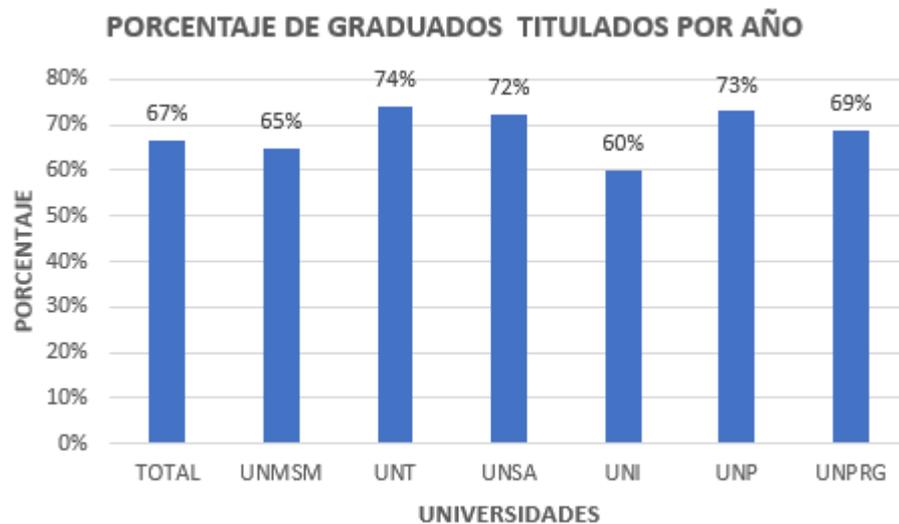
**Figura 1.2.** Porcentaje por año de egresados pendientes de culminar la tesis.

El promedio de años de demora de los egresados desde el año de egreso al año 2021 que no culminan su tesis y por ello no obtienen su título profesional es de 4.7 años. En la figura 1.2 se muestra la demora a diciembre del año 2021.

En base a la información del INEI, referente a los datos remitidos por la SUNEDU correspondiente a los años 2011 al 2019, se ha elaborado un cuadro para obtener el promedio de los graduados por año y el promedio de titulados por año, para el total de las universidades públicas y para las tres universidades nacionales más importantes del Perú y para tres universidades del norte relacionados con el problema planteado. [11].

En la figura 1.3 se muestra los porcentajes, y podemos observar que en la Universidad Nacional de Ingeniería solo el 60% de los graduados como bachilleres logra titularse oportunamente, y está por debajo del promedio de las universidades públicas que tiene el indicador en 67%.

Para el caso de las universidades del norte del Perú, la Universidad Nacional de Trujillo tiene el mayor porcentaje de titulados a nivel nacional con el 74% seguido por la Universidad Nacional de Piura con el 73% y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo tiene un 69%, porcentajes superiores al promedio nacional. Comparado con el Programa de Ingeniería Electrónica de la UNPRG, tenemos un indicador del 45.6% como se indicó líneas arriba, lo que se puede deber a diversos motivos, pero definitivamente uno es la falta de tiempo de los docentes para una asesoría amplia y motivadora para iniciar, desarrollar y culminar la tesis.



**Figura 1.3. Porcentaje de titulados respecto a graduados por año.**  
(Fuente: Referencial [11])

### 1.2.1 Evaluación comparativa (benchmarking) a nivel nacional

Conocido la situación problemática de los egresados y titulados en la universidad pública peruana, hemos revisado en las principales universidades nacionales que ofrecen a sus egresados como apoyo para motivar y facilitar el inicio de sus investigaciones para las tesis para el título profesional, tomando en cuenta el ámbito nacional.

#### 1.2.1.1 Universidad Nacional de Ingeniería

En la UNI, en el Vicerrectorado de Investigación se ofrece un menú de información y servicios, el único relacionado con el apoyo a facilitar las investigaciones es el denominado Servicios Tecnológicos y en ella se incluyen los laboratorios mediante un catálogo de Laboratorios y no hay un servicio de apoyo al inicio de las investigaciones. En la figura 1.4 se muestra una imagen de la página web. [20]



**Figura 1.4.** Web de los servicios tecnológicos de la UNI.

(Fuente: Referencia [20])

#### 1.2.1.2 Universidad Nacional Mayor de San Marcos

En la UNMSM, en el Vicerrectorado de Investigación se ofrece un menú y en ella se encuentra la información de los Recursos para la Investigación que ofrece, que incluyen los Repositorios y portales, pero no hay un apoyo para el inicio de las investigaciones para las tesis de título profesional. [21]

En la figura 1.5 se muestra la Web de San Marcos.



**Figura 1.5.** Web de los Recursos para la investigación de la UNMSM.

(Fuente: Referencia [21])

### 1.2.1.3 Universidad Nacional Agraria La Molina

En la UNALM, en el Vicerrectorado de Investigación se ofrece en el menú un Sistema de Gestión de Investigación, que sirve para registrar la información de las investigaciones en curso, desde los proyectos y etapas de aprobación hasta los informes parciales y el informe final de la investigación, en la figura 1.6 se muestra la imagen del acceso al mencionado sistema, que se debe tener usuario y clave. [19]



**Figura 1.6.** Web del Sistema de Gestión de Investigación de la UNALM.

(Fuente: Referencia [19])

#### 1.2.1.4 Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

En la UNPRG, en el Vicerrectorado de Investigación se ofrece en el menú un Sistema de Gestión de Investigaciones llamado Servicio en Línea para la Gestión Universitaria - SELGESTIUN, que sirve para registrar la información de las investigaciones en curso, desde los proyectos y etapas de aprobación hasta los informes parciales y el informe final de la investigación, en la figura 1.7 se muestra la imagen del acceso al mencionado sistema, que se debe tener usuario y clave. [22]



**Figura 1.7.** Web del Sistema SELGESTIUM de la UNPRG.

(Fuente: Referencia [22])

#### 1.2.1.5 Empresas que ofrecen servicio de asesoría de tesis

Se ha realizado una búsqueda de los artículos publicados y las experiencias publicadas sobre sistemas experto o sistemas de inteligencia artificial que apoyen en la asesoría y selección de temas de investigación pero lamentablemente a nivel nacional ni las universidades ni las instituciones de investigación brindan un servicio para motivar y facilitar las investigaciones.

Sin embargo si existe organizaciones o empresas que brindan servicios de asesorías de tesis pregrado, maestría y doctorado, también servicios de mejora de similitud y otros, algunos con muchos años en el mercado.

En la figura 1.8 se muestra la información de una página sobre estos servicios. [10]



**Figura 1.8.** Web de una empresa de servicios de asesoría de tesis.

(Fuente: Referencia [10] )

## 1.2.2 Evaluación comparativa (benchmarking) a nivel internacional

### 1.2.2.1 Exigencia de Tesis en el Pregrado

En nivel internacional la exigencia de tesis en el pregrado y la consideración legal de un título profesional es muy diversas, en el caso de los Estados Unidos de Norteamérica la formación profesional culmina con un curso Capstone en el último ciclo del Plan de Estudios y con el Grado de Bachiller realiza las labores profesionales bajo la supervisión de un Ingeniero registrado en el equivalente al colegio de Ingenieros, luego de tres a cuatro años de esta etapa, se presenta a una evaluación en el equivalente al colegio de Ingenieros y si aprueba, recibe su habilidad para el ejercicio profesional como Ingeniero.

### 1.2.2.2 ICACIT

ICACIT es una institución dedicada a la mejora de la calidad en programas de Arquitectura, Computación, Ciencias, Ingeniería y Tecnología en Ingeniería, miembro del Acuerdo de Washington. En la figura 1.9 se muestra parte de su página web.

En Modelo de Acreditación de ICACIT, existen dos términos muy importantes en las evaluaciones para acreditación y son:

LOS RESULTADOS DEL ESTUDIANTE: (para el año 2024 se denominará ATRIBUTOS DEL ESTUDIANTES) son los atributos que los estudiantes deberán saber y

ser capaces de hacer al terminar su Plan de Estudios, e involucra los conocimientos, las habilidades y los comportamientos que los estudiantes desarrollan ciclo tras ciclo en su formación profesional.

**LOS OBJETIVOS EDUCACIONALES DEL PROGRAMA:** Los objetivos declaran en forma general los desempeños que los graduados deben realizar de manera correcta después los tres o cuatros años después de completar su plan de estudios y graduarse.

Los objetivos educacionales de un programa se determinan en base a los requerimientos de los constituyentes del programa.[8]

Como se observará los Resultados del Estudiante son los conocimientos, habilidades y comportamientos deben demostrar al culminar su Plan de Estudios y los Objetivos Educativos son desempeños que los estudiantes deben lograr dentro de los primeros años después de graduarse, típicamente en el tercer o cuarto año.



**Figura 1.9.** Web de ICACIT Acreditadora internacional

(Fuente: Referencia [8])

### **1.2.2.3 Los Trabajos de Fin de Grado – TFG y la Inteligencia artificial - AI**

En Europa los Trabajos de Fin de Grado – TFG son los equivalentes a los Capstone de los modelos a ABET e ICACIT, pues son desarrollos académicos para demostrar los atributos de los egresados de un programa profesional de pregrado, y son un desafío para los estudiantes y para los docentes evaluadores porque incluyen los planteamientos, redacción y calidad del trabajo.

La inteligencia artificial generativa – GenAI en la actualidad tiene un conjunto muy amplio de aplicaciones como en la generación de textos, diseño de productos, enseñanza aprendizaje y por su puesto en los trabajos de fin de grado.

En España el Claude de Anthropic está siendo usado por estudiantes para estructurar el informe de su trabajo de fin de carrera y mantener la originalidad; y por su puesto también ayuda a los docentes con una metodología de evaluación más objetivo y eficaz. El Claude tiene el potencial de imitar la creatividad humana brindando resultados novedosos a partir datos de entrenamiento.

En todo el mundo está muy difundido el uso del ChatGPT de OpenAI que brinda a los usuarios generación de textos y creación de contenidos, con una capacidad similar al humano, en base a un insumo o pregunta determinada que propone el usuario, y se aplica en muchas actividades de la vida personal y profesional, desde la atención a los clientes hasta la escritura creativa.

Dentro de la Inteligencia Artificial Generativa, existe servicios para todas las aplicaciones que el usuario pueda generar, sin embargo no hay un programa específico como un sistema experto aplicado a las investigaciones, menos con la orientación a una especialidad y tampoco que permita personalizar para una universidad en especial.[16]

### **1.3. Formulación del problema**

Por lo indicado anteriormente: la disponibilidad de tiempo de los docentes y los conocimientos suficientes de los tesisistas respecto a los temas de su investigación y los procesos de una investigación para el título profesional, la pregunta del problema de la presente investigación se formula de la siguiente forma: ¿Cómo facilitar a los estudiantes y egresados a iniciar una investigación para lograr una tesis en Ingeniería Electrónica en tiempo adecuado y de calidad?

### **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

Un problema común en los programas de pregrado y también de posgrado, es la culminación de las investigaciones para los títulos profesionales y grados de maestría y doctorado, impidiendo la obtención de las acreditaciones de los estudios realizados por falta de la sustentación de la tesis, y muchas veces, inclusive por no haber iniciado la tesis.

El problema específico planteado para la presente investigación se refiere al Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, y se justifica porque permitirá mejorar la relación egresados - titulados, contribuyendo al logro de las aspiraciones de los estudiantes y sus familiares, que es convertirse en Profesional Titulado como Ingeniero Electrónico.

La importancia de la investigación radica en proporcionar un apoyo para que las investigaciones de los estudiantes de pregrado de ingeniería en general puedan tener un apoyo que facilite el inicio, mediante la selección de la línea de investigación, sub línea de investigación donde se enmarque el tema de la tesis, en base a que sus conocimientos sean suficientes en el tema seleccionado para la investigación, sus cursos especialización llevados en paralelo a sus estudios o luego de terminados, sus prácticas pre profesionales o trabajos y así pueda preparar un proyecto de tesis coherente con su perfil, mediante la interacción directa con un sistema en línea que le permita seleccionar adecuadamente su tema de tesis y perfeccionar el proyecto antes de presentarlo y sustentarlo ante un asesor.

Los resultados de la presente investigación se podrán adaptar a las carreras similares de otras universidades, luego a otras carreras y a los programas de posgrado, con las adaptaciones propias a cada universidad, a cada especialidad y a cada nivel de grado.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica a los estudiantes y egresados con un sistema experto.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los elementos que intervienen en el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica para un desarrollo oportuno y exitoso de una tesis.
- Diseñar un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.
- Desarrollar un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.

- Validar el funcionamiento y utilidad del sistema experto

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis Principal**

Si se tiene un sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.

### **1.6.2 Hipótesis Secundarias**

- Si se valida el funcionamiento del sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, entonces se tiene un sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería Electrónica.
- Si se valida la utilidad del sistema experto por la opinión de los usuarios respecto a los resultados y comentarios del sistema experto, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica.

## **1.7. Variables e indicadores**

### **1.7.1 Variable Independiente VI:**

Sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.

### **1.7.2 Variable Dependiente VD:**

Facilidad a estudiantes y egresados para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.

En la tabla 1.1 se muestra las variables, los indicadores y los subindicadores.

**Tabla 1.1** Operacionalización de las variables

<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>SUB INDICADORES</b>
<b>INDEPENDIENTE</b> Sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica	Sistema experto validado por comparación de sus resultados con los resultados de expertos humanos	Resultado de consulta al sistema experto
		Resultado de consulta a Experto Humano
<b>DEPENDIENTE</b> Facilidad a estudiantes y egresados para el inicio de las investigación en ingeniería electrónica	Sistema experto validado por la opinión del usuario respecto la utilidad de los resultados y comentarios del sistema experto.	Comentario del sistema experto a los datos del perfil del tesista
		Opinión del usuario respecto al comentario realizado por el sistema experto respecto a su perfil

### 1.8. Unidad de análisis

Los datos del perfil del tesista y respuesta del sistema experto

### 1.9. Tipo y nivel de investigación

Es una investigación de tipo aplicada experimental, debido a que el sistema experto propuesto se valida a través de distintos datos de los tesisistas respecto a las líneas y sub líneas de investigación y cumpliendo con una gran coincidencia con la opinión de los expertos humanos y que contribuye a la mejora de los perfiles de los tesisistas.

El nivel de investigación es científico, que corresponde a una maestría en ciencias, y se aplican las pautas de la investigación científica y el análisis estadístico para sustentar los resultados de la validación del sistema experto y de la verificación de su contribución a los perfiles de los estudiantes y egresados.

### 1.10. Periodo de análisis

Los datos se obtuvieron durante los semestres académicos 2022 - 02 y 2023 - 01 en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, en el Programa de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ciencias Física y Matemáticas.

### 1.11. Fuentes de información e instrumentos utilizados

Las fuentes de información son artículos publicados y referenciados en Google Académico, la Biblioteca Virtual de la IEEE y otras bases de datos, libros relacionados a los temas de Sistemas Expertos y las investigaciones. Todos estos están indicados en las fuentes bibliográficas.

### **1.12. Técnicas de recolección y procesamiento de datos**

Los datos se obtuvieron a través de entrevistas y encuestas a docentes, alumnos, egresados y titulados del Programa de Ingeniería Electrónica de la UNPRG.

También del análisis documentario y revisión de archivos corresponden a información del Programa de Ingeniería Electrónica de la UNPRG.

Para validar el funcionamiento del sistema experto se generó un conjunto de datos aleatorios y se procesó en el sistema experto y se sometió al análisis por los expertos humanos que fueron dos docentes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Para validar la utilidad se brindó, a los estudiantes del curso de Tesis II en el semestre 2023 – I, el acceso vía web al sistema experto y se procesó los resultados.

El análisis estadístico mediante el procesamiento de los datos usando el software SPSS versión 22.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL**

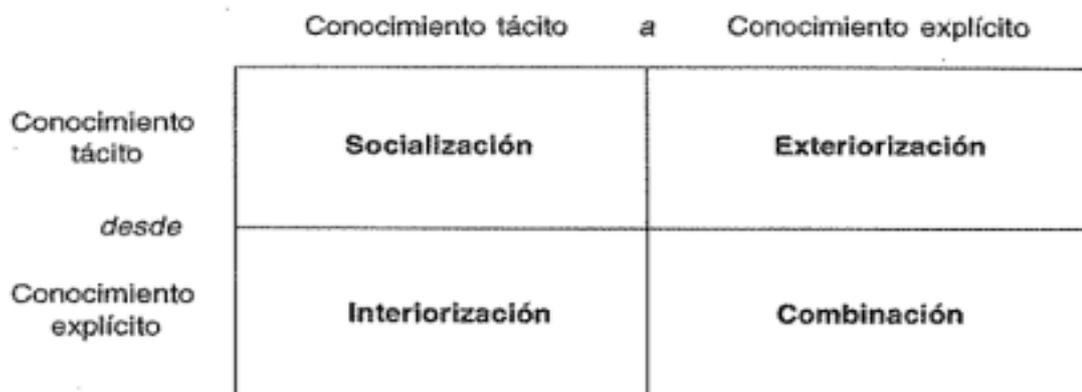
En el presente capítulo se considera en forma conjunta el marco teórico y el marco conceptual, y considera los fundamentos que sustentan el desarrollo del sistema propuesto, e incluye la gestión del conocimiento, gestión de la investigación y los sistemas expertos.

#### **2.1 Gestión del Conocimiento**

En su libro *La organización creadora de conocimiento* (1994) Hirotaka Takeuchi y Ikujiro Nonaka indican que los tipos de conocimiento son dos: el conocimiento explícito, que está contenido en documentos de saberes y experiencias, y el conocimiento tácito, compuesto por los saberes no documentados y se logra mediante la experiencia y se comparte comunicando por metáforas y analogías. Además indican que en el Japón se ha desarrollado procedimientos para transferir el conocimiento tácito en conocimiento explícito, esto es necesario para poder redactar adecuadamente los informes de los avances de las investigaciones en base a las experiencias vividas en los experimentos y análisis de datos e información.[15]

El proceso de crear conocimiento es dinámico y se produce mediante dos tipos de espirales de conocimiento:

Una espiral se presenta en la dimensión epistemológica mediante cuatro formas de transferencia del conocimiento, se presenta en la figura 2.1.



**Figura 2.1.** Formas de transferencia del conocimiento

(Fuente: Referencia[15])

En la dimensión epistemológica, las cuatro formas de conversión interactúan secuencialmente y cuando se introduce como tercera dimensión al tiempo se produce la espiral.

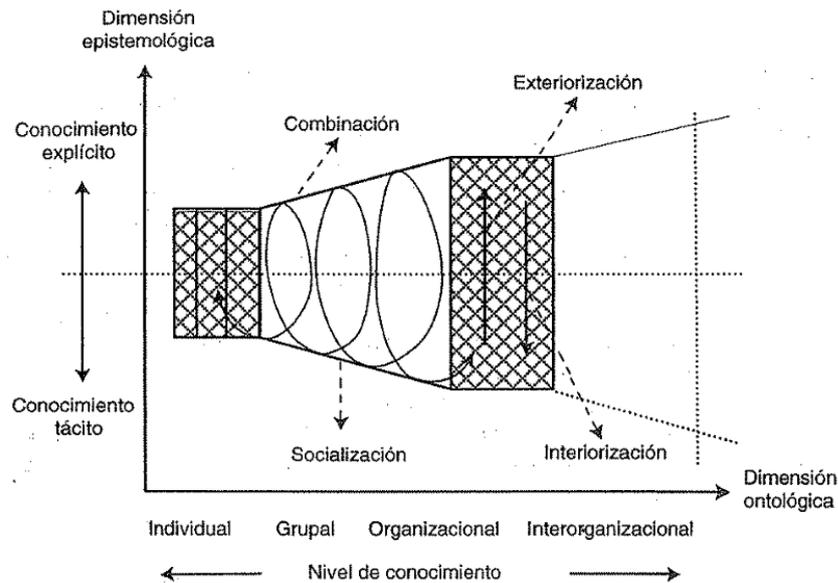
La conversión se da mediante técnicas de transferencia del conocimiento: diálogo, armonización del conocimiento explícito, aprender haciendo y creación del campo de interacción, se presenta en la figura 2.2.



**Figura 2.2** Técnicas de transferencia del conocimiento

(Fuente: Referencia[15])

Estas formas de conversión del conocimiento las realiza el investigador, algunas formas de manera espontánea y otras no las realiza, pero sería más productiva si las realiza de manera intencional, por tener conocimiento de su existencia y aporte.



**Figura 2.3** Dimensiones del conocimiento  
(Fuente: Referencia[15])

Su aplicación se da cuando el investigador entrevista a un especialista que tiene el conocimiento tácito, cuando se realiza una visita técnica, cuando se realiza la revisión de documentos, etc.

Otra espiral se presenta en la dimensión ontológica, donde el conocimiento que es desarrollado a nivel personal se convierte en conocimiento en el nivel de equipo luego asciende al nivel organizacional después al nivel interorganizacional.

En esta dimensión ontológica, las interacciones repetitivas y continuas se dan a lo largo del tiempo entre los diversos niveles como individual, equipo de proyecto, división proyectos, corporativo e interorganizacional, esta espiral se debe comprender como desplazándose de derecha a izquierda y viceversa de izquierda a derecha, como se muestra en la figura 2.3

La Propuesta de Nonaka y Takeuchi para la creación del conocimiento se realiza mediante la interacción entre las espirales de conocimiento a lo largo del tiempo.

Para las investigaciones para el título profesional, los tesisistas pueden organizar su trabajo teniendo en cuenta los principios de la gestión del conocimiento de Nonaka y Takeuchi donde es importante la transferencia de conocimiento de los supervisores de las empresas para el diagnóstico y plantear la solución al problema.

## **2.2 Términos de actividades I+D+i**

En la Norma Peruana NTP 732.001 del 2009, sobre la definiciones y términos usados en la Gestión de I+D+i, se presentan las definiciones de los principales términos relacionados con las actividades de los investigadores e innovadores [9].

### **2.2.1 Investigación**

Investigación es una búsqueda propia y planificada para descubrir conocimientos nuevos y una comprensión superior en los niveles científicos o tecnológicos. Son de dos tipos: Investigación fundamental que es la relacionada con conocimientos generales científicos y técnicos y que no están orientados a productos o procesos industriales o comerciales. Investigación aplicada que es la relacionada a conocimientos para ser usados en la creación de nuevos productos o creación nuevos de procesos de producción o para lograr mejoras importantes en los productos o en los procesos existentes.

### **2.2.2 Desarrollo tecnológico**

Desarrollo tecnológico son las aplicaciones de los conocimientos para la producción de nuevos materiales, servicios, bienes, procesos o sistemas y para diseñar mejora de los existentes.

El desarrollo tecnológico incluye la presentación, como resultado, de planos, diseños o esquemas, también incluye a los prototipos, los cuales no deben comercializarse y sirven para demostración inicial, estos prototipos solo son pilotos y no incluyen su explotación comercial.

### **2.2.3 Innovación**

Innovación se produce como consecuencia de un desarrollo tecnológico y se logra la aceptación de los usuarios, lográndose que un nuevo o significativamente mejorado producto, servicio, proceso, método organizativo o método de comercialización sean introducidos en el mercado, en la sociedad, en las prácticas internas de la organización.

La Innovación está compuesta por las siguientes actividades: inclusión de tecnologías tangibles e intangibles, diseño de procesos industriales, Ingeniería y equipamiento industrial, inicio de manufactura, puesta en el mercado de nuevos productos y productos realizados por nuevos procesos.

Se identifican tres tipos de innovación: Innovación en tecnología: como resultado se genera nuevas tecnologías que ingresan al mercado, las cuales una vez consolidadas, se usaran en nuevos procesos innovados para productos y otros procesos. Innovación tecnológica: cuando las oportunidades que brinda el mercado y las capacidades y el conocimiento base de la empresa interactúan permiten la creación, el desarrollo, el uso y la difusión de un nuevo proceso, producto o servicio. E Innovación en la gestión: están relacionadas con las mejoras de las organizaciones en cómo se organizan los recursos para conseguir productos o procesos nuevos que signifiquen una innovación, esto también involucra modificaciones en los tipos administración, mercadotecnia, organización, finanzas. Y otros aspectos de la gestión.

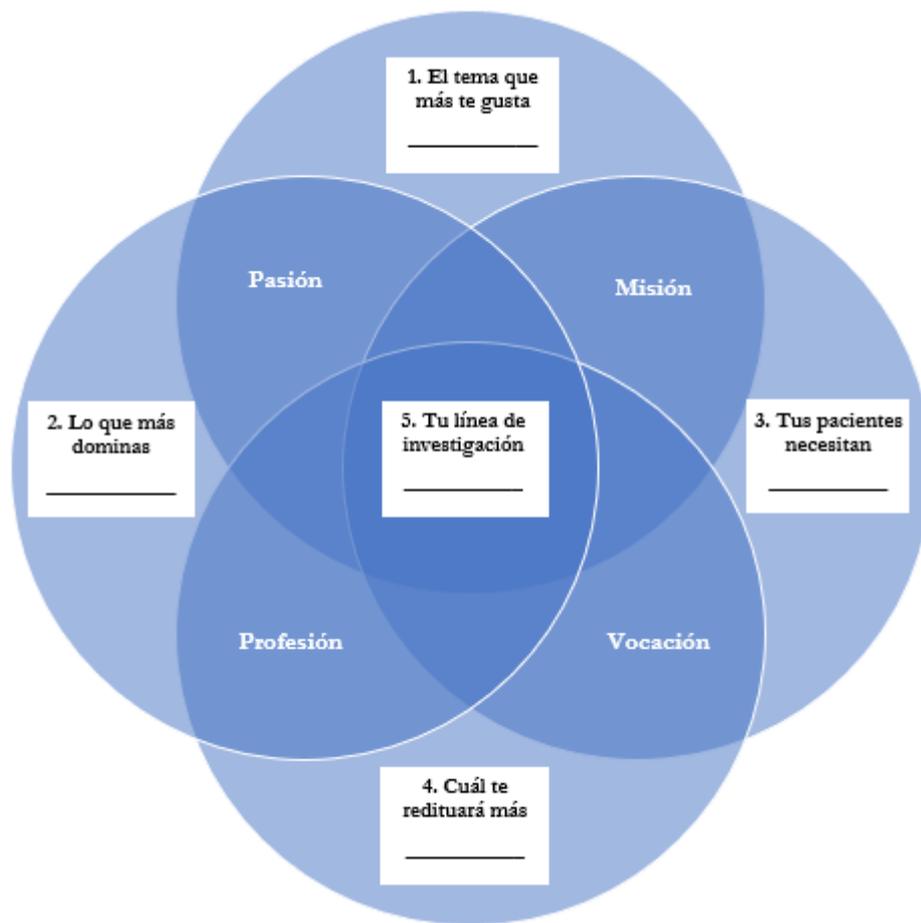
Se puede considerar que una investigación para el título profesional de un ingeniero involucra principalmente a las investigaciones aplicadas y al desarrollo tecnológico y un poco de los otros aspectos de las I+D+i, sin embargo podría haber casos especiales que den mayor peso a los otros aspectos y tipos.

### **2.3 Elementos de una investigación**

José Supo gerente y ponente de BIOESTADISTICO EIRL y miembro de la Sociedad Hispana de Investigadores Científicos – SINCIE, en los cursos que dicta en el Diplomado en Investigación Científica y en su libro Metodología de la investigación científica (2020), plantea que lo primero que tiene tener conscientemente un investigador es su línea de investigación y para ello propone un proceso para la identificación.[17]

#### **2.3.1 Líneas de Investigación**

La identificación de la línea de investigación, consiste en definir los cuatro componentes desde nuestra perspectiva personal y profesional, y luego integrarlos para hallar la línea de investigación, como se presenta en la figura 2.4.



**Figura 2.4** Identificación de la línea de investigación

(Fuente: Referencia[17])

Los componentes son:

1.- Tema que más gusta, es el tema que te apasiona, le dedicas más tiempo, y tiene mayor prioridad que otros.

2.- Tema que más domina, es el tema que puedes exponer sin necesidad de prepararte previamente, en el que tiene mayor experiencia y capacitación.

3.- Tema que más necesitan, es el tema que considera que es importante para la universidad, la región y los usuarios vinculados al investigador.

4.- Tema que más reditúa, es el tema que considera le brinda mayores ingresos o le proporciona mayor prestigio y le da mayores perspectivas para estudios y trabajos en el futuro. [17]

En cada componente se puede considerar más de un tema y algún tema se puede repetir en otros componentes, pero se recomienda mayor sinceridad y veracidad al realizar este proceso.

Luego se debe integrar todos los temas de los componentes para poder redactar la línea de investigación del investigador, se debe tener en cuenta que esta línea de investigación normalmente se mantiene a lo largo de la vida profesional del investigador, y dentro de esta línea estarán las investigaciones para maestría, doctorado y posdoctorado.

### 2.3.2 Tema de Investigación

José supo explica que una línea de investigación es efectivamente una línea, que esta formada por una sucesión de puntos que son probables temas de investigación y que las circunstancias determinan el punto específico que se abordará, ese punto específico depende del nivel investigativo, que es una banda que cubre un sector de la línea de investigación y dentro de ese rango se ubicará el propósito del estudio, con lo cual se define el tema de investigación, como se presenta en la figura 2.5.



**Figura 2.5** Identificación del Tema de investigación  
(Fuente: Referencia[17])

Supo, también plantea una pirámide con los niveles investigativos y la línea de investigación puede atravesar en diversas oportunidades un nivel investigativo determinado, en la figura 2.8 se muestran los niveles investigativos, cada uno con su respectiva finalidad, Exploratorio para el diagnóstico, Descriptivo para mostrar las

frecuencia, Relacional para mostrar los factores asociados, Explicativo para determinar la causalidad, Predictivo para expresar un pronóstico y Aplicativo generar un tratamiento .



**Figura 2.6** Pirámide de los niveles investigativos  
(Fuente: Referencia[17])

Cada nivel investigativo tiene un conjunto de propósitos investigativos, que el investigador debe seleccionar de acuerdo a sus intereses de investigación, en la tabla 2.1. se muestran los conjuntos de propósitos, y en la figura 2.6 también se indican como ejemplo un propósito en cada nivel investigativo

**Tabla 2.1** Propósitos investigativos de cada nivel investigativo

(Fuente: Referencia[17])

<b>Propósitos investigativos</b>	<b>Nivel investigativo</b>
Incidencia, Prevalencia, Frecuencia, Estimación, Descripción	Descriptivo
Factores de riesgo, Factores relacionados, Factores asociados, Asociación, Correlación, Relación,	Relacional
Causas, Determinantes, Desencadenantes, Influencia, Demostración, Comprobación, Evidenciar	Explicativo
Complicaciones, Consecuencias, Pronóstico, Predicción, Prevención	Predictivo
Tratamiento, Intervención educativa, Evaluación, Control, Calibración, Monitoreo, Efecto, Eficacia, Eficiencia	Aplicativo

#### **2.3.4 Instrumentos**

José Supo en su libro Metodología de la investigación científica (2020), considera un punto importante en la búsqueda de información para la investigación lo referente a los instrumentos a usar, para ello recomienda la revisión de las publicaciones del conocimiento, hasta la actualidad, del concepto estamos interesados en medir, para ello se debe tener en cuenta estas tres circunstancias: [17].

- Esta plenamente definido el concepto.
- Esta parcialmente definido el concepto.
- No está definido el concepto.

En la mayoría de las investigaciones nos interesaran los dos últimos casos, ante el caso de parcialmente definido o no está definido, la principal herramienta para la exploración del concepto es la entrevista y existen dos fases o momentos para completar la medición del concepto, y se puede una de ellas o las dos en forma conjunta.

- Búsqueda de información en los expertos, que son especialistas que conocen más que los investigadores cuando se inicia en la medición de un tema específico.

- Búsqueda de información en la población, basado en entrevistas previas a las personas que posteriormente evaluaremos.

Para la presente investigación los expertos son los docentes que participan como asesores y como miembros del jurado de las investigaciones para título profesional, y la población serán los tesisistas y titulados de la carrera profesional.

## **2.4 Inteligencia Artificial**

Los investigadores de todas las ciencias necesitan entregar sus datos al ingeniero del conocimiento (Data Scientist o Data Analyst), para poder seleccionar la clase de inteligencia artificial que se orienta a los objetivos que pretende alcanzar, sus decisiones se basarán en la distribución estadística de los datos, transformándolos en información útil. El tipo de inteligencia artificial que elija el ingeniero del conocimiento puede ser: lógica difusa, redes neuronales, sistemas expertos, algoritmos evolutivos, etc. o una combinación de ellas. [23].

El investigador y el ingeniero del conocimiento deberán ser fusionados en una sola persona y por ello se le denomina Agente Científico. Así, el ingeniero del conocimiento planifica los diseños que se ejecutaran siguiendo una jerarquía de pasos operativos, cada uno con conceptos y simbologías específicas. En la investigación científica tradicional iniciamos con el planteamiento del problema, cuando enfocamos con la visión de investigaciones científicas centrada en datos, se denomina Espacio del Problema y consiste en un conjunto de estados, operadores, metas y restricciones circunscritas al problema.

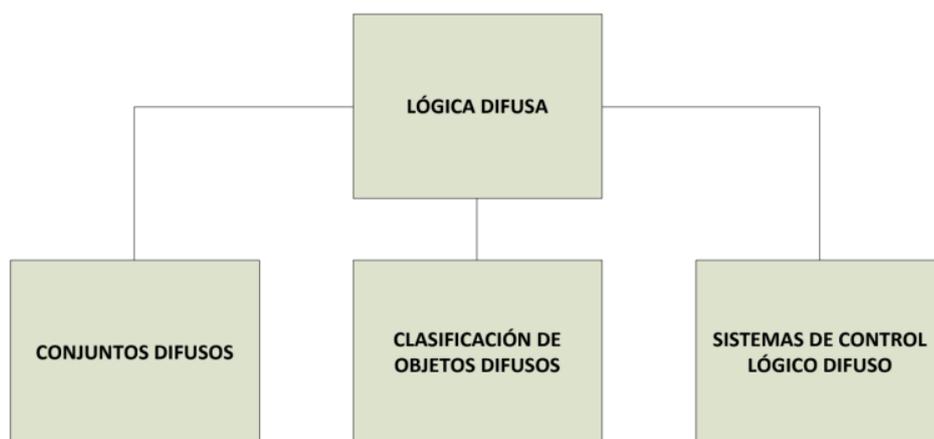
Todo espacio del problema tiene su fundamentación del problema, que es una notación simbólica utilizada para hacer seguimiento a toda cadena de relaciones, y derivada de los agentes efectores y agentes causales que existen en el espacio del problema, y serán el centro de atención y búsqueda de la investigación. Como la causa ordena y el efecto obedece, entonces todo problema será tratado como un conjunto de funciones matemáticas  $Y=f(x)$ .

En las investigaciones tradicionales se define el objetivo de investigación, pero en el nuevo enfoque de investigación científica avanzada centrada en datos se tiene una función objetivo denotado como una función matemática.

La función objetivo se denotará de dos formas: Primera, como aquella sentencia declarativa que se convierte en la meta a alcanzar. En investigaciones de IA avanzada donde se pretende teorizar en profundidad, esta sentencia puede ser operacionalizada por lógica de primer orden contentiva de sentencias atómicas, compuestas y por cuantificadores que, sometidos a complejos procesos de inferencia, y potentes demostradores de teoremas, arrojaran sorprendentes resultados. La segunda, como una función matemática que ajusta los valores de entrada a una red, y que se circunscribe a los criterios de convergencia. [23]

Una función objetivo es una ecuación que es optimizada por los hiperparámetros de la red, una función matemática que maximiza o minimiza valores de variables.

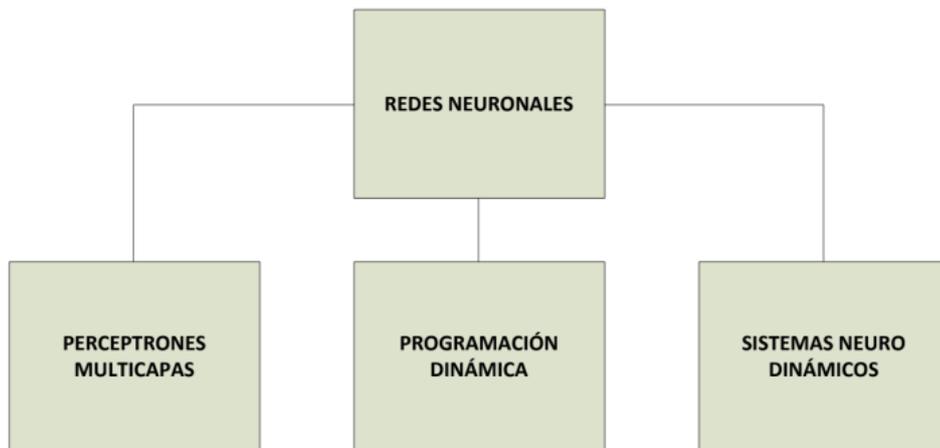
Esto es el futuro en las investigaciones soportado por la inteligencia artificial, que permite agilizar las investigaciones y lograr mayor precisión en los resultados.



**Figura 2.7** Lógica difusa y sus variantes

(Fuente: Referencia[23])

La lógica difusa es ampliamente utilizada para clasificar y evaluar datos que son binarios y que pueden ser más cercanos a la realidad. Figura 2.7.



**Figura 2.8** Redes neuronales y sus variantes  
(Fuente: Referencia[23])

Las redes neuronales artificiales facilitan el manejo de grandes cantidades de datos para obtener conclusiones de clasificación oportunas que de otro modo se podría tener los resultados cuando ya no es importante. Sus variantes de muestra en la figura 2.8.



**Figura 2.9** Los sistemas expertos y sus variantes  
(Fuente: Referencia[23])

Los sistemas expertos tienen muchas variantes que están sintetizadas en ingeniería del conocimiento, los sistemas expertos que se basan en reglas son los que tienen mayor difusión y los sistemas expertos de incertidumbre es aplicado solo en los casos en que la incertidumbre tiene alta importancia. Figura 2.9.

Los algoritmos genéticos se usan en problemas que tienen alguna relación o analogía con la evolución biológica, principalmente para optimizar. Se muestra en la figura 2.10.



**Figura 2.10** Algoritmos evolutivos y sus variantes  
(Fuente: Referencia[23])

## 2.5 Sistemas Expertos

### 2.5.1 Funciones

Un sistema experto es un tipo de inteligencia artificial, donde el programa reemplaza a un experto humano en un campo específico del conocimiento, el programa debe poder realizar una sustentación de las decisiones que brinda y detalles de cómo razona para llegar a sus decisiones. Además el sistema experto debe incluir resultados para los casos de incertidumbre y la falta de información. [7].

Basado en el libro Prolog Programación para Inteligencia Artificial de Iván Bratko, consideramos que la calidad de los sistemas expertos depende en gran medida de los conocimientos sobre las especialidad o dominio, algunas aplicaciones de sistemas expertos que podemos mencionar son el diagnóstico médico, identificación de defectos en equipos de diversos tipos y los resultados del análisis de datos cuantitativos, etc. Los sistemas expertos también son conocidos algunas veces como sistemas basados en conocimiento o KBS ( Knowledge Based System).

Sin embargo existen sistemas basados en conocimiento que no ofrecen sustentaciones del porque de sus decisiones, ésta característica de sustentar sus decisiones es típico de los sistemas expertos, característica obligatoria en dominios

incierto como es el caso de un diagnóstico médico, estas sustentaciones permiten brindar la información para garantizar las recomendaciones y así mantener la confianza de los usuarios y brindar la oportunidad de analizar y poder detectar una falla en caso el razonamiento no es correcto.

Un sistema experto requiere obligatoriamente para una implementación correcta cumplir con los siguientes objetivos:

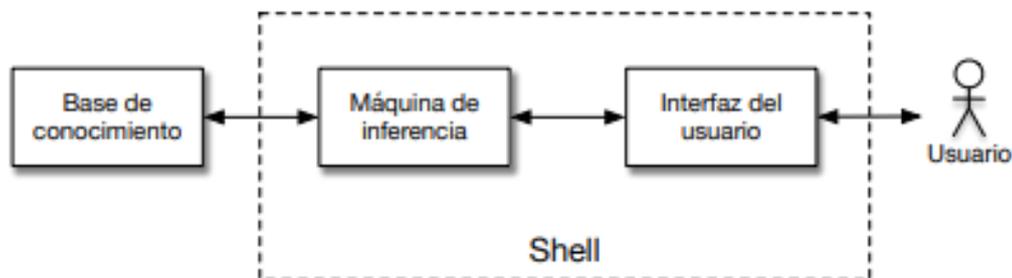
- Solución del problema, este objetivo obliga a usar conocimiento definido en la base del conocimiento sobre el dominio específico del sistema, abarcando los aspectos de incertidumbre y falta de información, para dar una solución.
- Interfaz del usuario, es el objetivo que permite vincular al usuario con el uso del sistema experto, involucrando las explicaciones de los resultados y los detalles del razonamiento del sistema.

El cumplimiento de los objetivos indicados tiene un proceso de ejecución muy complicado, y dependen del dominio de la aplicación por el ingeniero de conocimientos y de los requerimientos específicos del usuario.

Algunos de los problemas que se presentan en el diseño y la implementación de un sistema experto están relacionados con la elección del tipo de representación del conocimiento y de los métodos que están asociados como formas de razonamiento adecuadas a la representación elegida.

### 2.5.2 Arquitectura de sistemas expertos

Los sistemas expertos se componen de tres módulos, se presenta en la figura 2.11.



**Figura 2.11** La arquitectura de un sistema experto  
(Fuente: Referencia[7])

- La base de conocimiento, que considera los conocimientos específicos de un dominio determinado: incluye los hechos, las reglas y las restricciones que existen dentro de la especialidad o dominio. También se consideran las ideas propuestas con la finalidad de resolver los problemas de dicha especialidad, además de la heurística y los métodos de uso común en el dominio que se analiza.
- Máquina de inferencia, tiene la finalidad de utilizar activamente la información de la base de conocimiento y considera los procedimientos destinados para ello.
- Interfaz del usuario, tiene la finalidad de permitir la comunicación del sistema experto con el usuario y viceversa, la información que brinda el sistema experto debe ser en un nivel que logre que el usuario entienda los resultados brindados y comprenda el proceso que realiza de la máquina de inferencia.

La máquina de inferencia tiene una relación específica con la interfaz del usuario, y al conjunto formado por ambos se le conoce como un shell de sistema experto y es independiente la base de conocimiento, pudiéndose adaptar a cualquier base de conocimiento, Este enfoque separa los algoritmos que se usan con los conocimientos.

En base a este enfoque se debe diseñar un shell que pueda usarse para todas las aplicaciones de sistema experto, variando solamente las bases de conocimientos de acuerdo con la especialidad o dominio específico en que trabajara el sistema experto, y esta base de conocimiento debe adecuarse al formalismo o representación que el shell maneja.

Para que se pueda usar el mismo shell en todos los sistemas expertos que se desarrolla, los dominios de aplicación deben ser muy similares entre sí, en la práctica a veces se requiere realizar unas pequeñas modificaciones al usar el shell en otros dominios de un mismo campo del conocimiento. La separación del shell y de la base de conocimiento tiene las ventajas de la modularidad.[7]

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO DE TESIS**

En el presente capítulo se presenta la metodología de la Investigación y el desarrollo para alcanzar los objetivos de la tesis, que consiste en facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica mediante un sistema experto que apoya al inicio de las investigaciones para obtener el título profesional de Ingeniero Electrónico.

#### **3.1 Metodología de la investigación**

La presente investigación está compuesta con el diagnóstico del problema que existe en la obtención del título profesional de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y la propuesta de facilitar el inicio de las investigaciones en este campo mediante un sistema experto.

Para ello se desarrollará un sistema experto, se validará su funcionamiento adecuado como sistema y se validará su utilidad mediante una muestra de estudio.

La investigación incluye la prueba de funcionamiento mediante una muestra aleatoria de 50 registros de datos que son sometidas al sistema experto y a expertos humanos, y mediante procedimientos estadísticos se determinó que los resultados son iguales.

La investigación también incluye la prueba de utilidad, mediante una muestra de 33 estudiantes del curso de tesis II en el Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

La validación del sistema experto en cuanto a su funcionamiento y utilidad fue realizada estadísticamente, con la participación en las pruebas de funcionamiento del sistema experto y la recolección de los resultados del asesor de la presente tesis.

#### **3.2 Metodología de desarrollo del sistema experto**

La metodología de desarrollo es propio, basado en la teoría de los procedimientos para la elaboración de un sistema experto y en el trabajo realizado para la selección de

cosméticos por las personas basadas en sus características personales, edad, medio ambiente donde se usa y la sensibilidad de su piel, indicado en la referencia 12.

### **3.2.1 Requisitos para el sistema experto para el inicio de las investigaciones**

La ingeniería de requisitos para el desarrollo del sistema experto para el inicio de las investigaciones para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería, permite determinar el conjunto de actividades y tareas para el desarrollo del sistema experto.

#### **3.2.1.1 Descripción general del proceso**

Los egresados y estudiantes de los últimos ciclos de los programas profesionales de las universidades deben seleccionar un tema de tesis que les permita presentar un proyecto de tesis y luego de aprobado desarrollar dentro de un tiempo prudencial previsto en un año y una extensión especial de seis meses adicionales, luego presentar el informe de tesis y sustentarlo.

La selección del tema no tiene un apoyo estructurado y generalmente es un tema sugerido que no tiene en consideración los antecedentes del egresado o estudiante, lo que genera que no se logra tener concluido la tesis en el plazo previsto y muchos abandonan el proyecto.

Se desea realizar un sistema que permita evaluar si los antecedentes del tesista están orientados, respecto a las normas del programa, a una sub línea de investigación, o a una línea de investigación o solo a los cursos de una línea de investigación o no tiene ninguna orientación dentro del programa.

#### **3.2.1.2 Requerimientos funcionales**

El usuario ingresa al sistema la información de su perfil de tesista, según el requerimiento del sistema. El sistema le presenta en pantalla el resultado de la evaluación de su perfil, un comentario y los datos generales de su perfil.

#### **3.2.1.3 Requerimientos no funcionales**

El acceso de los usuarios al sistema es en línea mediante internet. La seguridad para el acceso al sistema exige que previamente el usuario sea registrado en el sistema. La información ingresada por los usuarios es almacenada en la base de datos del sistema en el Hosting.

#### **3.2.1.4 Características del sistema experto para el inicio de la investigaciones.**

Para la Implementación previamente se probado el correcto funcionamiento del sistema experto en una laptop, en uso directo ingresando al programa, observando la información por pantalla, ingresando el perfil del tesista por teclado y recibiendo los resultados por pantalla y por archivo pdf. Se debe tener un Hosting disponible e instalar en ella el programa del sistema experto, y compartir con los usuarios el dominio correspondiente.

En el Mantenimiento del sistema experto se considera la actualización del programa, realizando los cambios debidos a las normas de la carrera profesional y el desarrollo tecnológico, también las sugerencias de los usuarios, que son los tesistas y los asesores de los tesistas, para considerar otros aspectos complementando el perfil del tesista y los resultados del sistema. Para el mantenimiento luego de definir los cambios se debe modificar programa y probarlo en uso directo y luego reemplazar en el hosting.

En cuanto a Rendimiento, el uso del sistema no es muy exigente en cuanto a demanda y tiempo de respuesta, pero se tiene previsto que si se requiere mejorar el rendimiento actual, mejorar las características del hosting.

En lo referente a la calidad de código, se requiere y se cumple con que el código sea fácil de identificar las diversas partes, mediante comentarios en cada parte, es eficiente y legible para ser comprendida por cualquier desarrollador que desea replicar y mejorar.

#### **3.2.2 Desarrollo del sistema experto para el inicio de las investigaciones**

La metodología para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, está relacionado con los objetivos específicos que se definieron anteriormente, por lo tanto tiene cuatro partes:

La primera debe identificar los elementos necesarios para iniciar una buena tesis para el título profesional, que permita lograr un desarrollo oportuno y exitoso, esto es, en un tiempo prudencial entre seis meses y un año y de la calidad suficiente para que el asesor y los jurados puedan aprobarlo.

La segunda parte consiste en el diseño del sistema experto, teniendo en cuenta la información de los elementos identificados en base a los conocimientos de los expertos humanos, que son asesores y jurados de tesis de pregrado en Ingeniería Electrónica.

La tercera debe desarrollar y lograr el funcionamiento del piloto de sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.

La cuarta debe validar el funcionamiento del sistema experto y validar la utilidad del uso del sistema experto procesando los datos mediante las técnicas estadísticas.

Para obtener los resultados esperados en cada parte, se deberán cumplir ciertas fases y en ellas se realizarán actividades relacionados con la producción de determinados documentos, mediante el uso de algunas técnicas y con la participación de expertos, docentes, titulados, ingeniero de conocimiento, del investigador o dueño del proyecto, según sea el caso

En la tabla 3.1 se muestran las partes, los objetivos específicos y los resultados esperados de cada parte de la metodología aplicada.

**Tabla 3.1** Partes de la metodología de desarrollo del sistema experto

<b>PARTE</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO</b>	<b>RESULTADO ESPERADO</b>
<b>PRIMERA</b>	Identificar los elementos que intervienen en el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica	Elementos priorizados para el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica
<b>SEGUNDA</b>	Diseño de sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica	Sistema experto diseñado para facilitar el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica y sus especificaciones.
<b>TERCERA</b>	Desarrollar un piloto de sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones	Piloto de un sistema experto en funcionamiento
<b>CUARTA</b>	Validar el funcionamiento del piloto del sistema experto y validar la utilidad del uso del sistema experto mediante la estadística	Sistema experto validado en su funcionamiento y en su utilidad.

Para obtener los resultados esperados en cada parte, se deberán cumplir ciertas fases y en ellas se realizarán actividades relacionados con la producción de determinados documentos, mediante el uso de algunas técnicas y con la participación de expertos, docentes, titulados, ingeniero de conocimiento, del investigador o dueño del proyecto, según sea el caso.

### **3.2.2.1 Primera parte: Identificación de elementos para iniciar las investigaciones**

La primera parte de la metodología planteada nos permitirá saber, los aspectos importantes que debe cumplir el perfil del tesista, para obtener un desarrollo oportuno y exitoso de la tesis y se logrará mediante un proceso en el cual expertos humanos de las investigaciones en pregrado de ingeniería electrónica puedan compartir sus conocimientos y experiencias con el interesado en actuar como ingeniero del conocimiento para desarrollar el sistema experto.

Los expertos humanos son docentes que han sido asesores de tesis y jurados de tesis en pregrado de ingeniería electrónica como son los colegas de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo del Programa de Ingeniería Electrónica y los docentes estudiantes del Programa de Maestría en Ciencias de la Ingeniería Electrónica con mención en Telemática de la Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – FIEE.

### **3.2.2.2 Segunda parte: Diseño del sistema experto para iniciar las investigaciones**

En toda la segunda parte de la metodología es muy importante la participación del ingeniero de conocimientos, y tiene tres fases.

La primera fase es el diseño de la base de conocimientos del sistema experto, que debe cumplir con las premisas planteadas por el investigador o dueño del proyecto, y con el diseño se debe definir las especificaciones del módulo.

La segunda fase es el diseño de la máquina de inferencias del sistema experto, que debe cumplir con las premisas planteadas por el investigador o dueño del proyecto, y con el diseño se debe definir las especificaciones del módulo.

La tercera fase es el diseño de la interfaz del usuario y otros módulos necesarios del sistema experto, que debe cumplir con las premisas planteadas por el investigador o dueño del proyecto, y con el diseño se debe definir las especificaciones de los módulos.

En la tabla 3.2 se muestra las fases, los resultados y los detalles.

**Tabla 3.2** Fases de la segunda parte - Diseño

<b>DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO</b>			
<b>FASE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>DETALLE</b>
1	Diseño de la base de conocimientos	Base de conocimientos	Premisas Especificaciones del módulo. Participación de Ingeniero de conocimientos
2	Diseño del sistema de inferencias	Sistema de Inferencia	
3	Diseño del interfaz de usuario	Interfaz del usuario	

### 3.2.2.3 Tercera parte: Desarrollo del sistema experto - Iniciar las investigaciones

La tercera parte tienen dos fases, la primera fase es la Implementación del sistema experto, esta fase incluye los algoritmos y los códigos.

. La segunda fase es la prueba del piloto del sistema experto, que en realidad es una fase iterativa en combinación con la implementación del piloto, porque se tiene que ir probando paso a paso, en ella participan el ingeniero de conocimiento y el investigador o dueño del proyecto. En la tabla 3.3 se muestra las fases, los resultados y los detalles

**Tabla 3.3** Fases de la tercera parte - Desarrollo

<b>DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO</b>			
<b>FASE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>DETALLE</b>
1	Implementación del piloto del sistema	Bases de conocimientos Sistema de Inferencia Interfaz del usuario Otros módulos	Algoritmos y Códigos Participación del ingeniero de conocimientos
2	Prueba del piloto del sistema	Pruebas funcionamiento del sistema experto.	Pruebas iterativas con participación del ingeniero de conocimientos y el dueño del proyecto.

### 3.2.2.4 Cuarta parte: Validación del sistema experto.

La cuarta parte, tienen dos fases, la primera fase es la validación del sistema experto mediante la comparación de sus resultados con los resultados del análisis de los expertos humanos en base a los datos de prueba generados aleatoriamente, procesando mediante software estadístico SPSS versión 22.

La segunda fase es la validación de la utilidad del sistema experto mediante la opinión del tesista respecto al resultado y comentario del sistema experto basado en su perfil como

estudiante y egresado del programa de Ingeniería Electrónica del al UNPRG, cumpliendo de esta forma la rigurosidad estadística para la investigación científica. En la tabla 3.4 se muestra las fases, los detalles y las técnicas.

**Tabla 3.4** Fases de la cuarta parte – Validación

<b>VALIDACIÓN DEL SISTEMA EXPERTO Y VERIFICACIÓN DE USO</b>			
<b>FASE</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>DETALLE</b>	<b>TÉCNICAS</b>
1	Validación del funcionamiento del sistema experto	Validación del funcionamiento del sistema experto comparando los resultados del sistema experto y el resultado del análisis de los expertos humanos en base a los datos de prueba.	Análisis estadísticos de los resultados en base a los datos de prueba generados para la validación
2	Validación de la utilidad del uso del sistema experto,	Validación de la utilidad del uso del sistema experto relacionando los resultados y comentarios del sistema experto y la opinión del usuario sobre los resultados y comentarios del sistema experto en base al perfil del usuario.	Análisis estadísticos de los resultados en base a los datos del perfil del usuario.

### 3.3 Modelamiento matemático

De las cuatro partes que tiene la metodología del sistema propuesto solo el segundo tiene modelamientos matemática.

La primera parte de la metodología está relacionada con el diagnostico para identificar los elementos importantes en el inicio de las investigaciones de Ingeniería Electrónica, por lo que no tiene modelamiento matemático.

La tercera parte de la metodología está relacionada con el desarrollo del piloto del sistema experto en base a las especificaciones del diseño y no tiene modelamiento matemático.

La cuarta parte de la metodología está relacionada con la validación del funcionamiento del sistema experto y la validación de la utilidad del uso del sistema experto en base a la opinión de los usuarios, tampoco tiene modelamiento matemático.

La segunda parte de la metodología está relacionado el diseño del sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones de ingeniería electrónica, esta parte si tiene modelamiento y se puede utilizar como alternativas la lógica proposicional, la lógica de predicados o las reglas de producción según convenga.

### **3.3.1 Representación del conocimiento**

La representación del conocimiento es la metodología que emplea el ingeniero del conocimiento para transformar un conjunto de datos en información mediante la codificación adecuada para adaptarse a determinado modelo computacional del conocimiento. Para esta representación del conocimiento se debe optar por una de las diferentes configuraciones del motor o máquina de inferencia que utilizará el sistema experto.

Conforme a la arquitectura del motor de inferencias seleccionado para el sistema experto, se tendrán tres tipos de formas de operaciones basadas en toma de decisiones, cada una de ellas representa su conocimiento de diversa manera, las arquitecturas de los sistemas expertos, son basados: en reglas, en casos y en redes bayesianas.

Para la presente investigación se utiliza un sistema experto basado en reglas.

### **3.3.2 Sistema experto basado en reglas**

Los sistemas expertos basados en reglas, como indica su nombre usan reglas de la lógica, se basa en la comparación de los resultados y generación de nuevas reglas fundadas en la situación modificada para el espacio del problema en su estado anterior.

Así mismo pueden trabajar por inferencia lógica dirigida, deducción, inducción, abducción o heurística; también, iniciando con una evidencia inicial para un caso específico y orientándose a la obtención de una solución, o planteando una hipótesis que brinda posibles soluciones.

Los pasos que debe seguir un sistema basado en reglas siguen los pasos de los silogismos, también conocidos como lógica de predicados y se constituye en: Antecedentes, premisa o condición, que es la parte 1 y la parte 2 llamada consecuente, acción a tomar o conclusión.

### **3.3.3 Modelamiento por lógica de Predicados**

Este modelo define símbolos (sintaxis) para:

- Designar elementos ( PLC, motor, sensor temperatura)
- Designar conjuntos (Controladores, actuadores, sensores)

- Relaciones binarias (Arrancar, Parar, Acelerar)
- Funciones (The, Subset, True)

### Reglas

- Parte condicional (Cuerpo de la regla y está al lado derecho)
- Parte conclusión (Cabeza de la regla y está al lado izquierdo)

### Aplicación general

Fresando (Y,X) :- Encendido(Y,X)

Aplicación a procesos matemáticos

- Sistema presenta un conjunto de axiomas, compuesto por hechos y reglas
- Presenta teoremas basado en las preguntas que plantea el usuario.
- Seguimiento lógico de los axiomas para probar el teorema.

### Aplicación a procesos industriales

- Axioma1 Todos los controladores son configurables
- Axioma2 PLC M340 es un controlador
- Conclusión PLC M340 es configurable

### **3.4 Diagramas de bloques del componente principal**

El componente principal de la investigación es el sistema experto, como se desprende del análisis siguiente.

### 3.4.1 Proceso de ejecución del proyecto

El diagrama de bloques del proceso de ejecución de la presente investigación, está relacionado con los objetivos específicos, primero se realizará un diagnóstico para identificar los elementos para el inicio de las investigaciones, luego el diseño de un sistema experto que brinde un servicio para facilitar el inicio de las investigaciones, seguido del desarrollo de un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, y el cuarto objetivo específico se divide en dos actividades, primero la validación del funcionamiento del sistema experto y segundo la validación de la utilidad del uso del sistema experto.

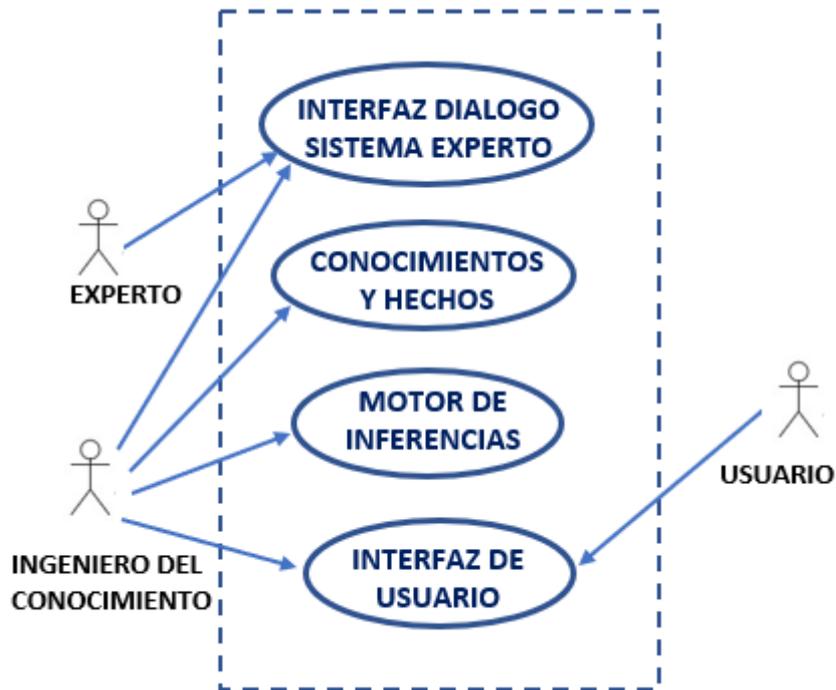
En la figura 3.1 se presenta el diagrama de bloques del proceso.



**Figura 3.1** Secuencia de la investigación

### 3.4.2 Participantes en el diseño del sistema experto

Se muestran los actores del software propuesto



**Figura 3.2** Diagrama UML del proceso de facilitar el inicio de las investigaciones

En la figura 3.2, se presenta un diagrama UML del proceso para facilitar las investigaciones que realiza el sistema experto, en ella se observa a los tres actores relacionados con el software requerido: el experto, el ingeniero de conocimiento y el usuario.

El ingeniero de conocimiento interviene en los diferentes módulos o elementos del sistema experto, mientras que el usuario solo a la interfaz del usuario, el experto puede tener acceso al directo al interfaz de dialogo con el sistema experto o puede contribuir por intermedio del ingeniero de conocimiento.

### 3.4.3 Diagrama de bloques estructural del sistema experto

En la figura 3.3 mostramos el diagrama de bloques estructural general de un sistema experto, mostrando los tres elementos fundamentales: la Base de Conocimiento, el Motor de Inferencias y la interfaz del usuario.

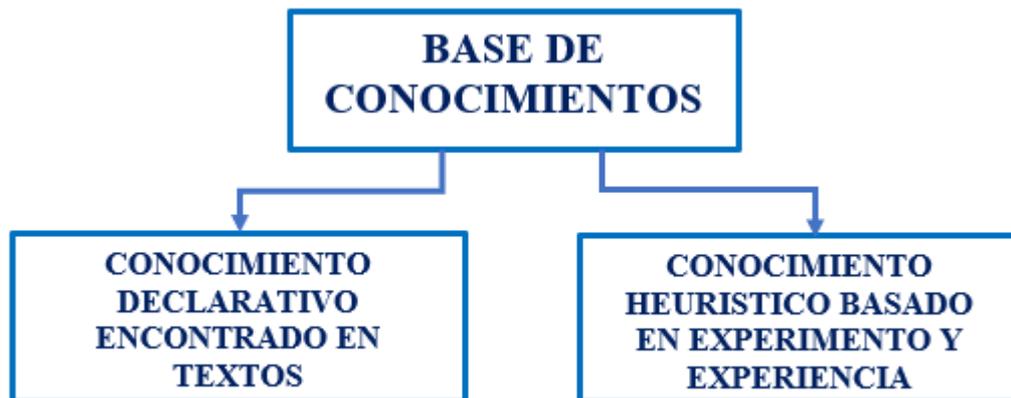


**Figura 3.3** Diagrama de bloques estructural del sistema experto

### 3.5 Detalle de los bloques del sistema experto

#### 3.5.1 Base de conocimientos

La base de conocimientos tiene dos componentes de procesamiento, como se muestra en la figura 3.4



**Figura 3.4** Detalle de la base de conocimientos

Los dos componentes de procesamiento son: El conocimiento declarativo o conocimiento efectivo, es lo que se encuentra en los libros de textos lo que se conoce como la ciencia aceptada y el conocimiento heurístico que es el conocimiento basado en la experiencia de los expertos y de experimentos realizados en los últimos años y relacionados con la disciplina que se está estudiando.

En el sistema experto, la base de conocimientos es la parte que contiene el conocimiento de la especialidad o dominio, para ello, hay que abstraer los conocimiento de los expertos humanos y ingresarlos en la base de conocimientos. Un ejemplo de representar el conocimiento de los expertos humanos en un sistema experto son las reglas.

El ingeniero de conocimiento adquiere la información del experto y lo incorpora a la base de conocimientos.

La heurística se considera como el arte de crear, con la intención de lograr métodos, estrategias, criterios, para dar solución a problemas mediante la creatividad, del pensamiento divergente o lateral. La heurística está basada en la propia experiencia de la persona, y de otras personas para proponer una solución factible al problema.

### 3.5.2 Base de reglas

Al analizar más en detalle la base de conocimientos, también se puede identificar un componente interno que se suele llamar Base de Reglas, una regla, como se indicó anteriormente, tiene una estructura condicional que debe relacionar de manera lógica la información del antecedente con la información del consecuente, como se presenta en la figura 3.5.

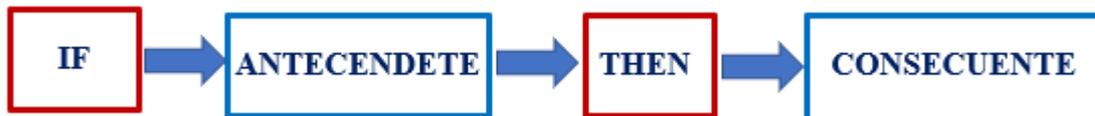


Figura 3.5 Detalle de la base de reglas

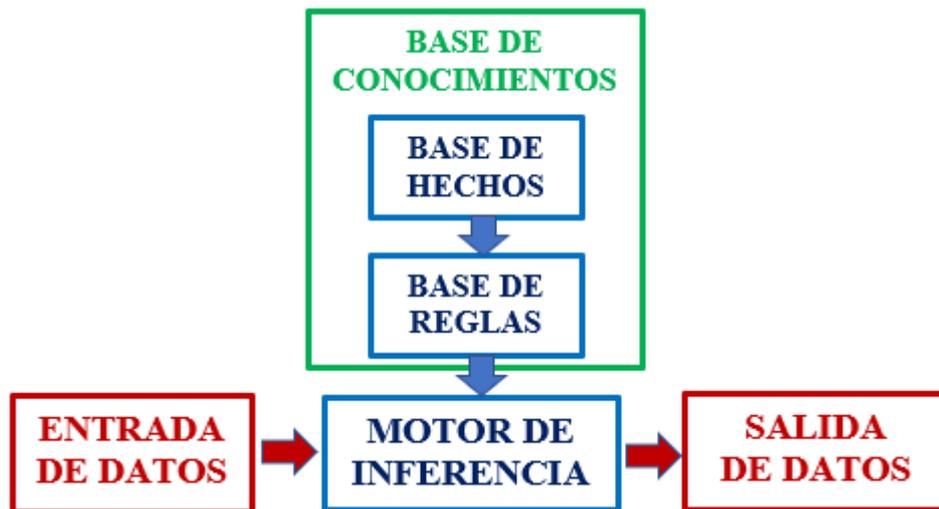
### 3.5.3 Funcionabilidad del motor de inferencias

En la mayoría de los casos del diseño de un sistema experto, se utiliza un shell validado como componentes del sistema experto, esto nos garantiza un funcionamiento adecuado, sin embargo, cuando el shell seleccionado no funciona como es deseado, se debe seleccionar otro shell o crear un shell propietario, lo cual es para casos muy específico y es costo y demanda tiempo.

Los Shell recomendados son los que corresponden típicamente al software que se seleccionó y que se asume cumple con los requisitos definidos para el desarrollo del prototipo. El motor de inferencia realiza el procesamiento lógico y trabaja con la información de la base de conocimientos, esto es con los hechos y con las reglas definidas en las correspondientes bases.

Los datos de entrada y la información del sistema experto en la base de conocimientos, base de hechos y base de reglas, son procesados por el motor de inferencias para poder generar y presentar los resultados en los datos de salida.

En la figura 3.6 se presenta las relaciones del motor de inferencias en el sistema experto.



**Figura 3.6** Detalle de la acción del motor de inferencia

### 3.5.4 Funcionabilidad de la Interfaz del usuario

Igual que en el caso del motor de inferencias, el interfaz del usuario del shell es el que permite un funcionamiento seguro por estar validado, sin embargo, en la siguiente etapa del desarrollo del sistema experto, etapa de Refinamiento y generalización, se incluye mejoras para una comunicación más amigable con el usuario, teniendo en cuenta, el sistema experto ya está validado y cualquier falla puede deberse al interfaz del usuario.

En la última etapa del desarrollo de un sistema experto, mantenimiento y puesta al día, también se puede realizar algunas mejoras respecto a la interfaz de usuario, porque en esa etapa se tiene en cuente todos cambios para un mejor uso del sistema.

En la figura 3.7, se presentan los componentes para el diseño de un sistema experto en base a un shell validado y donde el esfuerzo mayor para la construcción del sistema experto recae en elaboración de la base de conocimiento, en ella se incluyen los hechos y las reglas obtenidas por el ingeniero de conocimientos desde los documentos y experiencia de los expertos y de los requisitos del dueño del proyecto.



**Figura 3.7** Diseño de un sistema experto usando un shell validado

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y RESULTADOS**

En el presente capítulo se presentan los resultados de la tesis, en el orden de los objetivos específicos y concluyendo con el objetivo general.

#### **4.1 Elementos para el inicio de una investigación**

En cumplimiento del primer objetivo relacionado con los elementos para el inicio de una investigación en Ingeniería Electrónica se ha realizado el levantamiento de información del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de los expertos humanos que son los docentes del Programa y los docentes que estudiaron la Maestría en Ciencias de la Ingeniería Electrónica con mención en telemática en los semestres 2020-I al 2021-II.

##### **4.1.1 Información interna del Programa de Ingeniería Electrónica de UNPRG**

###### **4.1.1.1 Líneas y sub líneas de investigación en Ingeniería Electrónica**

El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo tiene definido sus áreas y líneas de investigación, se presentan en la tabla 4.1.

**Tabla 4.1** Áreas y Líneas de investigación de Ingeniería Electrónica

<b>ÁREAS</b>	<b>SUBÁREAS</b>	<b>DISCIPLINAS</b>	<b>LÍNEAS DE INV.</b>
<b>INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA</b>	Ingeniería	Ingeniería eléctrica y electrónica	SISTEMAS DE ENERGÍA
	Eléctrica,	Automatización y sistemas de control	AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
	Electrónica e	Ingeniería de sistemas y comunicaciones	PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE SEÑALES
	Informática	Telecomunicaciones	TELECOMUNICACIONES Y REDES

###### **4.1.1.2 Plan de Estudios del Programa de Ingeniería Electrónica**

El Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, considerando la parte de la formación profesional, a partir del sexto ciclo tiene los cursos obligatorios del sexto y séptimo ciclo que se presentan en la tabla 4.2, los cursos

obligatorios del octavo, noveno y décimo que se muestran en la tabla 4.3 y los cursos electivos del octavo, noveno y décimo que se muestran en la tabla 4.4.

**Tabla 4.2** Cursos obligatorios del sexto y séptimo ciclo.

<b>SEXTO CICLO</b>	<b>SÉPTIMO CICLO</b>
Sistemas de comunicaciones digital I	Sistemas de comunicaciones digital II
Control I	Control II
Líneas de transmisión y sistemas radioeléctricos	Telemática
Procesamiento digital de señales	Procesamiento digital de imágenes
Electrónica de potencia	Transmisión de datos
Metodología de la investigación	Tesis I

**Tabla 4.3** Cursos obligatorios del octavo, noveno y décimo ciclo

<b>OCTAVO CICLO</b>	<b>NOVENO CICLO</b>	<b>DECIMO CICLO</b>
Sistemas de control industrial I	Sistemas de control industrial II	Control avanzado
Sistemas de comunicación ópticos y redes	Comunicación inalámbrica	Comunicaciones satelitales
Técnicas de Recolección y análisis de datos	Tesis II	Gestión de proyectos de ingeniería electrónica

**Tabla 4.4** Cursos electivos del octavo, noveno y décimo ciclo

<b>OCTAVO CICLO</b>	<b>NOVENO CICLO</b>	<b>DECIMO CICLO</b>
Redes de acceso y medio compartido	Aplicaciones de servicios de redes	Planificación y gestión de redes
Teoría de control en bioingeniería	Electrónica médica	Instrumentación Médica
Sistemas energéticos	Redes neuronales	Robótica

#### **4.1.2 Información general externa de Ingeniería Electrónica**

##### **4.1.2.1 Elementos priorizados para el inicio de investigaciones**

Para determinar los elementos necesarios para el inicio de una investigación para tesis de pregrado, que es requisito para obtener el título profesional de Ingeniero Electrónico, se realizó entrevistas a docentes de diversas universidades, entre ellos a los docentes que estudian la maestría en la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Ingeniería, maestría en Ciencias de la Ingeniería Electrónica con mención Telemática, cuyo consolidado se muestra en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5** Elementos determinados en entrevistas a docentes

<b>ELEMENTOS CONSOLIDADOS DE LAS ENTREVISTAS A DOCENTES</b>
Cursos del plan de estudios en el que destaco el estudiante.
Prácticas realizadas por el estudiante en empresas.
Cursos de especialización externas que llevó el estudiante.
Experiencia práctica previa del tesista en el tema
Personas o instituciones interesados en la solución o mejora del tema de tesis.
Expectativa de trabajo futuro del estudiante en una campo relacionado con el tema.
Relación de familiares o amigos vinculados con el tema de tesis

Con la información consolidada se preparó una encuesta para seleccionar los elementos que deben ser considerados en el sistema experto del presente proyecto.

En la encuesta participaron docentes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, docentes del Programa de Ingeniería Electrónica y docentes del programa de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, docentes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, docentes del Programa de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad de Piura, y algunos docentes de otras universidades, haciendo un total de 22 docentes. El resultado seleccionado se muestra en la tabla 4.6

**Tabla 4.6** Elementos Priorizados para inicio de una investigación

<b>ORDEN</b>	<b>ELEMENTOS PRIORIZADOS POR DOCENTES</b>
1	Cursos del plan de estudios en el que destaco el estudiante
2	Cursos de especialización externas que llevó el estudiante
3	Experiencia práctica previa del tesista en el tema
4	Personas o instituciones interesados en la atención del tema de tesis

#### **4.1.2.2 Sub líneas de investigaciones de Ingeniería Electrónica**

Se realizo un análisis documentario basado en la información de la web de las universidades del Perú, para identificar las sub líneas de investigación de las cuatro líneas de investigación del programa de Ingeniería Electrónica, proponiendo para Automatización y control cuatro siete sub líneas que se muestran en la tabla 4.7, para Telecomunicaciones y redes tres sub líneas que se presentan en la tabla 4.8.

**Tabla 4.7** Sub líneas de investigación de Automatización y Control

<b>SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>
Automatización industrial convencional
Automatización industrial emergente I4.0
Control inteligente de viviendas y ciudades
Control de sistemas biomédicos

**Tabla 4.8** Sub líneas de investigación de Telecomunicaciones y redes

<b>SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE TELECOMUNICACIONES Y REDES</b>
Sistemas de comunicaciones inalámbricas
Sistemas de comunicación ópticas y físicas
Sistemas de seguridad y gestión de redes

Para las líneas de Procesamiento y análisis de señales y para Sistemas de energía, se proponen dos sub líneas para cada una, las que se presentan en las tablas 4.9 y 4.10.

**Tabla 4.9** Sub líneas de investigación de Procesamiento y análisis de señales

<b>SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE SEÑALES</b>
Sistemas de señales digitales y analógicas
Sistemas de visión e imágenes

**Tabla 4.10** Sub líneas de investigación de Sistemas de energía

<b>SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA</b>
Sistemas electrónicos para potencia eléctrica
Sistemas de energía renovables

#### **4.1.2.3 Cursos de especialización en Ingeniería Electrónica**

Se realizó un análisis documental basado en la información de la web de las universidades del Perú y otras instituciones de capacitación, para identificar los cursos de especialización que pueden llevar los estudiantes y egresados como complemento a su formación profesional en la UNPRG, los cursos de especialización en automatización y control se presentan en la tabla 4.11.

**Tabla 4.11** Cursos de especialización relacionados con automatización y control

<b>CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>
Sistemas de automatización de plantas industriales
Sistemas de comunicaciones industriales.
IoT Internet de las cosas, IIoT Internet Industrial de las cosas
Cuarta Revolución industrial I4.0
Inteligencia artificial, Machine Learning, Deep Learning
Ciberseguridad
Automatización en tiempo real.
Domótica e Inmótica, Smart City.
Sistemas de video vigilancia y seguridad
Equipos médicos en general
Equipos de cirugía
Prótesis mioeléctricas

Los cursos de especialización en telecomunicaciones y redes se muestran en la tabla 4.12, en procesamientos de señales se muestran en la tabla 4.13 y en sistemas de energía en la tabla 4.14

**Tabla 4.12** Cursos de especialización relacionados con telecomunicaciones y redes

<b>CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES Y REDES</b>
Quinta Generación 5G de tecnologías móviles
Equipos de telecomunicaciones
Equipos de sistemas ópticos
Sistemas de redes de datos

**Tabla 4.13** Cursos de especialización relacionados con procesamiento de señales

<b>CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN EN PROCESAMIENTO DE SEÑALES</b>
Obtención de señales
Modificación y filtrado de señales
Captura y modificación de imágenes
Reconstrucción de señales

**Tabla 4.14** Cursos de especialización relacionados con sistemas de energía

<b>CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE ENERGÍA</b>
Fuentes de alimentación conmutadas
Convertidores de energía eléctrica
Sistemas de iluminación y de calentamiento
Energía fotovoltaica
Energía eólica
Energía solar y de biomasa

#### 4.1.2.4 Practicas Pre Profesionales en Ingeniería Electrónica

Se analizo las empresas de la Región Lambayeque, que brindan prácticas a estudiantes y se consolido en siete tipos de empresas relacionadas con automatización y control, y se presentan en la tabla 4.15.

**Tabla 4.15** Empresas para prácticas en automatización y control

<b>ENTIDADES DE PRACTICAS PRE PROFESIONALES ORIENTADAS A AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL</b>
Práctica en agroindustria y alimentos: Frutas, Azúcar, Arroz, bebidas.
Práctica en empresas de Industriales: Fabricas de bienes en general
Práctica en Centros Comerciales con sistemas de control industrial
Práctica en Edificios y construcciones con automatización de viviendas
Práctica en Empresas e instituciones: área de video vigilancia y seguridad
Práctica en Hospitales y clínicas: áreas de equipos médicos
Practica en Empresas proveedoras de equipos electrónicos médicos

También se consolido en cuatro tipos de empresas relacionadas con telecomunicaciones y redes que se muestran en la tabla 4.16, en tres relacionadas con procesamiento de señales que se muestran en la tabla 4.17 y finalmente en otras tres relacionadas con sistemas de energía y se muestran en la tabla 4.18.

**Tabla 4.16** Empresas para prácticas en telecomunicaciones y redes

<b>ENTIDADES DE PRACTICAS PRE PROFESIONALES ORIENTADAS A TELECOMUNICACIONES Y REDES</b>
Práctica en Telecomunicaciones: Movistar, Claro, Entel, Bitel
Práctica en Centros Comerciales, edificios y constructoras: Telecomunicaciones
Práctica en Empresas e instituciones: área de telecomunicaciones
Práctica en Empresas e instituciones: área de redes informáticas

**Tabla 4.17** Empresas para prácticas en procesamiento de señales

<b>ENTIDADES DE PRACTICAS PRE PROFESIONALES ORIENTADAS A PROCESAMIENTO DE SEÑALES</b>
Práctica en Instituciones públicas y privadas: área de estudio de señales
Practica en centros de investigación: área de procesamiento de señales.
Práctica en Empresas: área de sistemas de imágenes y video

**Tabla 4.18** Empresas para prácticas en sistemas de energía

<b>ENTIDADES DE PRACTICAS PRE PROFESIONALES ORIENTADAS A SISTEMAS DE ENERGÍA</b>
Práctica en Empresas eléctricas: Electronorte, Carhuaquero, REP
Práctica en Empresas de mantenimiento eléctrico
Práctica en Empresas de proyectos de energías renovables

#### 4.1.2.5 Facilidades y apoyo financiero para investigaciones

Se realizó un análisis documentario basado en la información de la web de las instituciones y organismos que financian o apoyan a las investigaciones de estudiantes y egresados y se consolidó la información a fin de difundir y procurar que los estudiantes busquen apoyo para dedicarse a sus investigaciones, se consolidó la información que se presenta en la tabla 4.19.

**Tabla 4.19** Tipos de entidades que apoyan las investigaciones

<b>ENTIDADES QUE BRINDAN FACILIDADES PARA INVESTIGACIÓN</b>
APOYO DE EMPRESA. Empresa brindará facilidades o apoyo financiero
APOYO DE FONDO CONCURSABLE. Tema incluido en fondo concursable
APOYO DE ESPECIALISTA. Especialista soporte de conocimientos del tema
NINGUNO, Ningún interesado.

#### 4.2 Diseño del sistema experto para el inicio de investigaciones

Se diseñó el sistema experto para el inicio de las investigaciones basándonos en los elementos obtenidos en el primer resultado.

##### 4.2.1 Especificaciones del sistema experto

El sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica debe tener las siguientes especificaciones.

- La base del conocimiento debe estar basada en la información obtenida en los resultados referidos al primer objetivo específico.
- El sistema experto debe tener en cuenta en el diseño que el uso debe ser en línea y debe brindar información en pantalla y con un archivo pdf.
- El sistema experto se debe alojar en un hosting y en ella se debe tener una base de datos, para el acceso y uso se debe tener un dominio.
- El sistema experto debe utilizar el motor de inferencias y la interfaz del usuario del shell del software que se selecciona para implementarlo.
- El sistema experto debe validarse para garantizar un servicio adecuado para el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica.

#### 4.2.2 Arquitectura de sistema experto

En la figura 4.1 se presenta la arquitectura del sistema experto que se utilizara para el sistema propuesto, cuenta con una base de conocimiento, que incluye hechos y reglas, un motor de inferencia y una interfaz de usuario.

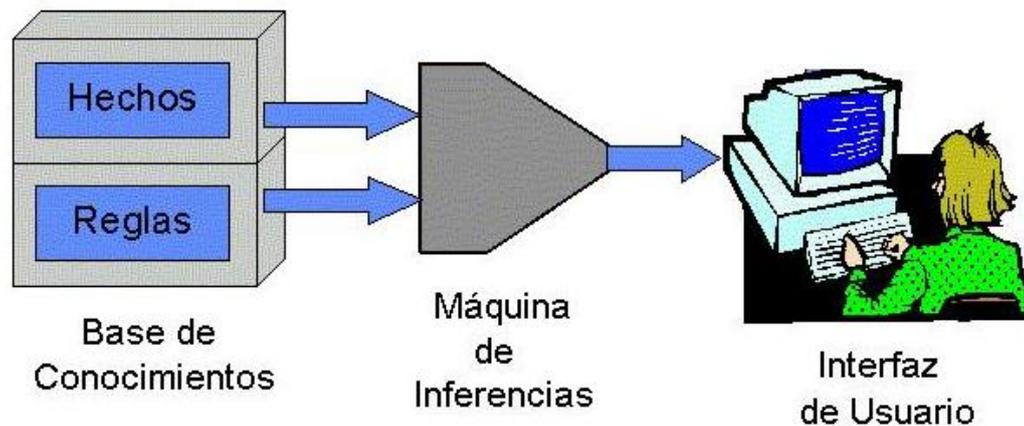


Figura 4.1 Arquitectura de sistemas experto propuesto

#### 4.2.3 Tipo de motor de inferencia

El motor de inferencia de un sistema experto es el elemento que realiza las interacciones entre las entradas y la información almacenada en el sistema para luego brindar la información a la salida para el usuario, y podemos decir que es el corazón del sistema experto. En la tabla 4.20 se presentan las especificaciones del motor de inferencia, que también identifican al sistema experto.

Tabla 4.20 Especificaciones del motor de inferencias

RUBRO	ESPECIFICACIÓN
LÓGICA DE PROGRAMACIÓN	Lógica de Predicados
PROCEDIMIENTOS	Basado en Reglas
TECNOLOGÍA	Jerárquico

#### 4.2.4 Lenguaje de Programación

En la tabla 4.21 se presentan las especificaciones del lenguaje de programación a utilizar para el sistema experto, se usa este lenguaje por ser el más conocido para desarrollar sistemas expertos y se desea aplicar como experiencia práctica real los conocimientos de la maestría en telemática.

**Tabla 4.21** Especificaciones del lenguaje

RUBRO	ESPECIFICACIÓN
LENGUAJE	Prolog
APLICACIÓN	SWI Prolog
TIPO	Código abierto

#### 4.2.5 Diagrama de Bloques Funcional

En la figura 4.2, se muestra el diagrama de bloques funcional del proceso para facilitar el inicio de las investigaciones, se inicia con el documento preparado por el investigador que llamaremos datos generados, el cual será ingresado al sistema experto mediante los correspondientes formularios o plantillas que proporciona la interfaz de usuario, el sistema experto analizará la información y brindará una respuesta respecto a la coherencia de la información otorgando una calificación de Muy Bueno, Bueno, Regular y Malo.

Si el calificativo es Muy Bueno, el perfil del tesista está muy bien relacionado con una línea y sub línea de investigación del Programa de Ingeniería Electrónica, y el sistema experto debe presentar un COMENTARIO: “El perfil del tesista se ajusta muy bien a la línea y sub línea de investigación. Éxitos” y además presenta la información de los cursos destacados, del curso de especialización y de la practica pre profesional.



**Figura 4.2** Diagrama de bloques funcional del proceso

Si el calificativo es Bueno, el perfil del tesista está relacionado con una línea de investigación del Programa de Ingeniería Electrónica, pero no está definido en forma específica con una sub línea de investigación, y el sistema experto debe presentar un COMENTARIO: “El perfil del tesista solo se ajusta a la línea de investigación, debe llevar cursos de especialización y practicas relacionadas con una sub línea, se recomienda complementar previamente para lograr un desarrollo oportuno y exitoso de la tesis” y además presenta la información de los cursos destacados, del curso de especialización y de la practica pre profesional, que ingreso al sistema como los datos de su perfil.

Si el calificativo es Regular, el perfil del tesista esta no tiene una relación con una línea de investigación del Programa de Ingeniería Electrónica, solo con una parte de ella, solo en lo referente a los cursos destacados o conocimientos de la formación profesional, y el sistema experto debe presentar un COMENTARIO: “El perfil del tesista No se ajusta ninguna la línea de investigación, solo a los cursos destacados de una línea de investigación, por lo tanto debe llevar cursos de especialización y practicas relacionadas con la línea de investigación de los cursos destacados, y se recomienda complementar previamente para determinar la línea de investigación de su tesis” y además presenta la información de los cursos destacados, del curso de especialización y de la practica pre profesional, que ingreso al sistema como los datos de su perfil.

Cuando el calificativo es Malo, el investigador deberá mejorar su perfil complementado sus conocimientos y experiencias hacia una línea de investigación y sub línea de investigación antes de definir su tema de investigación, y el sistema experto debe presentar un COMENTARIO: “El perfil No se ajusta ninguna la línea de investigación del Programa de Ingeniería Electrónica. Debe llevar cursos destacados por su cuenta, cursos de especialización y practicas relacionadas con una línea de investigación antes de definir su tema de tesis” y además presenta la información de los cursos destacados, del curso de especialización y de la practica preprofesional, que ingreso al sistema como los datos de su perfil.

Cuando el informe evaluado por el sistema experto tiene el calificativo de Muy bueno y Bueno, el investigador debe preparar su proyecto basado en el vínculo de su perfil con la línea y sub líneas de investigación determinadas por el sistema experto, lo que le brinda una gran probabilidad de desarrollar una tesis de calidad en un periodo de tiempo adecuado.

#### 4.2.6 Pseudocódigo y diagrama de bloque del sistema experto

El sistema experto propuesto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, está compuesto por fases que se refieren al ingreso de datos del perfil del tesista al sistema experto y el segundo se refiere al proceso de los datos ingresados y a la salida de los resultados en pantalla y en archivo PDF.

##### 4.2.6.1 Fase 1: Ingreso de datos del perfil

En la fase 1 del sistema experto el sistema pide el ingreso de información referente al perfil de tesista, ingresando su DNI como identificación del tesista en el sistema, DNI que previamente debe ser matriculado por el administrador del sistema.



**Figura 4.3** Diagrama de bloques de la fase1 ingreso de datos del perfil

Luego el sistema solicita que ingrese por teclado los datos indicados como son nombre y apellidos, cursos destacados, cursos de especialización, experiencias prácticas que realizó el tesista, y las facilidades que obtuvo para la realización de la tesis.

En la figura 4.3 se presenta el diagrama de bloques de la fase 1 que corresponde al ingreso de los datos del perfil del usuario al sistema y en la tabla 4.22 El Pseudocódigo de la fase 1.

**Tabla 4.22** Pseudocódigo de la fase 1 – datos de perfil

<b>1</b>	<b>Ingresar a la Fase 1 del sistema experto – Datos de Perfil</b>
<b>2</b>	<b>INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA</b>
2	Mostrar Pantalla inicial con pedido de datos de la investigación
<b>3</b>	<b>Leer datos de la investigación ingresados por teclado</b>
4	Número de DNI
5	Nombres y apellidos
<b>6</b>	<b>Mostrar código y nombres de los cursos y demás datos a ingresar</b>
7	Curso destacado 1
8	Curso destacado 2
9	Curso de especialización
10	Experiencia práctica
11	Facilidades para la investigación
<b>12</b>	<b>END</b>

#### 4.2.6.2 Fase 2: Proceso y resultados

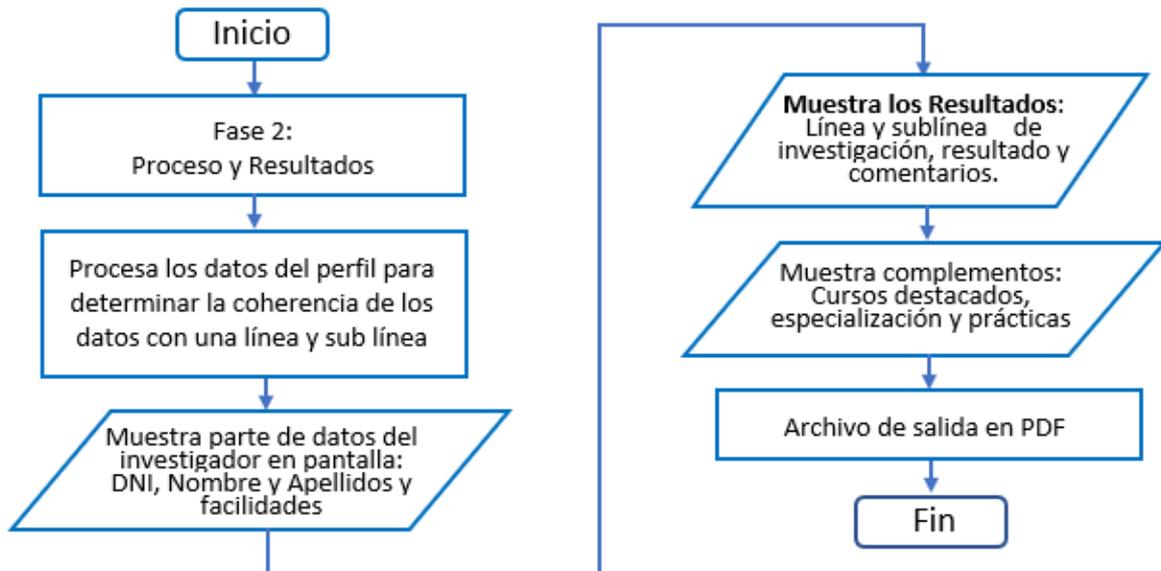
En la fase 2 del sistema experto el sistema procesa la información del perfil del tesista ingresado en la fase1 y lo evalúa con la base de conocimientos mediante el motor de inferencia determinando el alineamiento con una línea y sub línea de investigación, lo cual da un resultado Muy Bueno, o si el alineamiento es solo con la línea de investigación más no con una sub línea de investigación específica dentro de dicha línea, con un resultado de Bueno, si solo coinciden con los cursos destacados de una línea el resultado es regular y si los datos del perfil no tiene una coherencia adecuada con al alguna línea de investigación el resultado es Malo.

En la fase 2 del sistema experto, el sistema presenta los resultados por pantalla y proporciona un archivo en PDF, que el usuario puede descargar.

En el sistema experto el ingeniero del conocimiento ha almacenado previamente en la base de conocimiento, los conocimientos específicos de la especialidad, basado en textos y documentos publicados, así como las experiencias de los expertos.

El usuario del sistema al hacer una consulta responde a las preguntas del sistema y cada una de ellas se almacenan temporalmente para ser procesadas, luego el motor de inferencia realiza comparaciones mediante las reglas previamente almacenadas en el motor de inferencias, y si los valores de las variables son las mismas en la base de conocimiento y de la base de hechos el motor asigna a una nueva variable el valor lógico correspondiente: True si son iguales o False si no son iguales o no existe esos valores. Si es verdadero o True, el valor se almacena como un nuevo hecho.

En la figura 4.4 se presenta el diagrama de bloques de la fase 2 y en la tabla 4.23 se muestra el Pseudocódigo de la fase 2.



**Figura 4.4** Diagrama de bloques de la fase2 proceso y resultados

**Tabla 4.23** Pseudocódigo de la fase 2 – Proceso y resultados

1	<b>Buscar de información en la base de conocimientos</b>
2	Evaluar la información ingresada y comparar con la información almacenada
3	<b>Mostrar Pantalla con Resultados de la revisión del tema de investigación</b>
4	<b>INFORMACIÓN DEL TEMA DE LA INVESTIGACIÓN</b>
5	Número de DNI
6	Nombre y apellidos
7	Facilidades para la investigación
8	Califica para la línea de investigación
9	Con Sub línea de investigación
10	Resultado
11	Comentario
12	Cursos Destacados
13	Curso de Especialización
14	Práctica preprofesional
15	<b>Suministra los resultados en archivo PDF</b>
16	<b>END</b>

Estos procesos se repiten para todos los datos ingresados por usuario y se llaman procesos de primer orden o primer nivel, luego se realiza lo mismo con los nuevos hechos y se suele llamar procesos de segundo orden o segundo nivel, así con todos los niveles o jerarquías como se suele también llamar y que ayuda a reducir el número de reglas.

Para el resultado final el motor de inferencia tiene reglas con conectores AND, si se deben cumplir todas o conectores OR, si es suficiente el cumplimiento de uno de ellos, y si la regla da resultado verdadero o True, se presenta un texto previamente almacenado y si el resultado es falso o False, se presenta la variable con respuesta False.

Los resultados del proceso del sistema experto y los comentarios o recomendaciones que da el sistema son presentados por pantalla y como archivo PDF, y finalmente registrado en la base de datos del sistema web.

### 4.3 Desarrollo del sistema experto para el inicio de investigaciones

Se desarrolló un sistema experto para el inicio de las investigaciones de ingeniería electrónica basado en las especificaciones de diseño, de los diagramas de bloques y pseudocódigos, de la información de los elementos para iniciar las investigaciones que se obtuvieron como parte del primer objetivo y su correspondiente transformación como parte de la base de conocimientos y motor de inferencias.

#### 4.3.1 Construcción del sistema experto

Como se indicó el sistema experto se realizó usando el lenguaje de programación Prolog, que un lenguaje de Programación Lógica, mediante la Aplicación. En la figura 4.5 se muestra una imagen de SWI Prolog y su editor para el ingresar o digitar el código.

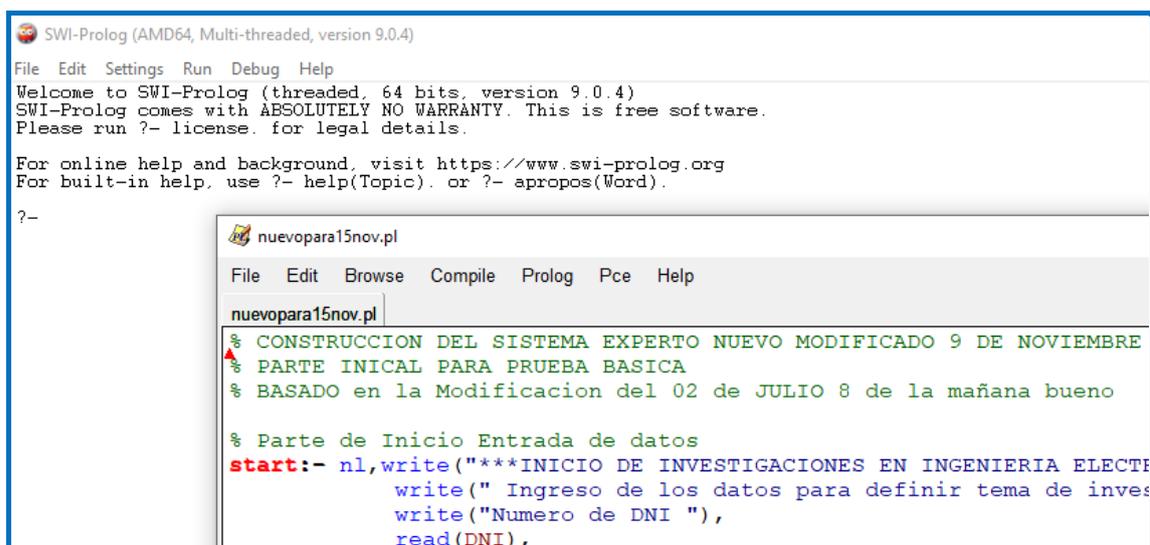
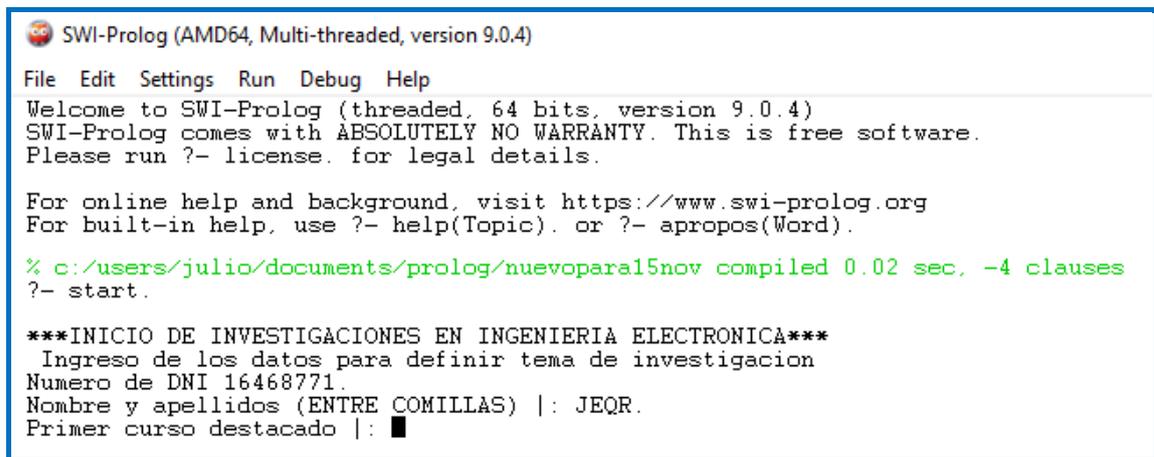


Figura 4.5 Imagen de la pantalla de SWI-Prolog y su editor

En la figura 4.6 se muestra la pantalla del SWI-Prolog ejecutando un Script de prueba del sistema experto llamado start y que primero pide los datos de entrada, luego procesa la información comparando con la base de conocimientos y el shell validado, para luego brindar la salida o respuesta del sistema experto.

En los anexos adjunta la guía de usuario del sistema experto con los códigos normalizados para cada uno de los datos del perfil de usuario que pide el sistema y también se adjunta imágenes del código completo del sistema experto en Prolog..



```
SWI-Prolog (AMD64, Multi-threaded, version 9.0.4)
File Edit Settings Run Debug Help
Welcome to SWI-Prolog (threaded, 64 bits, version 9.0.4)
SWI-Prolog comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY. This is free software.
Please run ?- license. for legal details.

For online help and background, visit https://www.swi-prolog.org
For built-in help, use ?- help(Topic). or ?- apropos(Word).

% c:/users/julio/documents/prolog/nuevopara15nov compiled 0.02 sec, -4 clauses
?- start.

***INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA ELECTRONICA***
Ingreso de los datos para definir tema de investigacion
Numero de DNI 16468771.
Nombre y apellidos (ENTRE COMILLAS) |: JEQR.
Primer curso destacado |: ■
```

**Figura 4.6** Imagen de la ejecución del script start.

### 4.3.2 Pruebas de la interacción con la aplicación SWI-Prolog

Después de desarrollar el código completo del sistema experto en el SWI-Prolog, y teniendo en cuenta la Guía de Usuario del sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, se probó en forma interactiva para muchos casos, realizándose las correcciones y mejoras necesarias.

Al final se obtuvieron resultados favorables, en las figuras siguientes se muestran imágenes de cuatro casos típicos, en la figura 4.7 se presenta una imagen de un resultado para el perfil de usuario con datos que brindan un resultado Muy bueno, y se observa que se muestra toda la información que se definió en el diseño del sistema experto.

```

?- start.

***INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA ELECTRONICA***
  Ingreso de los datos para definir tema de investigacion
Numero de DNI 55436765.
Nombre y apellidos |: "Ramon Cardenas Larios".
Primer curso destacado |: 24.
Segundo curso destacado |: 25.
Curso de especializacion (Que llevaste por tu cuenta) |: 50.
Practica Pre Profesional |: 68.
Facilidades para la Investigaci3n |: 74.

INFORMACION DEL TEMA DE LA INVESTIGACION
NUMERO DE DNI: 55436765
NOMBRE Y APELLIDOS: Ramon Cardenas Larios
FACILIDADES PARA LA INVESTIGACION: No cuenta con Apoyo
CALIFICA PARA LA LINEA DE INVESTIGACION: Sistemas de Energia
CON SUB LINEA DE INVESTIGACION: Sistemas de Energias Renovables
RESULTADO: MUY BUENO
COMENTARIO: El perfil del Tesista se ajusta muy bien a la linea y sub linea de investigaci3n. Exitos
CURSOS DESTACADOS:
Electr3nica de Potencia
Sistemas energeticos
CURSO DE ESPECIALIZACION:
Energia eolica
PRACTICA PRE PROFESIONAL:
Practica en empresas de mantenimiento el3ctrico

true .

```

**Figura 4.7** Imagen de la ejecuci3n del sistema experto R: Muy Bueno

En la figura 4.8 se muestra la imagen para un resultado Bueno y todos los datos correspondientes.

```

?- start.

***INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA ELECTRONICA***
  Ingreso de los datos para definir tema de investigacion
Numero de DNI 66575545.
Nombre y apellidos |: "Maria Pintado Rojas".
Primer curso destacado |: 04.
Segundo curso destacado |: 08.
Curso de especializacion (Que llevaste por tu cuenta) |: 33.
Practica Pre Profesional |: 59.
Facilidades para la Investigaci3n |: 72.

INFORMACION DEL TEMA DE LA INVESTIGACION
NUMERO DE DNI: 66575545
NOMBRE Y APELLIDOS: Maria Pintado Rojas
FACILIDADES PARA LA INVESTIGACION: Apoyo de Fondo Concursable
CALIFICA PARA LA LINEA DE INVESTIGACION: Automatizaci3n y Control
CON SUB LINEA DE INVESTIGACION: No Definido, diversos
RESULTADO: BUENO
El perfil del tesista solo se ajusta a la linea de investigaci3n, debe llevar cursos de especializaci3n
y pr3cticas relacionados con una sublinea, se recomienda compl
ementar previamente para lograr un desarrollo oportuno y exitoso de la tesis
CURSOS DESTACADOS:
Sistemas de control industrial II
Control avanzado
CURSO DE ESPECIALIZACION:
Domotica, Inmotica, Smart City
PRACTICA PRE PROFESIONAL:
Practica en empresas proveedoras de equipos m3dicos

true .

```

**Figura 4.8** Imagen de la ejecuci3n del sistema experto R: Bueno

En la figura 4.9 se muestra la imagen para un resultado Regular y todos los datos correspondientes.

```
?- start.

***INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA ELECTRONICA***
Ingreso de los datos para definir tema de investigacion
Numero de DNI 98987676.
Nombre y apellidos |: "Carlos Miranda Romero".
Primer curso destacado |: 24.
Segundo curso destacado |: 25.
Curso de especializacion (Que llevaste por tu cuenta) |: 39.
Practica Pre Profesional |: 55.
Facilidades para la Investigaci3n |: 73.

INFORMACION DEL TEMA DE LA INVESTIGACION
NUMERO DE DNI: 98987676
NOMBRE Y APELLIDOS: Carlos Miranda Romero
FACILIDADES PARA LA INVESTIGACION: Apoyo de Especialista
CALIFICA PARA LA LINEA DE INVESTIGACION: Ninguna Linea de Investigaci3n, los datos no son coherentes
CON SUB LINEA DE INVESTIGACION: No Definido, diversos
RESULTADO: REGULAR
El perfil del tesista No se ajusta ninguna linea de investigaci3n, solo a los cursos destacados de una linea
de investigaci3n, por lo tanto debe llevar cursos de espe
cializaci3n y pr3cticas relacionados con la linea de investigaci3n de los cursos destacados, y se recomienda
complementar previamente para determinar la linea de inve
stigaci3n de su tesis
CURSOS DESTACADOS:
Electr3nica de Potencia
Sistemas energeticos
CURSO DE ESPECIALIZACION:
Equipos de telecomunicaciones
PRACTICA PRE PROFESIONAL:
Practica en centros comerciales con sistemas de control industrial

true .
```

**Figura 4.9** Imagen de la ejecuci3n del sistema experto R: Regular

En la figura 4.10 se muestra la imagen para un resultado Malo y todos los dem3s datos del perfil del usuario y se observa que la informaci3n no est3 alineada con ninguna l3nea de investigaci3n, es muy diversa.

```
?- start.

***INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA ELECTRONICA***
Ingreso de los datos para definir tema de investigacion
Numero de DNI 65765456.
Nombre y apellidos |: "Samuel Ramirez Salazar".
Primer curso destacado |: 05.
Segundo curso destacado |: 18.
Curso de especializacion (Que llevaste por tu cuenta) |: 47.
Practica Pre Profesional |: 57.
Facilidades para la Investigaci3n |: 74.

INFORMACION DEL TEMA DE LA INVESTIGACION
NUMERO DE DNI: 65765456
NOMBRE Y APELLIDOS: Samuel Ramirez Salazar
FACILIDADES PARA LA INVESTIGACION: No cuenta con Apoyo
CALIFICA PARA LA LINEA DE INVESTIGACION: Ninguna Linea de Investigaci3n, los datos no son coherentes
CON SUB LINEA DE INVESTIGACION: No Definido, diversos
RESULTADO: MALO
El perfil no se ajusta a ninguna linea de Investigaci3n del Programa de Ingenieria Electr3nica, Debe
llevar cursos destacados por su cuenta, cursos de especializaci3
n y pr3cticas relacionados con una linea de investigacion antes de definir su tema de tesis
CURSOS DESTACADOS:
Teoria de control en bioingenieria
Aplicaciones de servicio de Redes
CURSO DE ESPECIALIZACION:
Convertidores de energia
PRACTICA PRE PROFESIONAL:
Practica en empresas e instituciones: 3rea de video vigilancia y seguridad

true .
```

**Figura 4.10** Imagen de la ejecuci3n del sistema experto R: Malo

En la figura 4.11 se observa la imagen de una pantalla verificando la respuesta del sistema experto en el proceso de desarrollar el mismo.

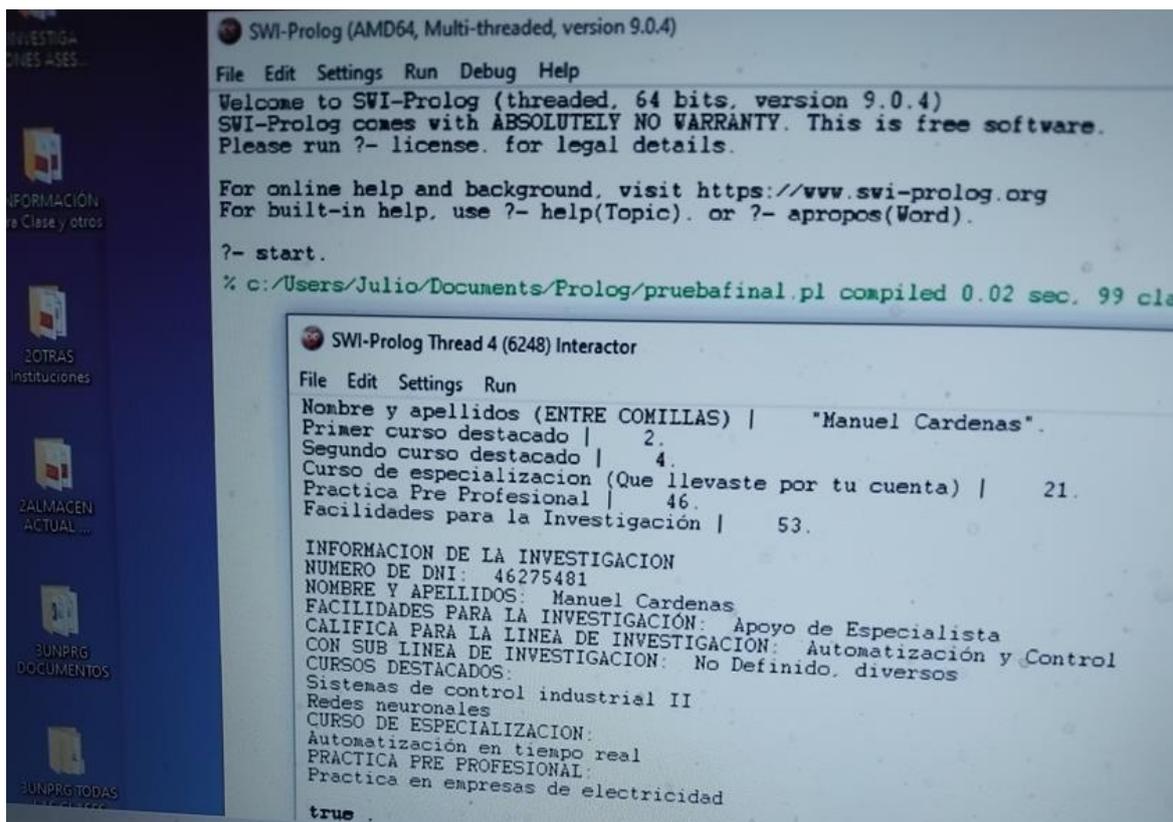


Figura 4.11 Imagen de las pruebas en la pantalla de la PC

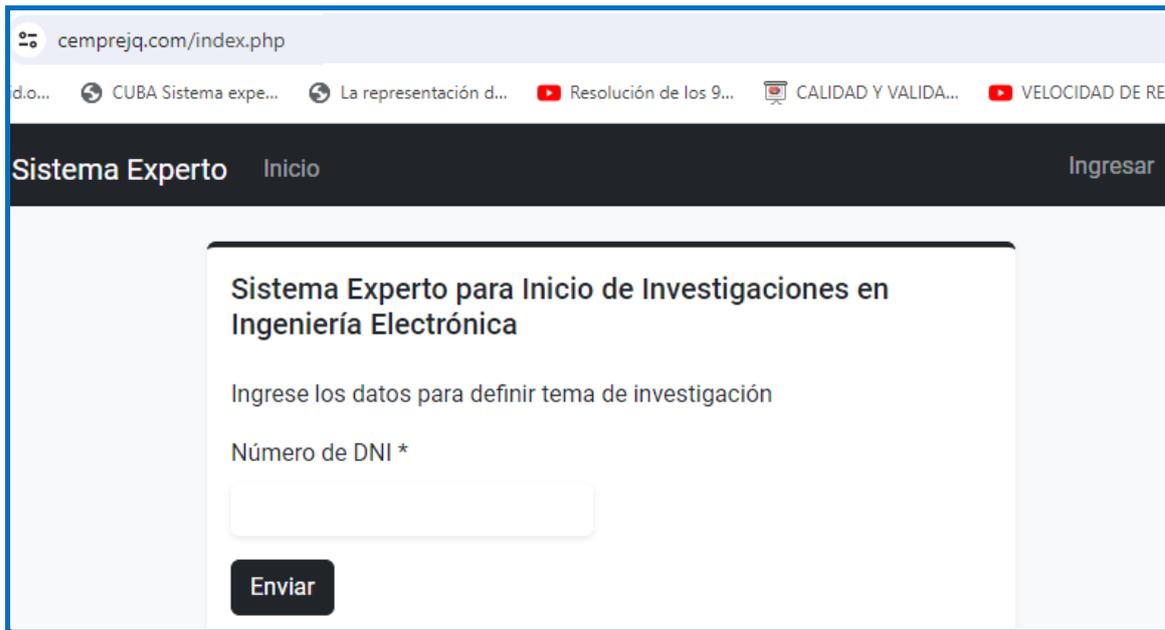
#### 4.3.3 Pruebas de la interacción en línea

Para poder tener acceso en línea al sistema experto se debe tener un dominio y un hosting, para este caso se adquirió el servicio de la empresa Hostinger que nos brinda un hosting, así tenemos en la tabla 4.24 los datos de este servicio.

Tabla 4.24 Especificaciones del servicio en línea

RUBRO	ESPECIFICACIÓN
DOMINIO	cemprejq.com
HOSTING	Hostinger
TECNOLOGÍA	Servicio online

Para poder acceder vía internet al sistema experto se puede buscar en Google: mediante el nombre del dominio: cemprejq.com o seguir el siguiente enlace: <http://cemprejq.com> se debe ingresar al siguiente enlace, en la figura 4.12 se muestra la pantalla que se presenta al ingresar al dominio de cemprejq.com.



**Figura 4.12** Imagen del acceso al sistema experto vía el dominio

Para poder acceder al servicio previamente debe ser matriculado por el administrador del sistema con el número del DNI de usuario, en la figura 4.13 se muestra la pantalla que el sistema experto presenta al usuario para que ingrese los datos de su perfil seleccionado las alternativas que corresponden a su realidad como estudiante.

**Figura 4.13** Imagen de parte de la pantalla sin completar la información del usuario

### Sistema Experto para Inicio de Investigaciones en Ingeniería Electrónica

Ingrese los datos para definir tema de investigación

Número de DNI *	Nombre y apellidos
16468771	Julio Ernesto Quispe Rojas
Curso destacado 1 *	Curso destacado 2 *
3. Sistemas de control indu: ▾	4. Sistemas de control indu: ▾
Curso de especialización *	Practica preprofesional *
27 Sistemas de comunicaci ▾	54 Practica en empresas inc ▾
Facilidades para la investigación *	
71 Apoyo de Empresa o Inst ▾	

**Enviar**

**Figura 4.14** Imagen de la pantalla con los datos del usuario para enviar

En la figura 4.14 se muestra la pantalla con los datos del perfil del usuario completado en el formulario y listo para ser enviado al sistema experto en línea, en ella primero el usuario a ingresado su nombre y apellido, luego ha seleccionado dos de los cursos más destacados dentro de los cinco cursos con mayor nota de plan de estudios a partir del sexto ciclo, que son los que figuran en el sistema experto.

También seleccionan los cursos de especialización que ha llevado por su cuenta y las prácticas preprofesionales que ha realizado, todos estos datos pueden ser demostrados con evidencias si el asesor desea verificar.

**Sistema Experto para Inicio de Investigaciones en Ingeniería Electrónica**

**Resultado**  
**DNI:** 16468771

**Nombre:** Julio Ernesto Quispe Rojas

**Cursos destacados**  
Sistemas de control industrial I  
Sistemas de control industrial II

**Curso de Especialización:** Sistemas de comunicaciones industriales

**Practica preprofesional:** Practica en empresas industriales: fabricas de bienes y materiales

**Facilidades para la investigación:** Apoyo de Empresa o Institución

**Línea de Investigación:** Automatización y Control

**Sublínea de Investigación:** Automatización Industrial Convencional

**Resultado:** MUY BUENO

**Comentario:** El perfil del tesista se ajusta muy bien a la línea y sub línea de investigación, exitos

**Fecha de registro:** 23/11/2023 14:22

[Descargar PDF](#) [Ir atrás](#)

**Figura 4.15** Imagen de la pantalla de respuesta del sistema experto

En la figura 4.15 se muestra la presentación del resultado por pantalla y tiene la posibilidad de descargar en archivo pdf o volver hacia atrás y en la figura 4.16 se muestra el resultado que presenta en el archivo pdf.

<b>Sistema Experto para Inicio de Investigaciones en Ingeniería Electrónica</b>	
<b>Resultado de prueba</b>	
<b>DNI:</b>	16468771
<b>Nombre y apellidos:</b>	Julio Ernesto Quispe Rojas
<b>Cursos destacado 1:</b>	Sistemas de control industrial I
<b>Cursos destacado 2:</b>	Sistemas de control industrial II
<b>Curso de especialización:</b>	Sistemas de comunicaciones industriales
<b>Práctica preprofesional:</b>	Practica en empresas industriales: fabricas de bienes y materiales
<b>Facilidades para la investigación:</b>	Apoyo de Empresa o Institución
<b>Línea de investigación:</b>	Automatización y Control
<b>Sublínea de investigación:</b>	Automatización Industrial Convencional
<b>Resultado:</b>	MUY BUENO
<b>Comentario:</b>	El perfil del tesista se ajusta muy bien a la línea y sub línea de investigación, exitos
<b>Fecha de registro:</b>	23/11/2023 14:22

**Figura 4.16** Imagen del resultado del sistema experto en pdf

La figura 4.17 es una imagen de la base de datos que almacena los resultados procesados por el sistema experto en línea.

Sistema Experto Estudiantes Resultados <span style="float: right;">admin</span>							
Lista de resultados							
Estudiante	Cursos destacados	Curso de especialización	Practica preprofesional	Facilidades para la investigación	Línea / Sublínea de Investigación	Resultado	Fecha
74422016 Miguel Perez Diaz	Sistemas de control industrial II	Cuarta revolución industrial I4.0	Practica en centros comerciales con sistemas de control industrial	Apoyo de Fondo Concursable	Automatización y Control	MUY BUENO	23/11/2023 14:29
	Control avanzado				Automatización Industrial Emergente I4.0		
16468771 Julio Ernesto Quispe Rojas	Sistemas de control industrial I	Sistemas de comunicaciones industriales	Practica en empresas industriales: fabricas de bienes y materiales	Apoyo de Empresa o Institución	Automatización y Control	MUY BUENO	23/11/2023 14:22
	Sistemas de control industrial II				Automatización Industrial Convencional		

**Figura 4.17** Imagen de la base de datos de sistema experto en el hosting.

Los resultados del sistema experto tienen los niveles que se muestran en la tabla 4.25, que muestra los cuatro niveles de la concordancia o acercamiento del perfil del usuario con una sub línea y línea de investigación.

**Tabla 4.25** Resumen de los resultados del sistema experto.

<b>RESULTADO</b>	<b>DETALLE</b>	<b>COMENTARIO</b>
<b>MUY BUENO</b>	TIENE LÍNEA Y SUB LÍNEA	El perfil del tesista se ajusta muy bien a la línea y sub línea de investigación. Éxitos
<b>BUENO</b>	TIENE SOLO LÍNEA	El perfil del tesista solo se ajusta a la línea de investigación, debe llevar cursos de especialización y practicas relacionadas con una sub línea, se recomienda complementar previamente para lograr un desarrollo oportuno y exitoso de la tesis
<b>REGULAR</b>	TIENE SOLO LOS CURSOS DESTACADOS DE UNA LÍNEA	El perfil del tesista No se ajusta ninguna la línea de investigación, solo a los cursos destacados de una línea de investigación, por lo tanto debe llevar cursos de especialización y practicas relacionadas con la línea de investigación de los cursos destacados, y se recomienda complementar previamente para determinar la línea de investigación de su tesis
<b>MALO</b>	DATOS DIVERSOS, NO ESTÁN ALINEADOS	El perfil No se ajusta ninguna la línea de investigación del Programa de Ingeniería Electrónica. Debe llevar cursos destacados por su cuenta, cursos de especialización y practicas relacionadas con una línea de investigación antes de definir su tema de tesis

#### **4.4 Validación del sistema experto para el inicio de investigaciones**

La validación del sistema experto tiene dos partes, la primera es la validación del funcionamiento de acuerdo con información de la Guía de usuario del sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica y la segunda la validación de la utilidad del sistema experto en base a la opinión de los usuarios.

##### **4.4.1 Pruebas de funcionamiento del sistema experto**

La validación del funcionamiento del sistema experto se realizó comparando los resultados del sistema experto con la evaluación de los expertos humanos a la misma muestra de datos de perfil del usuario generados aleatoriamente, mediante generación de números aleatorios dentro de ciertos rangos usando Excel

###### **4.4.1.1 Muestra para pruebas de funcionamiento**

La muestra tiene 50 propuesta de información de perfil de usuarios, de los cuales 10 corresponden a los rangos para la línea de investigación Automatización y control, 11 a Telecomunicaciones y redes, 2 a Análisis y procesamientos de señales y 2 a Sistemas de energía y 25 para los rangos de todas las posibilidades de los códigos normalizados en la Guía de Usuarios. Se muestra en la tabla 4.26.

**Tabla 4.26** Resumen de los resultados del sistema experto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	CANTIDAD	RANGO ALEATORIO		
		CURSOS	ESPEC	PRACT
Automatización y control	10	1 a 10	26 a 37	53 a 59
Telecomunicaciones y redes	11	11 a 21	38 a 41	60 a 63
Análisis y procesamiento señales	2	22 y 23	42 a 45	64 a 66
Sistemas de energía	2	24 y 25	46 a 51	67 a 69
Todos los rangos	25	1 a 25	26 a 52	53 a 70
TOTAL	50			

En la figura 4.17 se muestra el diagrama de bloques del proceso de validación del sistema experto, los mismos muestra de datos se aplica al sistema experto y a los expertos humanos, los resultados se integran en una base de datos en Excel y luego se alimentan al software SPSS para obtener la validez o invalidez estadística.

Si se logra la validez estadística significa que los resultados que presenta el sistema experto coinciden con los resultados de la evaluación de los expertos humanos.



**Figura 4.18** Diagrama de Validación del funcionamiento del Sistema Experto

#### 4.4.1.2 Resultados de las pruebas en el sistema experto

Para validar el sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones de ingeniería electrónica, se sometió a una muestra de 50 propuesta de datos que fueron procesados por el sistema experto, luego los resultados mostrados en pantalla y registrados en una hoja Excel como resultados del sistema experto, los datos como códigos de la Guía de Usuario y los resultados del sistema experto se muestra en la tabla 4.27, los resultados del sistema experto que se muestran solo son sobre la línea de investigación y la sub línea de investigación y el nivel resultado, Muy Bueno, Bueno, Regular y Malo.

**Tabla 4.27** Datos de entrada en códigos y resultados del sistema experto

ID	DATOS DE ENTRADA AL SISTEMA					RESULTADOS DEL SISTEMA EXPERTO		
	CUR1	CUR2	ESP	PRAC	FAC	LÍNEA	SUB LÍNEA	RES
1	2	5	26	57	73	A y C	No Definido. Diverso	Bueno
2	2	9	36	57	72	A y C	No Definido. Diverso	Bueno
3	10	4	30	55	73	A y C	A I Emergente	Muy B
4	9	5	36	59	71	A y C	C S Biomédicos	Muy B
5	10	3	33	56	74	A y C	C I Viviendas y Ed	Muy B
6	5	8	37	55	74	A y C	No Definido. Diverso	Bueno
7	1	5	28	58	74	A y C	No Definido. Diverso	Bueno
8	1	4	27	54	73	A y C	A I Convencional	Muy B
9	2	3	29	53	71	A y C	No Definido. Diverso	Bueno
10	8	7	26	53	71	A y C	No Definido. Diverso	Bueno
11	14	12	40	61	71	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
12	13	19	38	60	72	T y R	S C Inalámbricas	Muy B
13	17	21	39	63	71	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
14	12	17	40	63	74	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
15	16	19	38	62	73	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
16	18	19	41	63	73	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
17	17	18	41	62	73	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
18	11	21	39	62	71	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
19	16	12	40	61	71	T y R	S C Ópticas y Fís.	Muy B
20	14	18	38	61	72	T y R	S S y Gestión Redes	Muy B
21	13	11	41	60	73	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
22	22	23	43	66	74	P de S	No Definido. Diverso	Bueno
23	23	22	44	65	72	P de S	S Visión e Imágenes	Muy B
24	24	25	47	67	74	S de E	S E Potencia Eléctrica	Muy B
25	25	24	50	68	71	S de E	S Energía Renovables	Muy B
26	11	22	49	53	71	N L I	No Definido. Diverso	Malo
27	9	5	46	53	71	N L I	No Definido. Diverso	Regular
28	19	16	31	57	74	N L I	No Definido. Diverso	Regular
29	11	7	52	59	72	N L I	No Definido. Diverso	Malo
30	16	2	41	60	71	N L I	No Definido. Diverso	Malo
31	1	3	27	54	74	A y C	A I Convencional	Muy B
32	5	6	35	58	74	A y C	C S Biomédicos	Muy B
33	19	20	39	61	73	T y R	S C Inalámbricas	Muy B
34	1	25	34	58	71	N L I	No Definido. Diverso	Malo
35	8	4	31	54	71	A y C	A I Emergente	Muy B
36	12	24	44	70	74	N L I	No Definido. Diverso	Malo
37	12	2	30	59	73	N L I	No Definido. Diverso	Malo
38	21	8	41	59	72	N L I	No Definido. Diverso	Malo
39	13	6	30	64	72	N L I	No Definido. Diverso	Malo
40	20	18	39	62	73	T y R	No Definido. Diverso	Bueno
41	23	22	50	55	74	N L I	No Definido. Diverso	Regular
42	25	24	51	67	72	S de E	No Definido. Diverso	Bueno
43	14	6	31	55	71	A y C	No Definido. Diverso	Regular
44	3	7	43	67	74	N L I	No Definido. Diverso	Regular
45	4	14	34	56	72	A y C	C I Viviendas y Ed.	Muy B
46	10	6	42	67	71	N L I	No Definido. Diverso	Regular
47	21	23	49	57	73	N L I	No Definido. Diverso	Malo
48	16	13	29	57	74	N L I	No Definido. Diverso	Regular
49	14	1	26	58	72	A y C	No Definido. Diverso	Bueno
50	16	9	38	65	74	N L I	No Definido. Diverso	Malo

El informe sobre la línea de investigación que brinda el sistema experto, tiene dos niveles generales: 1 cuando los datos son diversos que no permiten identificar una línea de investigación el resultado es “Ninguna línea de investigación” – N L I. Y los Datos no

son coherentes, porque los datos no están alineados con conocimientos, especializaciones y prácticas hacia Automatización y control, o hacia Telecomunicaciones y redes o hacia Análisis y procesamientos de señales o hacia Sistemas de energía, están muy dispersos su conocimientos, capacitaciones y experiencias o no tienen capacitaciones y ni experiencias.

El otro nivel general: 2, si identifica una orientación y el sistema indica a que línea está orientado el tesista: puede ser a la Línea de investigación sobre Automatización y control – A y C, o Telecomunicaciones y redes – T y R, o Análisis y procesamientos de señales – P de S o Sistemas de energía – S de E, que son las cuatro líneas de investigación del Programa de Ingeniería Electrónica de la UNPRG.

En cuanto a la sub línea de investigación, indica también dos alternativas, una que indica “ No Definido. Diverso”, cuando no se ha identificado la línea o cuando aun cuando se haya identificado la línea, la información ingresada no es suficiente para determinar la sub línea, y en la otra alternativa si identifica una sub línea que corresponde a una de las líneas de investigación.

#### **4.4.1.3 Resultados de la evaluación por expertos humanos**

Los datos de entrada son los mismos que se usaron para el sistema experto con la diferencia que para el sistema experto se usó los códigos y para los expertos humanos se les presenta en texto los nombres de los cursos, especialización y prácticas que corresponden a los códigos, de acuerdo a la Guía de Usuarios del sistema experto.

Se realiza este cambio por que los expertos humanos identifican rápidamente la relación entre los cursos, especialización y prácticas por sus nombres y no relacionan fácilmente los códigos.

Por ello en la tabla 4.28 se tienen los datos de entrada en forma textual y el resultado que los expertos humanos, después de evaluar y dar su veredicto, sobre si se identifica la línea de investigación y la sub línea de investigación evaluando como “Muy Bueno”, de igual manera en el caso que cumpla solo con la líneas investigación evalúa como “Bueno”, y cuando solo cumple con los cursos destacados de una línea evalúa como “Regular”, cuando encuentra que no hay un alineamiento con ninguna línea de investigación evalúa como “Malo”.

La tabla tiene los datos de entrada y los resultados, en el anexo se presenta la tabla con mayores detalles, que incluye el DNI de los encuestados. El código ID, permite mantener la relación entre los códigos y los textos que pertenecen a un mismo registro.

**Tabla 4.28** Datos de entrada en texto y resultado de evaluación de expertos humanos

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS HUMANOS					RESUL TADO
ID	CURSO1	CURSO2	ESPECIALIZACIÓN	PRACTICA	
1	CONTROL II	TEORÍA DE CONTROL EN BIOINGENIERÍA	S. DE AUTOMATIZACIÓN PLANTAS INDUSTRIALES	VIDEO VIGILANCIA EN EMPRESAS	Bueno
2	CONTROL II	INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA	EQUIPOS DE CIRUGÍA	VIDEO VIGILANCIA EN EMPRESAS	Bueno
3	ROBÓTICA	SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL II	INTELIGENCIA ARTIFIC Y MACHINE LEARNING	CONTROL CENTROS COMERCIALES	Muy B
4	INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA	TEORÍA DE CONTROL EN BIOINGENIERÍA	EQUIPOS DE CIRUGÍA	EQUIPOS ELECTRÓ MÉDICOS	Muy B
5	ROBÓTICA	SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL I	DOMÓTICA, INMÓTICA Y SMART CITY	AUTOMATIZACIÓN EN EDIFICIOS	Muy B
6	TEORÍA CONTROL BIOINGENIERÍA	CONTROL AVANZADO	PRÓTESIS MIOELÉCTRICAS	CONTROL CENTROS COMERCIALES	Bueno
7	CONTROL I	TEORÍA DE CONTROL EN BIOINGENIERÍA	INTERNET INDUSTRIAL DE LAS COSAS	HOSPITALES Y CLÍNICAS	Bueno
8	CONTROL I	SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL II	SIST. COMUNICACIONES INDUSTRIALES	EMPRESAS INDUSTRIALES	Muy B
9	CONTROL II	SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL I	CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL I4.0	AGROINDUSTRIA Y ALIMENTOS	Bueno
10	CONTROL AVANZADO	REDES NEURONALES	SIST. AUTOMATIZACIÓN PLANTAS INDUSTRIAL	AGROINDUSTRIA Y ALIMENTOS	Bueno
11	TELEMÁTICA	SIST. COMUNICACIÓN DIGITALES II	EQUIPOS DE SISTEMAS ÓPTICOS	TELECOMUNICACIÓN CENTRO COMERCIAL	Bueno
12	L. TRANSMISIÓN Y S. RADIOELÉCTRICOS	COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	QUINTA GENERACIÓN COMUNICACIÓN M. 5G	EMPRESAS DE TELECOMUNICACIÓN	Muy B
13	REDES DE ACCESO MEDIO COMPARTIDO	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE REDES	EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES	REDES INFORMÁTICAS EN EMPRESAS	Bueno
14	SIST. COMUNICACIÓN DIGITALES II	REDES DE ACCESO Y MEDIO COMPARTIDO	EQUIPOS DE SISTEMAS ÓPTICOS	REDES INFORMÁTICAS EN EMPRESAS	Bueno
15	S. COMUNICACIÓN ÓPTICOS Y REDES	COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	QUINTA GENERACIÓN COMUNICACIÓN M. 5G	TELECOMUNICACIONES EN EMPRESAS	Bueno
16	APLICACIONES DE SERVICIO DE REDES	COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	SISTEMAS DE REDES DE DATOS	REDES INFORMÁTICAS EN EMPRESAS	Bueno
17	REDES DE ACCESO Y MEDIO COMPARTIDO	APLICACIONES DE SERVICIO DE REDES	SISTEMAS DE REDES DE DATOS	TELECOMUNICACIONES EN EMPRESAS	Bueno
18	SIS. COMUNICACIÓN DIGITALES I	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE REDES	EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES	TELECOMUNICACIONES EN EMPRESAS	Bueno
19	S. COMUNICACIÓN ÓPTICOS Y REDES	SIST. COMUNICACIÓN DIGITALES II	EQUIPOS DE SISTEMAS ÓPTICOS	TELECOMUNICACIÓN CENTRO COMERCIAL	Muy B
20	TELEMÁTICA	APLICACIONES DE SERVICIO DE REDES	QUINTA GENERACIÓN COMUNICACIÓN M. 5G	TELECOMUNICACIÓN CENTRO COMERCIAL	Muy B
21	L. TRANSMISIÓN Y S. RADIOELÉCTRICOS	SIST. COMUNICACIÓN DIGITALES I	SISTEMAS DE REDES DE DATOS	EMPRESAS DE TELECOMUNICACIÓN	Bueno
22	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES	PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES	MODIFICACIÓN Y FILTRADO DE SEÑALES	SISTEMAS DE IMÁGENES Y VIDEOS	Bueno
23	PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMAGEN	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES	CAPTURA MODIFICACIÓN DE IMÁGENES	CENTROS DE INVESTIG EN SEÑALES	Muy B
24	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	SISTEMAS ENERGÉTICOS	CONVERTIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA	EMPRESAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Muy B
25	SISTEMAS ENERGÉTICOS	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	ENERGÍA EÓLICA	EMPRESAS MANTENIMIENTO ELÉCTRICO	Muy B
26	SIS. COMUNICACIÓN DIGITALES I	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES	ENERGÍA FOTOVOLTAICA	AGROINDUSTRIA Y ALIMENTOS	Malo
27	INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA	TEORÍA DE CONTROL EN BIOINGENIERÍA	FUENTES CONMUTADA	AGROINDUSTRIA Y ALIMENTOS	Regular
28	COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	SIST. COMUNICACIÓN ÓPTICOS Y REDES	CIBERSEGURIDAD	VIDEO VIGILANCIA EN EMPRESAS	Regular
29	SIS. COMUNICACIÓN DIGITALES I	REDES NEURONALES	NO HA LLEVADO CURSO DE ESPECIALIZACIÓN	EQUIPOS ELECTRÓ MÉDICOS	Malo
30	S. COMUNICACIÓN ÓPTICOS Y REDES	CONTROL II	SISTEMAS DE REDES DE DATOS	EMPRESAS DE TELECOMUNICACIÓN	Malo

**Tabla 4.28 (Continuación)**

DATOS DE ENTRADA Y RESULTADO DE EVALUACIÓN DE EXPERTOS HUMANOS					RESULTADO
ID	CURSO1	CURSO2	ESPECIALIZACIÓN	PRACTICA	
31	CONTROL I	SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL I	SIST. COMUNICACIONES INDUSTRIALES	EMPRESAS INDUSTRIALES	Muy B
32	TEORÍA DE CONTROL EN BIOINGENIERÍA	ELECTRÓNICA MÉDICA	EQUIPOS MÉDICOS EN GENERAL	HOSPITALES Y CLÍNICAS	Muy B
33	COMUNICACIONES INALÁMBRICAS	COMUNICACIONES SATELITALES	EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES	TELECOMUNICACIÓN CENTRO COMERCIAL	Muy B
34	CONTROL I	SISTEMAS ENERGÉTICOS	SISTEMAS DE VIDEO VIGILANCIA SEGURIDAD	HOSPITALES Y CLÍNICAS	Malo
35	CONTROL AVANZADO	SISTEMAS DE CONTROL INDUSTRIAL II	CIBERSEGURIDAD	EMPRESAS INDUSTRIALES	Muy B
36	SIS. COMUNICACIÓN DIGITALES II	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	CAPTURA MODIFICACIÓN DE IMÁGENES	SIN PRACTICA	Malo
37	SIS. COMUNICACIÓN DIGITALES II	CONTROL II	INTELIGENCIA ARTIFIC Y MACHINE LEARNING	EQUIPOS ELECTRÓ MÉDICOS	Malo
38	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE REDES	CONTROL AVANZADO	SISTEMAS DE REDES DE DATOS	EQUIPOS ELECTRÓ MÉDICOS	Malo
39	L. TRANSMISIÓN Y S. RADIOELÉCTRICOS	ELECTRÓNICA MÉDICA	INTELIGENCIA ARTIFIC Y MACHINE LEARNING	ESTUDIOS DE SEÑALES INSTITUCIÓN	Malo
40	COMUNICACIONES SATELITALES	APLICACIONES DE SERVICIO DE REDES	EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES	TELECOMUNICACIÓN EN EMPRESAS	Bueno
41	PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMAGEN	PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES	ENERGÍA EÓLICA	CONTROL CENTROS COMERCIALES	Regular
42	SISTEMAS ENERGÉTICOS	ELECTRÓNICA DE POTENCIA	ENERGÍA SOLAR Y DE BIOMASA	EMPRESAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Bueno
43	TELEMÁTICA	ELECTRÓNICA MÉDICA	CIBERSEGURIDAD	REDES INFORMÁTICAS EN EMPRESAS	Malo
44	SISTEMAS CONTROL INDUSTRIAL I	REDES NEURONALES	MODIFICACIÓN Y FILTRADO DE SEÑALES	EMPRESAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Regular
45	SISTEMAS CONTROL INDUSTRIAL II	TELEMÁTICA	SISTEMAS DE VIDEO VIGILANCIA SEGURIDAD	AUTOMATIZACIÓN EN EDIFICIOS	Muy B
46	ROBÓTICA	ELECTRÓNICA MÉDICA	OBTENCIÓN DE SEÑALES	EMPRESAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	Regular
47	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE REDES	PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES	ENERGÍA FOTOVOLTAICA	VIDEO VIGILANCIA EN EMPRESAS	Malo
48	SIS. COMUNICACIÓN ÓPTICOS Y REDES	L. TRANSMISIÓN Y S. RADIOELÉCTRICOS	CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL 4.0	VIDEO VIGILANCIA EN EMPRESAS	Regular
49	CONTROL AVANZADO	CONTROL I	SIST. AUTOMATIZACIÓN PLANTAS INDUSTRIALES	EMPRESAS INDUSTRIALES	Muy B
50	SIS. COMUNICACIÓN ÓPTICOS Y REDES	INSTRUMENTACIÓN BIOMÉDICA	QUINTA GENERACIÓN DE COMUNICACIÓN 5G	CENTROS INVESTIG DE SEÑALES	Malo

#### 4.4.2 Análisis estadístico de los resultados de las pruebas de funcionamiento

El SPSS para los análisis de variables categóricas para procesar mediante tablas cruzadas solo permite dos valores, por ello para el caso de “Muy Bueno” se considera el valor 0 para todos los que no son “Muy Bueno” ( Buenos, Regular y Malos) y el valor de 1 para “Muy Bueno” y así para todos los casos, como se muestra en la tabla 4.29.

**Tabla 4.29** Valores para procesar en SPSS

Resultado	Valor Propio	Valor de Otros
Muy bueno	1 para Muy Bueno	0 para Bueno, Regular y Malo
Bueno	2 para Bueno	0 para Muy Bueno, Regular y Malo
Regular	3 para Regular	0 para Muy Bueno, Bueno y Malo
Malo	4 para Malo	0 para Muy Bueno, Bueno y Regular

**Tabla 4.30** Consolidado de resultados para procesar en SPSS

ID	SISTEMA EXPERTO		EXPERTOS HUMANOS		Muy B		Bueno		Regular		Malo	
	RESULTADO	VAL	RESULTADO	VAL	SE	EH	SE	EH	SE	EH	SE	EH
1	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
2	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
3	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
4	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
5	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
6	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
7	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
8	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
9	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
10	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
11	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
12	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
13	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
14	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
15	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
16	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
17	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
18	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
19	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
21	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
22	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
23	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
24	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
25	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
26	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
27	REGULAR	3	REGULAR	3	0	0	0	0	3	3	0	0
28	REGULAR	3	REGULAR	3	0	0	0	0	3	3	0	0
29	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
30	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
31	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
32	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
33	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
34	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
35	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
36	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
37	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
38	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
39	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
40	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
41	REGULAR	3	REGULAR	3	0	0	0	0	3	3	0	0
42	BUENO	2	BUENO	2	0	0	2	2	0	0	0	0
43	REGULAR	3	MALO	4	0	0	0	0	3	0	0	4
44	REGULAR	3	REGULAR	3	0	0	0	0	3	3	0	0
45	MUY BUENO	1	MUY BUENO	1	1	1	0	0	0	0	0	0
46	REGULAR	3	REGULAR	3	0	0	0	0	3	3	0	0
47	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4
48	REGULAR	3	REGULAR	3	0	0	0	0	3	3	0	0
49	BUENO	2	MUY BUENO	1	0	1	2	0	0	0	0	0
50	MALO	4	MALO	4	0	0	0	0	0	0	4	4

En la tabla 4.30 se muestra un consolidado de los resultados del proceso del sistema experto y de la evaluación de los expertos humanos, en ella se ha considerado como resultado 1 para Muy Bueno, 2 para Bueno, 3 para Regular y 4 para Malo y luego se ha

realizado un registro binario dicotómico para poder procesar con el programa SPSS, mediante las pruebas de McNemar, basado en los planteamientos del Dr. José Supo para evaluaciones sobre una misma variable en dos momentos distintos y adecuada para probar si un mismo evento evaluado por dos medios de medición o evaluación son iguales o son distintos. Las imágenes de los resultados de las pruebas en el SPSS se presentan en los anexos.

#### 4.4.2.1 Análisis estadístico de los resultados para nivel Muy Bueno.

Con los resultados de procesar en el SPSS, se han elaborado las tablas que justifican las decisiones de otorgar la validez a los resultados que brinda el sistema experto.

En la tabla 4.31 se tienen los resultados de la Prueba de McNemar mediante tabla cruzada de la información de las respuestas del sistema experto para Resultado: MUY BUENO, con dos variables categóricas dicotómicas: Resultados distinto a “MUY BUENO” son considerados en OTROS y Resultados que tiene Línea de investigación y Sub línea de investigación identificada en el perfil del usuario es considerado en SUB LINEA, y el resultado del proceso estadístico de la prueba de McNemar nos otorga una significancia exacta de dos caras o P-Valor = 1.0

**Tabla 4.31** Resultado de la prueba de McNemar en SPSS para Muy bueno.

		EXPERTO HUMANO			
		OTROS	SUB LÍNEA	TOTAL	
<b>SISTEMA</b>	<b>OTROS</b>	Recuento	34	1	35
		% del total	68,0%	2,0%	70,0%
<b>EXPERTO</b>	<b>SUB LÍNEA</b>	Recuento	0	15	15
		% del total	0,0%	30,0%	30,0%
<b>TOTAL</b>		Recuento	34	16	50
		% del total	68,0%	32,0%	100%

Prueba de McNemar – Significancia Exacta ( 2 Caras) = 1.000

#### 4.4.2.2 Análisis estadístico de los resultados para nivel Bueno.

En forma similar al caso anterior, se tienen los resultados de la Prueba de McNemar mediante tabla cruzada de la información de las respuestas del sistema experto para Resultado: BUENO, con dos variables categóricas dicotómicas: Resultados distinto a “BUENO” son considerados en OTROS y Resultados que tiene Línea de investigación pero no Sub línea de investigación identificada en el perfil del usuario es considerado en LÍNEA,

y el resultado del proceso estadístico de la prueba de McNemar nos otorga una significancia exacta de dos caras o P-Valor = 1.0. En la tabla 4.32 se tienen los resultados de la Prueba de McNemar.

**Tabla 4.32** Resultado de la prueba de McNemar en SPSS para Bueno.

		EXPERTO HUMANO			
			OTROS	LÍNEA	TOTAL
<b>SISTEMA</b>	<b>OTROS</b>	Recuento	32	0	32
		% del total	64,0%	0,0%	64,0%
<b>EXPERTO</b>	<b>LÍNEA</b>	Recuento	1	17	18
		% del total	2,0%	34,0%	36,0%
<b>TOTAL</b>		Recuento	33	17	50
		% del total	66,0%	34,0%	100%

Prueba de McNemar – Significancia Exacta ( 2 Caras) = 1.000

#### 4.4.2.3 Análisis estadístico de los resultados para nivel Regular.

Para el Resultado del sistema experto: REGULAR, con dos variables categóricas dicotómicas: Resultados distinto a “REGULAR” son considerados en OTROS y Resultados que tienen solo los cursos destacados de una línea de investigación es considerado en SOLO CURSOS, y el resultado del proceso estadístico de la prueba de McNemar nos otorga una significancia exacta de dos caras o P-Valor = 1.0. En la tabla 4.33 se tienen los resultados de la Prueba de McNemar.

**Tabla 4.33** Resultado de la prueba de McNemar en SPSS para Regular.

		EXPERTO HUMANO			
			OTROS	SOLO CURSOS	TOTAL
<b>SISTEMA</b>	<b>OTROS</b>	Recuento	43	0	43
		% del total	86,0%	0,0%	64,0%
<b>EXPERTO</b>	<b>SOLO CURSOS</b>	Recuento	1	6	7
		% del total	2,0%	12,0%	14,0%
<b>TOTAL</b>		Recuento	44	6	50
		% del total	88,0%	12,0%	100%

Prueba de McNemar – Significancia Exacta ( 2 Caras) = 1.000

#### 4.4.2.4 Análisis estadístico de los resultados para nivel Malo.

Para el Resultado del sistema experto: MALO, con dos variables categóricas dicotómicas: Resultados distinto a “MALO” son considerados en OTROS y Resultados que tienen que no tienen alineamientos con ninguna línea de investigación, es considerado en NADA COHERENTE, y el resultado del proceso estadístico de la prueba de McNemar nos otorga una significancia exacta de dos caras o P-Valor = 1.0. En la tabla 4.34 se tienen los resultados de la Prueba de McNemar.

**Tabla 4.34** Resultado de la prueba de McNemar en SPSS para Malo.

		EXPERTO HUMANO			
			OTROS	NADA COHERENTE	TOTAL
<b>SISTEMA</b>	<b>OTROS</b>	Recuento	39	1	40
		% del total	78,0%	2,0%	80,0%
<b>EXPERTO</b>	<b>NADA COHERENTE</b>	Recuento	0	10	10
		% del total	0,0%	20,0%	20,0%
<b>TOTAL</b>		Recuento	39	11	50
		% del total	78,0%	22,0%	100%

Prueba de McNemar – Significancia Exacta ( 2 Caras) = 1.000

#### 4.4.3 Decisión sobre resultados de comparación

##### 4.4.3.1 Decisión comparación de resultados nivel Muy Bueno.

Siguiendo el ritual de análisis propuesto por el Dr. Supo, para tomar la decisión sobre la comparación estadísticas de una variable sobre un evento con dos formas diferentes de evaluar o medir, en este caso por el sistema experto y por los expertos humanos. En la tabla 4.35 se muestra el razonamiento.

**Tabla 4.35** Decisión de la comparación para resultado Muy Bueno.

1	<b>Nivel de Significancia (alfa) <math>\alpha = 5\% = 0.05</math></b>
2	<b>Prueba de Chi cuadrado de McNemar</b> - Valor de P = 1.000 Con una probabilidad de error del 100% las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Experto Humanos son DISTINTOS
3	<b>Análisis</b>

---

El Resultado de la prueba de McNemar también se puede tomar de la siguiente forma: con una probabilidad de error del **0%** las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Expertos Humanos **NO SON DISTINTOS** en lo referente al resultado Muy Bueno.

---

**DECISIÓN:**

Por lo tanto, para el RESULTADO: MUY BUENO cuyo PERFIL DE USUARIO TIENE SUB LÍNEA Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEFINIDO, LOS RESULTADOS SON IGUALES EN SISTEMA EXPERTO Y EN LOS EXPERTOS HUMANOS.

**4.4.3.2 Decisión comparación de resultados nivel Bueno.**

Siguiendo el ritual de análisis propuesto por el Dr. Supo, en la tabla 4.36 se muestra el razonamiento.

**Tabla 4.36** Decisión de la comparación para resultado Bueno.

---

1	<b>Nivel de Significancia (alfa) <math>\alpha = 5\% = 0.05</math></b>
2	<b>Prueba de Chi cuadrado de McNemar</b> - Valor de P = 1.000 Con una probabilidad de error del 100% las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Experto Humanos son <b>DISTINTOS</b>
3	<b>Análisis</b> El Resultado de la prueba de McNemar también se puede tomar de la siguiente forma: con una probabilidad de error del <b>0%</b> las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Expertos Humanos <b>NO SON DISTINTOS</b> en lo referente al resultado Bueno.

---

**DECISIÓN:**

Por lo tanto, para el RESULTADO: BUENO cuyo PERFIL DE USUARIO SOLO TIENE LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEFINIDO, LOS RESULTADOS SON IGUALES EN SISTEMA EXPERTO Y EN LOS EXPERTOS HUMANOS.

**4.4.3.3 Decisión comparación de resultados nivel Regular.**

Siguiendo el ritual de análisis propuesto por el Dr. Supo, en la tabla 4.37 se muestra el razonamiento.

**Tabla 4.37** Decisión de la comparación para resultado Regular.

---

1	<b>Nivel de Significancia (alfa) <math>\alpha = 5\% = 0.05</math></b>
2	<b>Prueba de Chi cuadrado de McNemar</b> - Valor de P = 1.000 Con una probabilidad de error del 100% las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Experto Humanos son <b>DISTINTOS</b>
3	<b>Análisis</b>

---

---

El Resultado de la prueba de McNemar también se puede tomar de la siguiente forma: con una probabilidad de error del **0%** las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Expertos Humanos **NO SON DISTINTOS** en lo referente al resultado Regular.

---

**DECISIÓN:**

Por lo tanto, para el RESULTADO: REGULAR cuyo PERFIL DE USUARIO SOLO TIENE LOS CURSOS DESTACADOS DE UNA LINEA DE INVESTIGACIÓN DEFINIDO, LOS RESULTADOS SON IGUALES EN SISTEMA EXPERTO Y EN LOS EXPERTOS HUMANOS.

**4.4.3.4 Decisión comparación de resultados nivel Malo.**

Siguiendo el ritual de análisis propuesto por el Dr. Supo, en la tabla 4.38 se muestra el razonamiento.

**Tabla 4.38** Decisión de la comparación para resultado Malo.

---

1	<b>Nivel de Significancia (alfa) <math>\alpha = 5\% = 0.05</math></b>
2	<b>Prueba de Chi cuadrado de McNemar</b> - Valor de P = 1.000 Con una probabilidad de error del 100% las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Experto Humanos son DISTINTOS
3	<b>Análisis</b> El Resultado de la prueba de McNemar también se puede tomar de la siguiente forma: con una probabilidad de error del <b>0%</b> las evaluaciones realizadas por el Sistema Experto y por los Expertos Humanos <b>NO SON DISTINTOS</b> en lo referente al resultado Malo.

---

**DECISIÓN:**

Por lo tanto, para el RESULTADO: MALO cuyo PERFIL DE USUARIO NO TIENE DEFINIDO ORIENTACIÓN A LÍNEA DE INVESTIGACIÓN, LOS RESULTADOS SON IGUALES EN SISTEMA EXPERTO Y EN LOS EXPERTOS HUMANOS.

De la decisión de los cuatro niveles de resultados: Muy Bueno, Bueno, Regular y Malo, en los que con un nivel de significancia (alfa)  $\alpha = 5\% = 0.05$  y basado en la prueba estadística de McNemar se ha comprobado que el resultado del sistema experto coincide con el resultado de los expertos humanos y por lo tanto se ha: VALIDADO EL FUNCIONAMIENTOS DEL SISTEMA EXPERTO.

**4.4.3.5 Aceptación de la Primera Hipótesis Secundaria**

El objetivo general de la presente investigación es proporcionar un sistema experto para el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica.

La primera hipótesis secundaria dice: “Si se valida el funcionamiento del sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, entonces se tiene un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería Electrónica”.

En la tabla 4.39 se muestra la aceptación de la hipótesis del investigador, mediante los criterios de la hermenéutica y basado en verificado el funcionamiento del sistema experto.

**Tabla 4.39** Aplicación de la hermenéutica para contrastar la primera hipótesis.

<b>1</b>	<p><b>Hipótesis</b>  H0: Si NO SE VALIDA el funcionamiento del sistema experto para el inicio de investigaciones en ingeniería electrónica, entonces no se tiene un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica  H1: Si SE VALIDA el funcionamiento del sistema experto para el inicio de investigaciones en ingeniería electrónica, entonces se tiene un sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica.</p>
<b>2</b>	<p><b>Nivel de significancia</b>  Nivel de Significancia (alfa) <math>\alpha = 5\% = 0.05</math></p>
<b>3</b>	<p><b>Prueba de McNemar</b>  Se ha determinado mediante las pruebas de McNemar para los cuatro niveles de resultados Muy Bueno, Bueno, Regular y Malo con una probabilidad de <b>0% de error</b> que las evaluaciones del Sistema Experto y de los Expertos humanos iguales y válidas.</p>
<b>4</b>	<p><b>Aplicación de la hermenéutica</b>  Si se cumplió con validar el sistema experto con un nivel de significancia del 5%, y un P valor de 0.000, esto es con 0.0% de error, entonces se tiene el sistema experto validado y es una herramienta que permite facilitar el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica.</p>

**DECISIÓN:**

Por lo tanto, se acepta la hipótesis del investigador H1: SI SE VALIDA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EXPERTO PARA EL INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA, ENTONCES SE TIENE UN SISTEMA EXPERTO PARA FACILITAR EL INICIO DE LAS INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

**4.4.4 Validación de la utilidad del uso del sistema experto**

La validación de la utilidad del uso del sistema experto se realizará brindando a un grupo de estudiantes el uso del sistema experto y luego pidiendo su opinión respecto a la utilidad que le brindo la información que obtuvo del sistema experto y la oportunidad que tuvo gracias al sistema experto de conocer su propio perfil como estudiante o egresado del Programa de ingeniería electrónica, perfil sobre el que quizás nunca le prestó atención..

**4.4.4.1 Resultados del proceso del Perfil en el sistema experto**

La muestra que se utilizó para esta prueba fueron los estudiantes del curso de Tesis II del Noveno Ciclo del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en el semestre 2023 – I, que contó con la participación de 33 estudiantes.

En el sistema experto en la base de datos del hosting se tiene la información del perfil de los estudiantes y de los resultados que el sistema experto dio al perfil del usuario.

El resumen de los niveles de resultados del sistema experto por los perfiles que los estudiantes del curso de Tesis II del semestre 2023 - I, ingresaron al sistema experto, se muestra en la tabla 4.40.

**Tabla 4.40** Resumen de los resultados

NIVEL	CANTIDAD	PORCENTAJE
MUY BUENO	7	21.2%
BUENO	7	21.2%
REGULAR	10	30.3%
MALO	9	27.3%
TOTAL	33	100.0%

**Tabla 4.41** Resultados del sistema experto al perfil de los estudiantes.

ID	DNI	CURSO 1	CURSO 2	ESPECIAL	PRACT	RESULTADO
1	76518962	11	16	39	62	MUY BUENO
2	76942465	9	5	36	58	MUY BUENO
3	72498428	23	17	34	58	MALO
4	75898565	3	5	32	54	BUENO
5	72086616	23	22	43	65	MUY BUENO
6	75611562	16	3	33	70	MALO
7	72703282	24	25	39	70	REGULAR
8	74820655	23	16	34	70	MALO
9	73020894	3	1	41	60	REGULAR
10	45412205	4	3	34	56	MUY BUENO
11	74233011	3	23	41	53	MALO
12	71707267	8	5	29	58	BUENO
13	73001580	16	23	34	70	MALO
14	73747356	3	16	34	70	MALO
15	48461873	7	10	31	55	MUY BUENO
16	72174197	24	25	55	68	REGULAR
17	74024313	22	23	42	66	BUENO
18	73605887	3	16	28	70	MALO
19	74725480	23	22	37	70	REGULAR
20	74638294	15	12	34	68	REGULAR
21	48604853	3	10	41	60	REGULAR
22	76401554	13	16	41	62	BUENO
23	73853676	22	23	34	60	REGULAR
24	74949040	24	25	51	67	BUENO
25	76234636	3	14	32	67	REGULAR
26	73822363	8	25	34	70	MALO
27	76539669	25	24	50	69	MUY BUENO
28	73007964	24	25	34	70	REGULAR
29	71718220	13	18	41	70	REGULAR
30	75161424	3	23	34	70	MALO
31	74450353	3	6	32	54	BUENO
32	76434637	3	10	32	56	MUY BUENO
33	74422016	22	23	45	64	BUENO

En la table 4.41 se muestra los resultados del sistema experto en detalle por cada uno de los 33 estudiantes sus datos de perfil y los resultados obtenidos dentro de los cuatro niveles de relación con las líneas y sub líneas de investigación.

#### 4.4.4.2 Opinión de los estudiantes sobre el sistema experto

Se tomo una encuesta de opinión a los estudiantes del curso de Tesis II del Noveno Ciclo del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en el semestre 2023 – I, participaron 33 estudiantes.

En tabla 4.42 se presenta el consolidado de la opinión de los estudiantes.

**Tabla 4.42** Opinión los estudiantes respecto utilidad del sistema experto

ID	DNI	RESULTADO	UTILIDAD	REFLEXIÓN
1	76518962	MUY BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
2	76942465	MUY BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
3	72498428	MALO	ÚTIL	SI PERMITIÓ
4	75898565	BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
5	72086616	MUY BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
6	75611562	MALO	ÚTIL	SI PERMITIÓ
7	72703282	REGULAR	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
8	74820655	MALO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
9	73020894	REGULAR	ÚTIL	SI PERMITIÓ
10	45412205	MUY BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
11	74233011	MALO	ÚTIL	SI PERMITIÓ
12	71707267	BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
13	73001580	MALO	ALGO ÚTIL	NO PERMITIÓ
14	73747356	MALO	ÚTIL	SI PERMITIÓ
15	48461873	MUY BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
16	72174197	REGULAR	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
17	74024313	BUENO	ÚTIL	SI PERMITIÓ
18	73605887	MALO	ALGO ÚTIL	SI PERMITIÓ
19	74725480	REGULAR	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
20	74638294	REGULAR	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
21	48604853	REGULAR	ÚTIL	SI PERMITIÓ
22	76401554	BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
23	73853676	REGULAR	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
24	74949040	BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
25	76234636	REGULAR	ÚTIL	SI PERMITIÓ
26	73822363	MALO	ÚTIL	SI PERMITIÓ
27	76539669	MUY BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
28	73007964	REGULAR	ÚTIL	SI PERMITIÓ
29	71718220	REGULAR	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
30	75161424	MALO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
31	74450353	BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
32	76434637	MUY BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ
33	74422016	BUENO	MUY ÚTIL	SI PERMITIÓ

La encuesta tuvo dos consultas, la primera sobre la utilidad que le brindo el resultado del sistema experto, seleccionando entre cuatro alternativas, Muy Útil, Útil, Algo útil, y Nada útil, y la segunda sobre la oportunidad que se le presento para reflexionar sobre su perfil como estudiante, información que disponía pero que quizás nunca se puso a reflexionar sobre la importancia de revisar su trayectoria como estudiante y ser proactivo en generar un perfil acorde a sus interés futuros, las alternativas fueron dos, Si permitió reflexionar y No permitió reflexionar. También se incluye los resultados del sistema experto.

**Tabla 4.43** Resumen de los resultados de opinión de los estudiantes

RUBRO	CANTIDAD	PORCENTAJE	ACUMULADO
MUY ÚTIL	21	63.6%	63.6%
ÚTIL	10	30.3%	93.9%
ALGO ÚTIL	2	6.1%	100.0%
NADA ÚTIL	0	0.0%	100.0%
TOTAL	33	100.0%	

En la tabla 4.43 se tiene el resumen de las opiniones de los estudiantes, el 63.6% considera que el resultado que le brindo el sistema experto fue Muy útil, el 30.3% indico que es Útil y entre ambos es dan un porcentaje acumulado del 93.9% y un 6.1% consideró Algo útil y con ello el acumulado es del 100%, ningún estudiante opinó que Nada útil.

Por lo tanto el sistema experto es validado en su utilidad, pues el 100% de los estudiantes que usaron, consideran que es Muy útil, Útil y Algo útil.

Respecto a la oportunidad de reflexionar sobre su perfil y la importancia de tener en cuenta como parte de su desarrollo personal con una actitud proactiva. En la tabla 4.44 se muestra el resumen de la segunda pregunta y se observa que el 97% reconoce que el sistema experto le brindo la oportunidad de reflexionar sobre su perfil como estudiante y solo el 3% consideró que no le brindo la oportunidad de reflexionar.

**Tabla 4.44** Resumen de la opinión respecto a la reflexión sobre los perfiles

RUBRO	CANTIDAD	PORCENTAJE
PERMITIÓ REFLEXIONAR	32	97.0%
NO PERMITIÓ REFLEXIONAR	1	3.0%
TOTAL	33	100.0%

#### 4.4.4.3 Aceptación de la Segunda Hipótesis Secundaria

La segunda hipótesis secundaria dice: “Si se valida la utilidad del sistema experto por la opinión de los usuarios respecto a los resultados y comentarios del sistema experto, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica”.

En la tabla 4.45 se muestra la aceptación de la hipótesis del investigador, mediante los criterios de la hermenéutica y basado en las opiniones de los estudiantes que usaron el sistema experto para iniciar las investigaciones en Ingeniería Electrónica.

**Tabla 4.45** Aplicación de la hermenéutica para contrastar la segunda hipótesis.

1	<b>Hipótesis</b> H0: Si NO SE VALIDA la utilidad del sistema experto por la opinión de los usuarios respecto a los resultados y comentarios del sistema experto, entonces No se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica. H1: Si SE VALIDA la utilidad del sistema experto por la opinión de los usuarios respecto a los resultados y comentarios del sistema experto, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica.
2	<b>Nivel de significancia</b> Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 5\% = 0.05$
3	<b>Prueba de Frecuencia</b> Se ha determinado mediante las pruebas de Frecuencia de las opiniones de los estudiantes que utilizaron el sistema experto y analizaron los resultados basados en su perfil, el 100% reconoce que la información es muy útil, útil y algo útil y el 97% informa que le permitió reflexionar sobre la importancia de estar atento a su perfil y como mejorarlo.
4	<b>Aplicación de la hermenéutica</b> El Alfa es el nivel de significancia y un Alfa del 0.05 se corresponde con un nivel de confianza del 95%, como tanto en la utilidad y la reflexión se supera el 95% de opiniones de los estudiantes, Si se validó la utilidad del sistema experto para el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica.

#### DECISIÓN:

Por lo tanto, se acepta la hipótesis del investigador H1: SI SE VALIDA LA UTILIDAD DEL SISTEMA EXPERTO POR LA OPINIÓN DE LOS USUARIOS RESPECTO A LOS RESULTADOS Y COMENTARIOS DEL SISTEMA EXPERTO, ENTONCES SE FACILITA A LOS ESTUDIANTES Y EGRESADOS EL INICIO DE LAS INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

#### 4.5. Contrastación de la hipótesis

El Objetivo general de la presente tesis es “Facilitar el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica a los estudiantes y egresados con un sistema experto”, para ello es necesario tener validado el funcionamiento y la utilidad del sistema experto para el inicio de las investigaciones y cumplir la hipótesis principal.

#### 4.5.1 Aceptación de la Hipótesis Principal

La hipótesis principal de la presente investigación dice: “Si se tiene un sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica” en la tabla 4.46 se muestra la aplicación de la hermenéutica para validar

**Tabla 4.46** Aplicación de la hermenéutica para contrastar la hipótesis principal.

---

1	<b>Hipótesis</b> H0: Si NO SE TIENE un sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, entonces NO se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica H1: Si SE TIENE un sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica.
2	<b>Aplicación de la hermenéutica</b> Si se cumplió con validar el funcionamiento y la utilidad del sistema experto para el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica, esto significa que se tiene un sistema experto para el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica..

---

#### DECISIÓN:

Por lo tanto, se acepta la hipótesis del investigador H1: SI SE TIENE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL INICIO DE LAS INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA, ENTONCES SE FACILITA A LOS ESTUDIANTES Y EGRESADOS EL INICIO DE LAS INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

#### 4.5.2 Discusión de los resultados

A los estudiantes del curso de Tesis II del semestre 2023 – I se les brindó la guía de usuario y el uso del sistema experto para el inicio de las investigaciones en Ingeniería Electrónica y el acceso al enlace <http://cempreiq.com> que tiene el sistema experto en línea para todos los que son matriculados en el sistema, inicialmente está disponible para los estudiantes del Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque-Perú.

La hipótesis principal de la presente investigación es “ Si se tiene un sistema experto para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica” y en cuando se validó el funcionamiento del sistema experto (Tabla 4.39 y Decisión) y la utilidad del sistema experto (Tabla 4.45 y Decisión) y mediante la aceptación de la hipótesis

principal (Tabla 4.46 y Decisión) tenemos confirmado que SE TIENE UN SISTEMA EXPERTO PARA EL INICIO DE LAS INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA y que se brindó a los estudiantes para su uso a los estudiantes de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en la especialidad de Ingeniería Electrónica, comprobándose su funcionamiento y utilidad.

Con ello se cumple el Objetivo General de la presente tesis: FACILITAR EL INICIO DE LAS INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA A LOS ESTUDIANTES Y EGRESADOS CON UN SISTEMA EXPERTO

## CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son:

- 1.- Los elementos que intervienen en el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica para un desarrollo oportuno y exitoso de una tesis son las líneas y sub líneas de investigación del Programa de Ingeniería Electrónica de la universidad en estudio, los cursos del Plan de Estudios del Programa, principalmente del sexto ciclo al décimo ciclo, Los cursos de especialización que complementen los conocimientos adquiridos con los cursos del Plan de Estudios, Las prácticas preprofesionales relacionados con la ingeniería electrónica.
- 2.- El diseño del sistema experto para facilitar el inicio de las investigaciones cumple con las especificaciones siguientes: la base del conocimiento incluye los elementos que intervienen en el inicio de las investigaciones, al sistema experto se accesa en línea a través de internet, ingresando los datos por teclado respondiendo las preguntas presentadas por pantalla, brinda los resultados por pantalla y también mediante un archivo pdf.
- 3.- El sistema experto para el inicio de las investigaciones se programó usando el entorno SWI Prolog para procesar un código Script en lenguaje Prolog, y su almacenamiento en de un hosting web proporcionado por la empresa Hostinger, con dominio cemprejq.com, que se accesa usando el enlace: <http://cemprejq.com>
- 4.- El sistema experto se validó estadísticamente mediante el programa SPSS y las pruebas de McNemar a las tablas cruzadas con la información de la muestra de prueba de funcionamiento formada por 50 registros de datos del sistema experto y de los experto humanos. También se validó la utilidad por una muestra de 33 usuarios del sistema experto.
- 5.- Se contrastó la hipótesis de la investigación, aceptando la hipótesis del investigador: Si se tiene un sistema experto para el inicio de las investigaciones en Ingeniería

Electrónica, entonces se facilita a los estudiantes y egresados el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, y así se cumple el objetivo de la investigación que persigue: facilitar el inicio de la investigaciones en Ingeniería Electrónica a los estudiantes y egresados con un sistema experto.

## RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de la presente investigación, son las siguientes:

- 1.- A los docentes de Programas de Ingeniería Electrónica, se les recomienda usar el sistema experto de la presente tesis y profundizar en el conocimiento de los elementos para el inicio de la investigaciones en Ingeniería Electrónica con entrevistas a expertos que confirmen, modifique o incrementen la cantidad de elementos y generen un nuevo sistema experto.
- 2.- A los docentes de Programas de Ingeniería en Computación e Informática se les recomienda preparar una base de conocimiento sobre los elementos de inicio de la investigaciones de su especialidad y poner al servicio de sus estudiantes.
- 3.- A los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica de cualquier universidad del Perú y Sudamérica se les recomienda usar el sistema experto que se presenta en : <http://cemprejq.com> y reflexionar sobre los resultados que obtiene y sobre cómo mejorar su perfil para realizar investigaciones para fines de graduación en pregrado.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] **Arias, F.** (2017). Efectividad y eficiencia de la investigación tecnológica en la universidad. Revista RECITIUTM Vol. 3, No. 1. Instituto Universitario de Tecnología de Maracaibo. [Fecha de Acceso 6 de octubre de 2021] URL disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Fidias-Arias-Odon-2/publication/320130761\\_Efectividad\\_y\\_eficiencia\\_de\\_la\\_investigacion\\_tecnologica\\_en\\_la\\_universidad/links/59cf973a4585150177ee1be5/Efectividad-y-eficiencia-de-la-investigacion-tecnologica-en-la-universidad.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Fidias-Arias-Odon-2/publication/320130761_Efectividad_y_eficiencia_de_la_investigacion_tecnologica_en_la_universidad/links/59cf973a4585150177ee1be5/Efectividad-y-eficiencia-de-la-investigacion-tecnologica-en-la-universidad.pdf)

[2] **Batista, N., Navarrete, C., León, C., Real, M., Chiriboga, J., Estupiñán, J.** (2019). La toma de decisiones en la informática jurídica basado en el uso de los sistemas expertos. Revista Investigación Operacional Vol. 40, No.1, pp.131 – 139. [Fecha de Acceso 7 de octubre de 2021] URL disponible en: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=La+toma+de+decisiones+en+la+inform%C3%A1tica+jur%C3%ADdica+basado+en+el+uso+de+los+sistemas+expertos&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=La+toma+de+decisiones+en+la+inform%C3%A1tica+jur%C3%ADdica+basado+en+el+uso+de+los+sistemas+expertos&btnG=)

[3] **Escobar, L.** (2018). ¿Autores Artificiales?. Universidad de los Andes, Colombia. [Fecha de Acceso 6 de octubre de 2021] URL disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/39220/u821111.pdf?sequence=1>

[4] **Huertas, S., Rivera, J., Trauco, M.** (2020). Sistemas expertos orientados al mantenimiento industrial. Universidad de Piura. [Fecha de Acceso 22 de octubre de 2021] URL disponible en: [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Sistemas+expertos+orientado+s+al+mantenimiento+industrial&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Sistemas+expertos+orientado+s+al+mantenimiento+industrial&btnG=)

[5] **García-Cervantes, X.** (2020). La Ingeniería Electrónica del Siglo XXI. Polo del Conocimiento Vol.5, No. 12. pp. 488 – 501. [Fecha de Acceso 17 de octubre de 2021] URL disponible en:

[https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=La+Ingenier%C3%ADa+Electr%C3%B3nica+del+Siglo+XXI.+&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=La+Ingenier%C3%ADa+Electr%C3%B3nica+del+Siglo+XXI.+&btnG=)

[6] **Gordon, T., Friedrich, H.& Walton, D.** (2018). Representing argumentation schemes with Constraint Handling Rules (CHR) Argument & Computation 9 PP 91 -119. [Fecha de Acceso 6 de octubre de 2021] URL disponible en:

<https://content.iospress.com/articles/argument-and-computation/aac039>

[7] **Guerra, A.** (2019) Sistemas Expertos - Capítulo. 7. Universidad Veracruzana. [Fecha de Acceso 17 de octubre de 2021] URL disponible en:

<https://www.uv.mx/personal/aquerra/files/2019/04/rc-notas-07.pdf>

[8] **ICACIT** (2023) Criterios de Acreditación para Programas de Pregrado.[Fecha de Acceso 22 de noviembre de 2023 ] URL disponible en: <https://icacit.org.pe/web/es/>

[9] **INDECOPI** (2009) Norma Técnica Peruana. Gestión de la I+D+i. Terminología y Definiciones de las actividades de I+D+i. NTP 732.001 – INDECOPI Lima, Perú

[10] **IDEO** (2023). Centro de Investigación – TESIS [Fecha de Acceso 23 de noviembre de 2023] URL disponible en:

[https://asesoriaentesis.edu.pe/?qclid=CjwKCAiAmsurBhBvEiwA6e-WPAHCJ8Q6W8Vkzb8A2Z\\_MQSEG4kcx7Mgg2pJ2t34iJol5pLfXu46kDRoC3FAQAvD\\_BwE](https://asesoriaentesis.edu.pe/?qclid=CjwKCAiAmsurBhBvEiwA6e-WPAHCJ8Q6W8Vkzb8A2Z_MQSEG4kcx7Mgg2pJ2t34iJol5pLfXu46kDRoC3FAQAvD_BwE)

[11] **INEI.** Estadística – Educación Universitaria. Presidencia del Consejo de Ministro, Perú. [Fecha de Acceso 17 de octubre de 2021] URL disponible en:

<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/university-tuition/>

[12] **Kim, Y., Lee, K. (2017).** Implementation of an expert system for fundamental cosmetics recommendations using prolog. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. [Fecha de Acceso 8 de octubre de 2021] URL disponible en:

<https://www.semanticscholar.org/paper/IMPLEMENTATION-OF-AN-EXPERT-SYSTEM-FOR-USING-PROLOG-Kim-Lee/449aad9c5faeab7b65ecd57a12a59f478ddaca28>

[13] **Mariño, S., Alfonso, P.** (2020). Modelo de proceso para sistemas expertos - propuesta de integración de la experiencia de los usuarios. Encuentros Multidisciplinarios No. 64 Enero-Abril 2020. [Fecha de Acceso 26 de octubre de 2021] URL disponible en: <https://repositorio.uam.es/handle/10486/690951>

[14] **Nava, R-M., López, J., Sosa, A.** (2021). Evaluación de modelos jerárquicos difusos utilizando conceptos compuestos difusos en sistemas expertos. Pistas Educativas No.139, Tecnológico Nacional de México en Celaya. [Fecha de Acceso 5 de enero de 2022] URL disponible en: <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/2712>

[15] **Nonaka, I., Takeuchi, H.** (1999). La organización creadora de conocimiento – como las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. Oxford University press.

[16] **Pereira, J., Azanza M.** (2023). Aplicación de la IA Generativa para mejorar el proceso de elaboración y evaluación de trabajos de fin de grado (TFG) Universidad del Basque Country UPV/EHU, Donostia – España

[17] **Supo, J.** (2020). Metodología de la investigación científica. Sociedad Hispana de Investigadores científicos. Arequipa, Perú.

[18] **Téllez-Acuña, F., Pineda-Ballesteros, E., Meneses-Cabrera, T., Medina-Cruz, J.** (2020). Sistemas expertos y orientación vocacional en educación a distancia virtualmente mediada. Aibi revista de investigación, administración e ingeniería. Volumen 8, Número S1 de 2020, pp. 186-195. [Fecha de Acceso 11 de octubre de 2021] URL disponible en: [https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/sistemas\\_expertos\\_y\\_orientacion\\_vocacional\\_en\\_educacion\\_a\\_distancia\\_virtualmente\\_mediada](https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/sistemas_expertos_y_orientacion_vocacional_en_educacion_a_distancia_virtualmente_mediada)

[19] **UNALM** (2023) Sistema Gestión de la Investigación de la Universidad Nacional Agraria La Molina, [Fecha de Acceso 23 de noviembre de 2023] URL disponible en: <https://www.lamolina.edu.pe/>

[20] **UNI** (2023) Sistema de Gestión de la Investigación de la Universidad Nacional de Ingeniería, [Fecha de Acceso 23 de noviembre de 2023] URL disponible en: <https://portal.uni.edu.pe/>

[21] **UNMSM** (2023) Sistema de Gestión de la Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, [Fecha de Acceso 23 de noviembre de 2023] URL disponible en: <https://unmsm.edu.pe/>

[22] **UNPRG** (2023) Sistema de Gestión de la Investigación de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, [Fecha de Acceso 5 de julio de 2023] URL disponible en: <https://www.unprg.edu.pe/univ/portal/index.php>

[23] **Valbuena, R.** (2021) Inteligencia Artificial – Investigación Científica Avanzada Centrada en Datos. Cencal Press. [Fecha de Acceso 12 de febrero de 2022] URL disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=SoMTEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=inteligencia+artificial+Investigacion+avanzada&hl=qu&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=inteligencia%20artificial%20Investigacion%20avanzada&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=SoMTEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=inteligencia+artificial+Investigacion+avanzada&hl=qu&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=inteligencia%20artificial%20Investigacion%20avanzada&f=false)

## ANEXO

### A.1 Plan de estudios de ingeniería electrónica - UNPRG

Los cursos de especialidad, que están considerados del sexto al decimó ciclo, cursos obligatorios y electivos. En las figuras A.1, A.2 y A.3 se presentan las imágenes de dicha información.

#### Sexto Semestre Académico

CICLO	CODIGO	CURSO	CARÁCTER (O/E)	HORAS			CREDITOS			TIPO DE CURSO (G/E/ES)	MODALIDAD (P/SP)
				T	P	TOTAL	T	P	TOTAL		
VI	CL305	Sistemas de Comunicaciones Digital I	O	32	64	96	2	2	4	ES	p
	CL306	Control I	O	32	64	96	2	2	4	ES	p
	CL307	Líneas de Transmisión y Sistemas Radioeléctricos	O	32	64	96	2	2	4	ES	p
	CL308	Procesamiento Digital de Señales	O	32	80	112	2	2,5	4,5	ES	p
	CL309	Electrónica de Potencia	O	32	64	96	2	2	4	ES	p
	CL310	Metodología de Investigación	O	16	48	64	1	1,5	2,5	G	p
				176	384	560	11	12	23		

#### Sétimo Semestre Académico

CICLO	CODIGO	CURSO	CARÁCTER (O/E)	HORAS			CREDITOS			TIPO DE CURSO (G/E/ES)	MODALIDAD (P/SP)
				T	P	TOTAL	T	P	TOTAL		
VII	CL400	Sistemas de Comunicaciones Digital II	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL401	Control II	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL402	Telemática	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL403	Procesamiento Digital de Imágenes	O	32	80	112	2	2,5	4,5	ES	P
	CL404	Transmisión de Datos	O	32	32	64	2	1	3	ES	P
	CL405	Tesis I	O	16	48	64	1	1,5	2,5	G	P
				176	352	528	11	11	22		

#### Octavo Semestre Académico

CICLO	CODIGO	CURSO	CARÁCTER (O/E)	HORAS			CREDITOS			TIPO DE CURSO (G/E/ES)	MODALIDAD (P/SP)
				T	P	TOTAL	T	P	TOTAL		
VIII		Electivo 1	E	32	48	80	2	1,5	3,5	ES	P
		Electivo 2	E	32	48	80	2	1,5	3,5	ES	P
	CL406	Sistemas de Control Industrial I	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL407	Sistemas de Comunicación Ópticos y Redes	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL408	Técnicas de Recolección y Análisis de Datos	O	16	48	64	1	1,5	2,5	E	P
				144	272	416	9	8,5	17,5		

**Figura A.1** Cursos obligatorios del sexto al octavo ciclo

Noveno Semestre Académico

CICLO	CODIGO	CURSO	CARÁCTER (O/E)	HORAS			CREDITOS			TIPO DE CURSO (G/E/ES)	MODALIDAD (P/SP)
				T	P	TOTAL	T	P	TOTAL		
IX		Electivo 3	E	32	48	80	2	1,5	3,5	ES	P
		Electivo 4	E	32	48	80	2	1,5	3,5	ES	P
	CL500	Sistemas de Control Industrial II	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL501	Comunicaciones Inalámbricas	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL502	Tesis II	O	16	48	64	1	1,5	2,5	E	P
				144	272	416	9	8,5	17,5		

Décimo Semestre Académico

CICLO	CODIGO	CURSO	CARÁCTER (O/E)	HORAS			CREDITOS			TIPO DE CURSO (G/E/ES)	MODALIDAD (P/SP)
				T	P	TOTAL	T	P	TOTAL		
X		Electivo 5	E	32	48	80	2	1,5	3,5	ES	P
		Electivo 6	E	32	48	80	2	1,5	3,5	ES	P
	CL503	Control Avanzado	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL504	Comunicaciones Satelitales	O	32	64	96	2	2	4	ES	P
	CL505	Gestión de Proyectos de Ingeniería Electrónica	O	16	48	64	1	1,5	2,5	E	P
				144	272	416	9	8,5	17,5		

Figura A.2 Cursos obligatorios del noveno y décimo ciclo

CURSOS ELECTIVOS

CICLO	CODIGO	CURSO	CARÁCTER (O/E)	HORAS			CREDITOS			TIPO DE CURSO (G/E/ES)	MODALIDAD (P/SP)
				T	P	TOTAL	T	P	TOTAL		
VIII	CL409	Redes de acceso y medio compartido	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
	CL410	Teoría de control en bioingeniería	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
	CL411	Sistemas energéticos	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
IX	CL506	Aplicaciones de servicios de redes	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
	CL507	Electrónica médica	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
	CL508	Redes neuronales	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
X	CL509	Planificación y gestión de redes	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
	CL510	Instrumentación biomédica	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P
	CL511	Robótica	E	32	96	128	2	3	3,5	ES	P

Figura A.3 Cursos electivos del octavo al décimo semestre académico

A.2 Guía del usuario del sistema experto para inicio de investigaciones

CURSO DESTACADOS

- 01 Control I
- 02 Control II
- 03 Sistemas de Control Industrial I
- 04 Sistemas de Control Industrial II
- 05 Teoría de Control en Bioingeniería
- 06 Electrónica Médica
- 07 Redes Neuronales
- 08 Control Avanzado

- 09 Instrumentación de Biomédica
- 10 Robótica
- 11 Sistemas de Comunicaciones Digital I
- 12 Sistemas de Comunicaciones Digital II
- 13 Líneas de Transmisión y Sistemas Radioeléctricos
- 14 Telemática
- 15 Transmisión de Datos
- 16 Sistemas de Comunicación Ópticos y Redes
- 17 Redes de Acceso y Medio Compartido
- 18 Aplicaciones de Servicios de Redes
- 19 Comunicaciones inalámbricas
- 20 Comunicaciones Satelitales
- 21 Planificación y Gestión de Redes
- 22 Procesamiento Digital de Señales
- 23 Procesamiento Digital de Imágenes
- 24 Electrónica de Potencia
- 25 Sistemas Energéticos

#### CURSO DE ESPECIALIZACIÓN

- 26 Sistemas de Automatización de Plantas Industriales.
- 27 Sistemas de Comunicaciones Industriales.
- 28 IoT Internet de las cosas, IIoT Internet Industrial de las cosas
- 29 Cuarta Revolución industrial I4.0
- 30 Inteligencia artificial, Machine Learning, Deep Learning
- 31 Ciberseguridad
- 32 Automatización en tiempo real.
- 33 Domótica e Inmótica, Smart City.
- 34 Sistemas de video vigilancia y seguridad
- 35 Equipos médicos en general
- 36 Equipos de cirugía.
- 37 Prótesis mioeléctricas
- 38 Quinta Generación 5G de tecnologías móviles
- 39 Equipos de telecomunicaciones
- 40 Equipos de Sistemas Ópticos
- 41 Sistemas de Redes de datos
- 42 Obtención de señales
- 43 Modificación y Filtrado de señales
- 44 Captura y Modificación de Imágenes
- 45 Reconstrucción de señales
- 46 Fuentes de alimentación conmutadas
- 47 Convertidores de energía eléctrica
- 48 Sistemas de Iluminación y de Calentamiento
- 49 Energía Fotovoltaica
- 50 Energía Eólica
- 51 Energía Solar y de Biomasa
- 52 No he llevado curso de especialización

#### EXPERIENCIA PRACTICA

- 53 Práctica en Agroindustria y Alimentos: Frutas, Azúcar, Arroz, Bebidas.
- 54 Práctica en Empresas Industriales: Fabricas de Bienes en General
- 55 Practicas en Centros Comerciales con Sistemas de Control Industrial
- 56 Prácticas en Edificios y Construcciones con Automatización de Viviendas
- 57 Práctica en Empresas e Instituciones: áreas de Video Vigilancia y Seguridad

- 58 Práctica en Hospitales y Clínicas: áreas de Equipos Médicos
- 59 Práctica en Empresas Proveedoras de Equipos Electrónicos Médicos
- 60 Práctica en Empresas de Telecomunicaciones: Movistar, Claro, Entel, Bitel
- 61 Centros Comerciales, Edificios y Constructoras: área de Telecomunicaciones
- 62 Práctica en Empresas e Instituciones: áreas de Telecomunicaciones
- 63 Práctica en Empresas e Instituciones: áreas de Redes Informáticas
- 64 Práctica en Instituciones Públicas o Privadas: áreas Estudios de Señales
- 65 Practica en Centros de Investigación: áreas de Procesamientos de Señales.
- 66 Prácticas en Empresas: áreas de Sistemas de Imágenes y Videos
- 67 Práctica en Empresas eléctricas: Electronorte, Carhuaquero, REP
- 68 Prácticas en Empresas de Mantenimiento Eléctrico
- 69 Prácticas en Empresas de Proyectos de Energías Renovables
- 70 Práctica No registrada o sin práctica.

#### FACILIDADES PARA LA INVESTIGACIÓN

- 71 APOYO DE EMPRESA O INSTITUCIÓN. Brindará facilidades o apoyo Económico
- 72 APOYO DE FONDO CONCURSABLE. Tema incluido en fondo concursable
- 73 APOYO DE ESPECIALISTA. Especialista soporte de conocimientos del tema
- 74 NINGÚN APOYO, Ningún interesado en apoyar.

#### SUB LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- 75 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL CONVENCIONAL
- 76 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EMERGENTE I4.0
- 77 CONTROL INTELIGENTE DE VIVIENDAS Y EDIFICIOS
- 78 CONTROL DE SISTEMAS BIOMÉDICOS
- 79 SISTEMAS DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS
- 80 SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ÓPTICAS Y FÍSICAS
- 81 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y GESTIÓN DE REDES
- 82 SISTEMAS DE SEÑALES DIGITALES Y ANALÓGICAS
- 83 SISTEMAS DE VISIÓN E IMÁGENES
- 84 SISTEMAS ELECTRÓNICOS PARA POTENCIA ELÉCTRICA
- 85 SISTEMAS DE ENERGÍAS RENOVABLES

#### LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA UNPRG

- 86 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
- 87 TELECOMUNICACIONES Y REDES
- 88 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE SEÑALES
- 89 SISTEMAS DE ENERGÍA
- 90 NINGUNA LÍNEA

#### CALIDAD DE LA RELACIÓN DEL PERFIL Y EL TEMA

- 101 MUY BUENO
- 102 BUENO
- 103 REGULAR
- 104 MALO

### A.3 Resultados de procesar la información en SPSS

```

DATASET ACTIVATE Conjunto_de_datos1.

SAVE OUTFILE='C:\Users\Julio\Documents\DATOS PRUEBA TesisUNI TARDE 07Dic2023.sav'
  /COMPRESSED.
CROSSTABS
  /TABLES=SUBLISEXP BY SUBLEXPNUM
  /FORMAT=AVALUE TABLES
  /STATISTICS=MCNEMAR
  /CELLS=COUNT TOTAL
  /COUNT ROUND CELL.

```

#### Tablas cruzadas

##### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SUBLINEA SISTEMA EXPERTO * SUBLINEA EXPERTO HUMANO	50	100,0%	0	0,0%	50	100,0%

##### SUBLINEA SISTEMA EXPERTO\*SUBLINEA EXPERTO HUMANO tabulación cruzada

			SUBLINEA EXPERTO HUMANO		Total
			OTROS	SUBLINEA	
SUBLINEA SISTEMA EXPERTO	OTROS	Recuento	34	1	35
		% del total	68,0%	2,0%	70,0%
	SUBLINEA	Recuento	0	15	15
		% del total	0,0%	30,0%	30,0%
Total		Recuento	34	16	50
		% del total	68,0%	32,0%	100,0%

##### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Significación exacta (2 caras)
Prueba de McNemar		1,000 <sup>a</sup>
N de casos válidos	50	

a. Distribución binomial utilizada.

Figura A.4 Resultados SPSS tabla cruzada para sub línea

CROSSTABS

/TABLES=LINEASISEXP BY LINEAEXPHUM

/FORMAT=AVALUE TABLES

/STATISTICS=MCNEMAR

/CELLS=COUNT TOTAL

/COUNT ROUND CELL.

## Tablas cruzadas

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
LINEA SISTEMA EXPERTO * LINEA EXPERTO HUMANO	50	100,0%	0	0,0%	50	100,0%

### LINEA SISTEMA EXPERTO \* LINEA EXPERTO HUMANO tabulación cruzada

			LINEA EXPERTO HUMANO		Total
			OTROS	LINEA	
LINEA SISTEMA EXPERTO	OTROS	Recuento	32	0	32
		% del total	64,0%	0,0%	64,0%
	LINEA	Recuento	1	17	18
		% del total	2,0%	34,0%	36,0%
Total		Recuento	33	17	50
		% del total	66,0%	34,0%	100,0%

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Significación exacta (2 caras)
Prueba de McNemar		1,000 <sup>a</sup>
N de casos válidos	50	

a. Distribución binomial utilizada.

**Figura A.5** Resultados SPSS tabla cruzada para línea

CROSSTABS

/TABLES=CURSOSISEXP BY CURSOEXPHUM

/FORMAT=AVALUE TABLES

/STATISTICS=MCNEMAR

/CELLS=COUNT TOTAL

/COUNT ROUND CELL.

## Tablas cruzadas

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CURSOS SISTEMA EXPERTO * CURSOS EXPERTO HUMANO	50	100,0%	0	0,0%	50	100,0%

### CURSOS SISTEMA EXPERTO \* CURSOS EXPERTO HUMANO tabulación cruzada

			CURSOS EXPERTO HUMANO		Total
			OTROS	SOLO CURSOS	
CURSOS SISTEMA EXPERTO	OTROS	Recuento	43	0	43
		% del total	86,0%	0,0%	86,0%
	SOLO CURSOS	Recuento	1	6	7
		% del total	2,0%	12,0%	14,0%
Total		Recuento	44	6	50
		% del total	88,0%	12,0%	100,0%

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Significación exacta (2 caras)
Prueba de McNemar		1,000 <sup>a</sup>
N de casos válidos	50	

a. Distribución binomial utilizada.

**Figura A.6** Resultados SPSS tabla cruzada para cursos

CROSSTABS

/TABLES=NADASISEXP BY NADAEXPHUM

/FORMAT=AVALUE TABLES

/STATISTICS=MCNEMAR

/CELLS=COUNT TOTAL

/COUNT ROUND CELL.

## Tablas cruzadas

### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
NADA COHERENTE SISTEMA E * NADA COHERENTE EXPERTO H	50	100,0%	0	0,0%	50	100,0%

### NADA COHERENTE SISTEMA E \* NADA COHERENTE EXPERTO H tabulación cruzada

			NADA COHERENTE EXPERTO H		Total
			OTROS	NADA COHERENTE	
NADA COHERENTE SISTEMA E	OTROS	Recuento	39	1	40
		% del total	78,0%	2,0%	80,0%
	NADA COHERENTE	Recuento	0	10	10
		% del total	0,0%	20,0%	20,0%
Total		Recuento	39	11	50
		% del total	78,0%	22,0%	100,0%

### Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	Significación exacta (2 caras)
Prueba de McNemar		1,000 <sup>a</sup>
N de casos válidos	50	

a. Distribución binomial utilizada.

**Figura A.7** Resultados SPSS tabla cruzada para nada coherente

## A.4 Código del sistema experto en Prolog

Se presentan las imágenes del código del sistema experto desarrollado para el inicio de las investigaciones en ingeniería electrónica, se presentan en las siguientes figuras.

```
pruebamedio dianov15.pl
% CONSTRUCCION DEL SISTEMA EXPERTO NUEVO MIERCOLES 15 DE NOVIEMBRE
% DE 2023 COMPLETANDO PARA LA PRUEBA DEL SISTEMA EXPERTO, BUEN
% FUNCIONAMIENTO CON ADICIONALES
% BASADO en la Modificacion del 02 de JULIO 8 de la mañana bueno

% Parte de Inicio Entrada de datos
start:- nl,write("***INICIO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERIA ELECTRONICA***"),nl,
        write(" Ingreso de los datos para definir tema de investigacion "),nl,
        write("Numero de DNI "),
        read(DNI),
        write("Nombre y apellidos "),
        read(Nombre),
        write("Primer curso destacado "),
        read(Input1),
        write("Segundo curso destacado "),
        read(Input2),
        write("Curso de especializacion (Que llevaste por tu cuenta) "),
        read(Input3),
        write("Practica Pre Profesional "),
        read(Input4),
        write("Facilidades para la Investigación "),
        read(Input5),nl,
        assert(toma1(Input1)),assert(toma2(Input2)),
        assert(toma3(Input3)),assert(toma4(Input4)),
        assert(toma5(Input5)),

        write("INFORMACION DEL TEMA DE LA INVESTIGACION "),nl,
        write("NUMERO DE DNI: "),write(DNI),nl,
        write("NOMBRE Y APELLIDOS: "), write(Nombre),nl,
        write("FACILIDADES PARA LA INVESTIGACIÓN: "),
        tomasi5(Input5,X),write(X),nl,
        write("CALIFICA PARA LA LINEA DE INVESTIGACION: " ),
        resultado1(r1),nl,
        write("CON SUB LINEA DE INVESTIGACION: " ),
        resultado2(r2),nl,
        write("RESULTADO: " ),
        resultado3(r3),
        nl,write("CURSOS DESTACADOS:"),nl,
        tomasi1(Input1,V),write(V),nl,
        tomasi1(Input2,W),write(W),nl,
        write("CURSO DE ESPECIALIZACION:"),nl,
        tomasi3(Input3,Z),write(Z),nl,
        write("PRACTICA PRE PROFESIONAL:"),nl,
        tomasi4(Input4,Y),write(Y),nl,

        retractall(toma1(_)),retractall(toma2(_)),
        retractall(toma3(_)),retractall(toma4(_)),
        retractall(toma5(_)),nl.
```

Figura A.8 Código del scrip start – entrada de datos

```

% Parte de Reglas intermedias avanzado con variacion variable general "toma"

destacadol(control):- (toma1(01);toma1(02);toma1(03);toma1(04);toma1(05);toma1(06);
toma1(07);toma1(08);toma1(09);toma1(10);toma1(14)).
destacadol(tele1):- (toma1(11);toma1(12);toma1(13);toma1(14);toma1(15);toma1(16);
toma1(17);toma1(18);toma1(19);toma1(20);toma1(21)).
destacadol(sena1):- (toma1(22);toma1(23)).
destacadol(elec1):- (toma1(24);toma1(25)).
destacado2(contro2):- (toma2(01);toma2(02);toma2(03);toma2(04);toma2(05);toma2(06);
toma2(07);toma2(08);toma2(09);toma2(10);toma2(14)).
destacado2(tele2):- (toma2(11);toma2(12);toma2(13);toma2(14);toma2(15);toma2(16);
toma2(17);toma2(18);toma2(19);toma2(20);toma2(21)).
destacado2(sena2):- (toma2(22);toma2(23)).
destacado2(elec2):- (toma2(24);toma2(25)).
especializado(contro3):- (toma3(26);toma3(27);toma3(28);toma3(29);toma3(30);toma3(31);
toma3(32);toma3(33);toma3(34);toma3(35);toma3(36);toma3(37)).
especializado(tele3):- (toma3(38);toma3(39);toma3(40);toma3(41)).
especializado(sena3):- (toma3(42);toma3(43);toma3(44);toma3(45)).
especializado(elec3):- (toma3(46);toma3(47);toma3(48);toma3(49);toma3(50);toma3(51)).
 practica(contro4):- (toma4(53);toma4(54);toma4(55);toma4(56);toma4(57);toma4(58);toma4
(59)).
 practica(tele4):- (toma4(60);toma4(61);toma4(62);toma4(63)).
 practica(sena4):- (toma4(64);toma4(65);toma4(66)).
 practica(elec4):- (toma4(67);toma4(68);toma4(69)).

% Parte de Reglas de la seleccìon final para linea de investigacion

linea(automatizacion):- (destacadol(control),destacado2(contro2),especializado(contro
3), practica(contro4)).
linea(telecomunicaciones):- (destacadol(tele1),destacado2(tele2),especializado(tele3)
, practica(tele4)).
linea(procesamiento):- (destacadol(sena1),destacado2(sena2),especializado(sena3),prac
tica(sena4)).
linea(electricidad):- (destacadol(elec1),destacado2(elec2),especializado(elec3), pract
ica(elec4)).
meta(todos1):- linea(automatizacion); linea(telecomunicaciones); linea(procesamiento); li
nea(electricidad).
meta(todos2):- tema(contro75); tema(contro76); tema(contro77); tema(contro78); tema(tele79
); tema(tele80); tema(tele81); tema(sena82); tema(sena83); tema(elec84); tema(elec85).
meta(todos3):- destacadol(control), destacado2(contro2).
meta(todos4):- destacadol(tele1), destacado2(tele2).
meta(todos5):- destacadol(sena1), destacado2(sena2).
meta(todos6):- destacadol(elec1), destacado2(elec2).

```

Figura A.9 Código de Reglas

```

% Asignacion de requisitos para las sub lineas de investigación

tema(contro75):- (especie(contro75a), especie(contro75b), especie(contro75c)).
tema(contro76):- (especie(contro76a), especie(contro76b), especie(contro76c)).
tema(contro77):- (especie(contro77a), especie(contro77b), especie(contro77c)).
tema(contro78):- (especie(contro78a), especie(contro78b), especie(contro78c)).
tema(tele79):- (especie(contro79a), especie(contro79b), especie(contro79c)).
tema(tele80):- (especie(contro80a), especie(contro80b), especie(contro80c)).
tema(tele81):- (especie(contro81a), especie(contro81b), especie(contro81c)).
tema(sena82):- (especie(contro82a), especie(contro82b), especie(contro82c)).
tema(sena83):- (especie(contro83a), especie(contro83b), especie(contro83c)).
tema(elec84):- (especie(contro84a), especie(contro84b), especie(contro84c)).
tema(elec85):- (especie(contro85a), especie(contro85b), especie(contro85c)).

```

Figura A.10 Código de asignación de requisitos sub líneas

```

% Formacion de los requisitos para las sub lineas de investigacion
especie(contro75a):-((toma1(01);toma1(02);toma1(03);toma1(04)),
                    (toma2(01);toma2(02);toma2(03);toma2(04))).
especie(contro75b):-((toma3(26);toma3(27))).
especie(contro75c):-((toma4(53);toma4(54))).
especie(contro76a):-((toma1(04);toma1(07);toma1(08);toma1(10)),
                    (toma2(04);toma2(07);toma2(08);toma2(10))).
especie(contro76b):-((toma3(28);toma3(29);toma3(30);toma3(31))).
especie(contro76c):-((toma4(54);toma4(55))).
especie(contro77a):-((toma1(03);toma1(04);toma1(10);toma1(14)),
                    (toma2(03);toma2(04);toma2(10);toma2(14))).
especie(contro77b):-((toma3(32);toma3(33);toma3(34))).
especie(contro77c):-((toma4(56);toma4(57))).
especie(contro78a):-((toma1(05);toma1(06);toma1(09)),
                    (toma2(05);toma2(06);toma2(09))).
especie(contro78b):-((toma3(35);toma3(36);toma3(37))).
especie(contro78c):-((toma4(58);toma4(59))).
especie(contro79a):-((toma1(12);toma1(13);toma1(19);toma1(20)),
                    (toma2(12);toma2(13);toma2(19);toma2(20))).
especie(contro79b):-((toma3(38);toma3(39))).
especie(contro79c):-((toma4(60);toma4(61))).
especie(contro80a):-((toma1(11);toma1(12);toma1(16);toma1(17)),
                    (toma2(11);toma2(12);toma2(16);toma2(17))).
especie(contro80b):-((toma3(39);toma3(40))).
especie(contro80c):-((toma4(61);toma4(62))).
especie(contro81a):-((toma1(14);toma1(15);toma1(18);toma1(21)),
                    (toma2(14);toma2(15);toma2(18);toma2(21))).
especie(contro81b):-((toma3(38);toma3(41))).
especie(contro81c):-((toma4(61);toma4(63))).
especie(contro82a):-((toma1(22);toma1(23)),(toma2(22);toma2(23))).
especie(contro82b):-((toma3(42);toma3(43))).
especie(contro82c):-((toma4(64);toma4(65))).
especie(contro83a):-((toma1(22);toma1(23)),(toma2(22);toma2(23))).
especie(contro83b):-((toma3(44);toma3(45))).
especie(contro83c):-((toma4(65);toma4(66))).
especie(contro84a):-((toma1(24);toma1(25)),(toma2(24);toma2(25))).
especie(contro84b):-((toma3(46);toma3(47);toma3(48))).
especie(contro84c):-((toma4(67);toma4(68))).
especie(contro85a):-((toma1(24);toma1(25)),(toma2(24);toma2(25))).
especie(contro85b):-((toma3(49);toma3(50);toma3(51))).
especie(contro85c):-((toma4(68);toma4(69))).

```

Figura A.11 Código de requisitos de sub líneas

```

% Resultados 1 para asignación de línea de investigación
resultadol(r1):-línea(automatizacion),write('Automatización y Control ');
                línea(telecomunicaciones),write('Telecomunicaciones y Redes ');
                línea(procesamiento),write('Procesamiento y Analisis de Señales ');
                línea(electricidad),write('Sistemas de Energía ');
                write('Ninguna Línea de Investigación, los datos no son coherentes ').

```

Figura A.12 Código de resultados 1 líneas

```

% Resultados 2 para asignación de Sub línea de investigacion

resultado2(r2):-tema(contro75),write("Automatización Industrial Convencional ");
tema(contro76),write("Automatización Industrial Emergente I4.0 ");
tema(contro77),write("Control Inteligente de Viviendas y Edificios ");
tema(contro78),write("Control de Sistemas Biomedicos ");
tema(tele79),write("Sistemas de Comunicaciones Inalambricas ");
tema(tele80),write("Sistemas de Comunicaciones Opticas y Físicas ");
tema(tele81),write("Sistemas de Seguridad y Gestion de Redes ");
tema(sena82),write("Sistemas de Señales Digitales y Analógicas ");
tema(sena83),write("Sistemas de Visión e Imágenes ");
tema(elec84),write("Sistemas Electronicos para Potencia Eléctrica ");
tema(elec85),write("Sistemas de Energias Renovables ");
write("No Definido, diversos ").

```

Figura A.13 Código de resultados 2 sub líneas

```

% Resultados 3 para asignación recomendaciones de los resultados

resultado3(r3):-nivel(otro71),write("MUY BUENO"),nl,write("COMENTARIO: El perfil
del Tesista se ajusta muy bien a la línea y sub línea de investigación, Exitos
");
    nivel(otro72),write("BUENO"),nl,write("El perfil del tesista so
lo se ajusta a la línea de investigación, debe llevar cursos de especialización
y prácticas relacionados con una sublínea, se recomienda complementar previamen
te para lograr un desarrollo oportuno y exitoso de la tesis ");
    nivel(otro73),write("REGULAR"),nl,write("El perfil del tesista
No se ajusta ninguna línea de investigación, solo a los cursos destacados de un
a línea de investigación, por lo tanto debe llevar cursos de especialización y
prácticas relacionados con la línea de investigación de los cursos destacados,
y se recomienda complementar previamente para determinar la línea de investigac
ión de su tesis ");
    write("MALO"),nl,write("El perfil no se ajusta a ninguna línea
de Investigación del Programa de Ingeniería Electrónica, Debe llevar cursos de
stacados por su cuenta, cursos de especialización y prácticas relacionados con
una Línea de investigación antes de definir su tema de tesis ").

```

Figura A.14 Código de resultados 3 recomendaciones

```

% PRACTICAS PRE PROFESIONALES
tomasi4(53,"Practica en agroindustria y alimentos: Frutas, azucar, arroz, bebidas "
).
tomasi4(54,"Practica en empresas industriales: fabricas de bienes y materiales ").
tomasi4(55,"Practica en centros comerciales con sistemas de control industrial ").
tomasi4(56,"Practica en edificios y construcciones con automatización de viviendas
").
tomasi4(57,"Practica en empresas e instituciones: área de video vigilancia y seguri
dad ").
tomasi4(58,"Practica en hospitales y clinicas: equipos médicos ").
tomasi4(59,"Practica en empresas proveedoras de equipos médicos ").
tomasi4(60,"Practica en empresas de telecomunicaciones: Movistar, Claro, Entel, Bit
el ").
tomasi4(61,"Practica en centros comerciales edificios y constructoras: área de tele
comunicaciones ").
tomasi4(62,"Practica en empresas e instituciones: áreas de telecomunicaciones ").
tomasi4(63,"Practica en empresas e instituciones: áreas de redes informáticas ").
tomasi4(64,"Practica en instituciones públicas y privadas: área de estudios de seña
les ").
tomasi4(65,"Practica en centros de investigación: área de procesamientos de señales
").
tomasi4(66,"Practica en empresas e instituciones: área de sistemas de imagenes y vi
deos ").
tomasi4(67,"Practica en empresas de electricidad: Electronorte, Carhaquero, REP ").
tomasi4(68,"Practica en empresas de mantenimiento eléctrico ").
tomasi4(69,"Practica en empresas de proyectos de energias renovables ").
tomasi4(70,"Practica no registrada o sin practica ").

```

Figura A.15 Código de prácticas pre profesionales

```

% Reglas
% CURSOS DESTACADOS
tomasil(01,"Control I ").
tomasil(02,"Control II ").
tomasil(03,"Sistemas de control industrial I ").
tomasil(04,"Sistemas de control industrial II ").
tomasil(05,"Teoria de control en bioingenieria ").
tomasil(06,"Electrónica médica ").
tomasil(07,"Redes neuronales ").
tomasil(08,"Control avanzado ").
tomasil(09,"Instrumentación de Biomédica ").
tomasil(10,"Robotica ").
tomasil(11,"Sistemas de comunicación digital I ").
tomasil(12,"Sistemas de comunicación digital II ").
tomasil(13,"Lineas de Transmisión y Sistemas Radioeléctricos ").
tomasil(14,"Telemática ").

tomasil(15,"Transmisión de datos ").
tomasil(16,"Sistemas de comunicación optica y redes ").
tomasil(17,"Redes de acceso y Medio Compartido ").
tomasil(18,"Aplicaciones de servicio de Redes ").
tomasil(19,"Comunicaciones inalambricas ").
tomasil(20,"Comunicaciones satelitales ").
tomasil(21,"Planificación y gestión de Redes ").
tomasil(22,"Procesamiento digital de señales ").
tomasil(23,"Procesamiento digital de imagenes ").
tomasil(24,"Electrónica de Potencia ").
tomasil(25,"Sistemas energeticos ").

```

Figura A.16 Codigo de Cursos destacados

```

% FACILIDADES PARA LA INVESTIGACION
tomasi5(71,"Apoyo de Empresa o Institución ").
tomasi5(72,"Apoyo de Fondo Concursable").
tomasi5(73,"Apoyo de Especialista").
tomasi5(74,"No cuenta con Apoyo").

```

Figura A.17 Codigo de Facilidades para investigación

```

% CURSOS DE ESPECIALIZACION
tomasi3(26,"Sistemas de automatización de plantas industriales ").
tomasi3(27,"Sistemas de comunicaciones industriales ").
tomasi3(28,"Internet de las cosas IoT y IIoT Internet industrial ").
tomasi3(29,"Cuarta revolución industrial I4.0 ").
tomasi3(30,"Inteligencia artificial, Machine learning, Deep learning ").
tomasi3(31,"Ciberseguridad ").
tomasi3(32,"Automatización en tiempo real ").
tomasi3(33,"Domotica, Inmotica, Smart City ").
tomasi3(34,"Sistemas de video vigilancia y seguridad ").
tomasi3(35,"Equipos medicos en general ").
tomasi3(36,"Equipos de cirugia ").
tomasi3(37,"Protesis mioelectricas ").
tomasi3(38,"Quinta generación 5G de comunicaciones moviles ").
tomasi3(39,"Equipos de telecomunicaciones ").
tomasi3(40,"Equipos de sistemas ópticos ").
tomasi3(41,"Sistemas de Redes de datos ").
tomasi3(42,"Obtención de señales ").
tomasi3(43,"Modificación y filtrado de señales ").
tomasi3(44,"Captura y modificación de imágenes ").
tomasi3(45,"Reconstrucción de señales ").
tomasi3(46,"Fuentes de alimentación conmutadas ").
tomasi3(47,"Convertidores de energía ").
tomasi3(48,"Sistemas de iluminación y de calentamiento ").
tomasi3(49,"Energía fotovoltaica ").
tomasi3(50,"Energía eolica ").
tomasi3(51,"Energía solar y de biomasa").
tomasi3(52,"No he llevado curso de especialización ").

```

**Figura A.18** Código de Cursos de especialización

## A.5 Respuesta de los expertos humanos

La muestra para verificar el uso del sistema experto por los usuarios de noveno ciclo de Ingeniería Electrónica que estuvo conformada por 33 estudiantes de curso de Tesis II.

En la tabla A.1 se presenta los datos de entrada de los perfiles de los estudiantes de la muestra, incluyendo sus DNI y el resultado de la evaluación por los expertos humanos, complementado la tabla 4.41 que se presentó como parte del contenido de la tesis.

En la tabla A.2 se presentan detalles para cada uno de los usuarios del sistema experto, indicando la sub línea que concuerda con su perfil en el caso de los resultados MUY BUENO y por lo tanto también tiene línea de investigación.

Para el caso de resultado BUENO se presenta la línea que concuerda con su perfil, y el caso de resultado REGULAR solo los cursos que destacaron, los de resultados MALO, no tiene información relevante.

**Tabla A.1** Resultados de la evaluavi3n por expertos humanos

ID	DNI	CURSO 1	CURSO 2	ESPECIAL	PRACT	RESULTADO
1	76518962	11	16	39	62	MUY BUENO
2	76942465	9	5	36	58	MUY BUENO
3	72498428	23	17	34	58	MALO
4	75898565	3	5	32	54	BUENO
5	72086616	23	22	43	65	MUY BUENO
6	75611562	16	3	33	70	MALO
7	72703282	24	25	39	70	REGULAR
8	74820655	23	16	34	70	MALO
9	73020894	3	1	41	60	REGULAR
10	45412205	4	3	34	56	MUY BUENO
11	74233011	3	23	41	53	MALO
12	71707267	8	5	29	58	BUENO
13	73001580	16	23	34	70	MALO
14	73747356	3	16	34	70	MALO
15	48461873	7	10	31	55	MUY BUENO
16	72174197	24	25	55	68	REGULAR
17	74024313	22	23	42	66	BUENO
18	73605887	3	16	28	70	MALO
19	74725480	23	22	37	70	REGULAR
20	74638294	15	12	34	68	REGULAR
21	48604853	3	10	41	60	REGULAR
22	76401554	13	16	41	62	BUENO
23	73853676	22	23	34	60	REGULAR
24	74949040	24	25	51	67	BUENO
25	76234636	3	14	32	67	REGULAR
26	73822363	8	25	34	70	MALO
27	76539669	25	24	50	69	MUY BUENO
28	73007964	24	25	34	70	REGULAR
29	71718220	13	18	41	70	REGULAR
30	75161424	3	23	34	70	MALO
31	74450353	3	6	32	54	BUENO
32	76434637	3	10	32	56	MUY BUENO
33	74422016	22	23	45	64	BUENO

**Tabla A.2** Detalles de los resultados de la evaluavi3n por expertos humanos

ID	DNI	RESULTADO	SUB LÍNEA	LÍNEA	CURSOS	NADA
1	76518962	MUY BUENO	80	87	+	++
2	76942465	MUY BUENO	78	86	+	++
3	72498428	MALO	N	N	N	
4	75898565	BUENO	N	86	-	--
5	72086616	MUY BUENO	82	88	+	++
6	75611562	MALO	N	N	N	
7	72703282	REGULAR	N	N	ELECT89	
8	74820655	MALO	N	N	N	
9	73020894	REGULAR	N	N	AUTO86	
10	45412205	MUY BUENO	77	86	+	++
11	74233011	MALO	N	N	N	
12	71707267	BUENO	N	86	-	--
13	73001580	MALO	N	N	N	
14	73747356	MALO	N	N	N	
15	48461873	MUY BUENO	76	86	+	++
16	72174197	REGULAR	N	N	ELECT89	
17	74024313	BUENO	N	88	-	--
18	73605887	MALO	N	N	N	
19	74725480	REGULAR	N	N	SEÑAL88	
20	74638294	REGULAR	N	N	TELE87	
21	48604853	REGULAR	N	N	AUTO86	
22	76401554	BUENO	N	87	-	--
23	73853676	REGULAR	N	N	SEÑAL88	
24	74949040	BUENO	N	89	-	--
25	76234636	REGULAR	N	N	AUTO86	
26	73822363	MALO	N	N	N	
27	76539669	MUY BUENO	85	89	+	++
28	73007964	REGULAR	N	N	ELECT89	
29	71718220	REGULAR	N	N	TELE87	
30	75161424	MALO	N	N	N	
31	74450353	BUENO	N	86	-	--
32	76434637	MUY BUENO	77	86	+	++
33	74422016	BUENO	N	88	-	--