



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**SISTEMA EXPERTO PARA EL APOYO DEL PROCESO DE
ORIENTACIÓN VOCACIONAL PARA LAS CARRERAS DE
INGENIERÍA EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ.**

Tesis para optar por el Título de Ingeniero Informático, que presenta el bachiller:

Tapia Castillo Jackeline

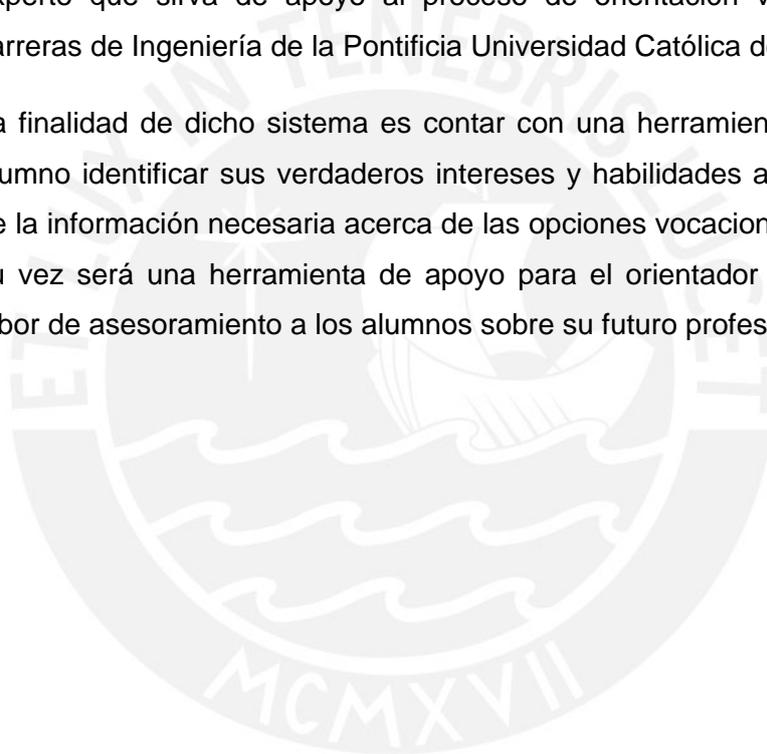
ASESOR: Magister Manuel Francisco Tupia Anticona

Lima, abril del 2009

Resumen

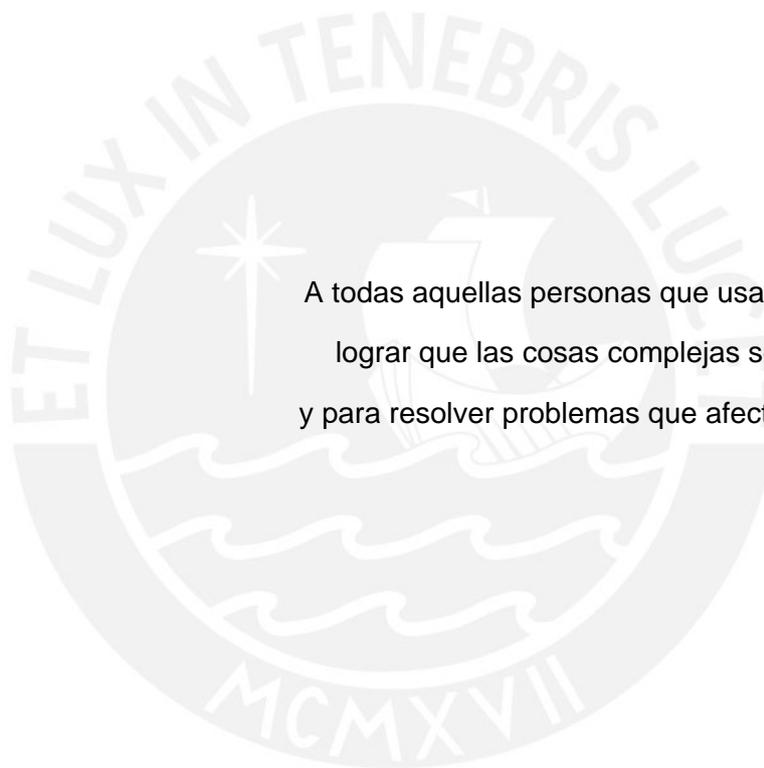
El presente proyecto de fin de carrera plantea la creación de un sistema experto que sirva de apoyo al proceso de orientación vocacional de las carreras de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

La finalidad de dicho sistema es contar con una herramienta que permita al alumno identificar sus verdaderos intereses y habilidades así como disponer de la información necesaria acerca de las opciones vocacionales existentes, a su vez será una herramienta de apoyo para el orientador vocacional en su labor de asesoramiento a los alumnos sobre su futuro profesional.



Dedicado a:

A todas aquellas personas que usan la ingeniería para
lograr que las cosas complejas se vuelvan sencillas,
y para resolver problemas que afectan a la humanidad.

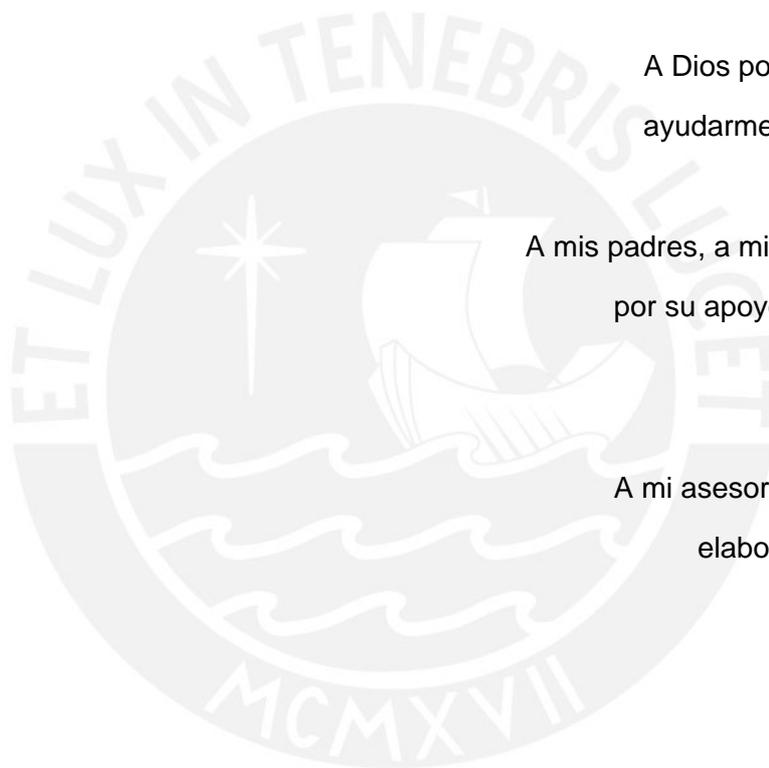


Agradecimientos:

A Dios por guiar mi camino y ayudarme en todo momento.

A mis padres, a mi hermana y amigos por su apoyo a lo largo de toda la carrera.

A mi asesor por su apoyo en la elaboración del presente proyecto.



ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción.....	1
Capítulo 1: Generalidades	2
1.1. Definición de Problema	2
1.2. Marco Conceptual	3
1.3. Plan de proyecto.....	21
1.4. Estado del Arte.....	31
1.5. Descripción y sustentación de la solución.....	41
Capítulo 2: Análisis.	45
2.1. Definición de la metodología de la solución.	45
2.2. Identificación de requerimientos.....	48
2.3. Análisis de la solución.	50
Capítulo 3: Diseño.....	62
1.1. Arquitectura de la solución.	62
1.2. Diseño de interfaz gráfica.....	69
1.3. Arquitectura de información.....	72
Capítulo 4: Construcción.....	75
4.1. Construcción.....	75
4.2. Pruebas.	78
Capítulo 5: Observaciones, conclusiones y recomendaciones.....	82
5.1. Observaciones.....	82
5.2. Conclusiones.....	83
5.3. Recomendaciones.....	84
Referencias.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de Orientación Vocacional.....	11
Figura 2: Campos de la inteligencia artificial.....	13
Figura 3: Forma de resolver un problema.....	15
Figura 4: Componentes de un sistema experto.	16
Figura 5: Fases del ciclo de adquisición del conocimiento.	22
Figura 6: Modelo troncocónico de la metodología IDEAL.....	25
Figura 7: O.V.I - Pruebas para conocerte a ti mismo.....	33
Figura 8: O.V.I - Resultado Prueba para conocerte a ti mismo.	33
Figura 9: O.V.I - Prueba para conocer tus tendencias.....	34
Figura 10: O.V.I - Resultado Prueba para conocer tu tendencia.	34
Figura 11: O.V.I - Información de las carreras.....	35
Figura 12: O.V.I - Información de las carreras en estudios superiores.....	35
Figura 13: O.V.I - Información de los centros de estudios superiores.	36
Figura 14: SEOV - Carreras dictadas por la USACH.....	37
Figura 15: SEOV - Determinando las carreras.	38
Figura 16: SEOV - Analizando tus Intereses.	38
Figura 17: SEOV - Analizando la personalidad.....	38
Figura 18: Captura de datos del orientador.	42
Figura 19: Rendimiento de test.....	42
Figura 20: Análisis del motor de inferencia.....	43
Figura 21: Presentación de resultados y explicaciones.....	43
Figura 22: Módulos del sistema experto.	57
Figura 23: Arquitectura Web del sistema experto.....	58
Figura 24: Criterios utilizados para el diseño.....	71
Figura 25: Diseño estructural de las pantallas.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Primeros sistemas expertos.....	14
Tabla 2: Cuadro Comparativo historia del arte.	40
Tabla 3: Cuadro comparativo de lenguajes de programación.	54
Tabla 4: Cuadro comparativo de bases de datos	54
Tabla 5: Análisis económico.	55
Tabla 6: Asociación de módulos y usuarios.....	58
Tabla 7: Puntaje por orientación.	64
Tabla 8: Iteraciones del algoritmo del motor de inferencia.	68
Tabla 9: Librerías PHP a utilizar.	77
Tabla 10: Librerías JavaScript a utilizar.....	77
Tabla 11: Pruebas unitarias.	79
Tabla 12: Pruebas de sistema.	79
Tabla 13: Pruebas con el usuario experto.	80
Tabla 14: Resultado pruebas unitarias.	80
Tabla 15: Resultado pruebas del sistema.....	80
Tabla 16: Resultado pruebas con el usuario experto.....	81

Introducción

En la actualidad son pocos los estudiantes escolares que tienen conocimiento de la carrera elegirán al finalizar sus estudios secundarios, la mayoría de adolescentes no son conscientes de que profesión elegir puesto que carecen de la orientación vocacional necesaria que les brinde un apoyo en este proceso de toma de decisión tan importante en la vida del ser humano, si es que se decide por tener una educación superior universitaria.

Al carecer de esta orientación, el estudiante puede tomar una decisión errónea. Una mala decisión provoca un malestar que influye en el desempeño del ser humano tanto a nivel personal como profesional, es decir, impacta negativamente sobre el individuo, su familia y a la sociedad en conjunto que se verá repercutida teniendo una baja satisfacción en su vida.

Por otro lado, una buena selección impactará al estudiante de manera positiva: en primer lugar dentro de su etapa universitaria, pues logrará un mejor rendimiento académico y en un futuro en su calidad de trabajo profesional y como consecuencia en su calidad de vida. Para lograr una acertada decisión es necesario un auto-conocimiento que le permita comprender sus destrezas, capacidades e intereses, a su vez es necesario contar con una amplia información sobre el contexto profesional que las instituciones educativas ofrecen y de esta manera poder definir una adecuada propuesta del futuro profesional.

Es el proceso de orientación vocacional el que provee las herramientas necesarias que le permitirán al estudiante elegir correctamente, los estudios profesionales que le convenga según ciertos rasgos de su personalidad, sus capacidades, aptitudes y actitudes.

Capítulo 1: Generalidades

En el presente capítulo se explicarán los conceptos necesarios para entender el problema que el sistema propuesto desea resolver, se mostrará el listado de las tareas a realizar durante el desarrollo del proyecto, y se darán a conocer las alternativas de solución existentes actualmente para el problema definido.

1.1. Definición de Problema

Actualmente la sociedad se torna progresivamente más competitiva y exigente, llena de demandas específicas y en constante transformación debido a las nuevas tecnologías emergentes, en donde lo más adecuado que puede hacer el hombre es aumentar sus probabilidades de éxito.

Es el proceso de orientación vocacional el que permite conocer el área profesional en la que se tendrá mayores probabilidades de éxito de acuerdo a las habilidades y capacidades que posee el hombre, si éste decide comenzar estudios superiores.

La vocación es un proceso evolutivo que se desarrolla durante la infancia y se hace visible durante la adolescencia, pero no todos los jóvenes tienen clara su vocación. Gran cantidad de estudiantes no son conscientes de qué carrera estudiar al culminar su educación secundaria debido a que carecen de la preparación vocacional necesaria; como consecuencia podrían tomar caminos equivocados que con el tiempo podrían influir en su calidad de trabajo conduciéndolos al fracaso y a una no realización personal.

Es necesario e importante que el estudiante conozca las opciones vocacionales existentes y a la vez que pueda identificar sus aptitudes y verdaderos intereses. Por ello, necesita de un apoyo en la toma de decisión sobre su proyecto personal de vida que le permita conocer el tipo de trabajo profesional en el cual alcance su mayor rendimiento.

Se concluye entonces que el proceso de orientación vocacional es de suma importancia en el desarrollo personal del estudiante. Es por esta razón que se propone generar una herramienta que sirva como apoyo a dicho proceso para las carreras de Ingeniería en la PUCP, permitiendo así que el orientador cuente con información estructurada y sintetizada que le permita enfocarse en asesorar al alumno en la toma de decisiones en base a los resultados obtenidos; y logrando que el proceso sea más rápido y eficiente. Como consecuencia el estudiante recibirá un mejor servicio y un apoyo que le permitirá tomar una decisión acertada, la cual se reflejará a futuro en su desempeño laboral y en su calidad de vida.

1.2. Marco Conceptual

A continuación se expondrán algunos conceptos que le permitirán entender mejor el problema expuesto en el punto anterior, dichos conceptos están divididos en dos secciones: orientación vocacional y sistemas expertos.

1.2.1. Orientación vocacional

En esta sección se conocerán los factores que influyen en la elección de carrera, se definirá el concepto de orientación

vocacional, se conocerá la labor del orientador vocacional y se detallará el proceso.

Toma de decisiones y orientación vocacional.

La toma de decisiones es el proceso en el cual la persona debe escoger entre dos o más alternativas. A lo largo de su vida, el ser humano continuamente toma decisiones, algunas de estas son de gran importancia en su desarrollo, otras son menos relevantes.

El proceso de toma de decisiones esta conformado por las siguientes etapas:

- a. Identificar y analizar el problema. Consiste en encontrar el problema y reconocer que hay que tomar una decisión para solucionarlo.
- b. Identificar los criterios de decisión y ponderarlos. Consiste en identificar los criterios que son relevantes al momento de tomar una decisión, asignándoles un valor de acuerdo a su importancia.
- c. Generar alternativas de solución. Consiste en identificar distintas posibles soluciones al problema.
- d. Evaluar las alternativas. Consiste en hacer un estudio detallado de todas las alternativas que se generaron en la etapa anterior.
- e. Elección de la mejor alternativa. Se escoge la alternativa que obtiene los mejores resultados para el problema identificado.
- f. Implementación de la decisión. Consiste en poner en marcha la decisión tomada.

- g. Evaluación de los resultados. Consiste en evaluar si la alternativa escogida fue realmente la más adecuada.

A su vez, existen distintos estilos de enfrentar las situaciones:

- a. Estilo impulsivo: El sujeto no reflexiona antes de decidir, responde a deseos inmediatos.
- b. Estilo dependiente: El sujeto busca la aprobación de los demás.
- c. Estilo autónomo: El sujeto no se deja influenciar por el entorno social.
- d. Estilo racional: El sujeto reflexiona antes de decidir. Se analizan las distintas alternativas y se valoran las posibles consecuencias de cada una de ellas. Es el estilo racional es el que brinda una mayor probabilidad de éxito al tomar una decisión.

Este proceso suele generar temor y ansiedad cuando se trata de elegir una alternativa de gran importancia en el desarrollo personal del sujeto, ocasionando confusión a la hora de tomar la decisión. Es por esta razón que es conveniente seguir un plan de acción que ayude al ser humano a realizar una elección de forma racional, es decir, reflexionar antes de decidir.

La elección de carrera es una de las decisiones más importantes que el individuo debe afrontar, y muchas veces este proceso puede experimentarse con tensión ante la inseguridad de los futuros cambios y el miedo al fracaso. Esta decisión es trascendente en el desarrollo del ser humano para que éste no termine siguiendo una profesión que no esta relacionada con sus intereses y habilidades y que lo puede llevar al fracaso.

La orientación vocacional busca que el ser humano pueda afrontar con éxito la elección profesional. Para asegurar una

buena elección se tiene que evaluar la habilidad o capacidad que tiene el individuo de realizar alguna actividad y los intereses que posee, logrando así delimitar campos de interés que finalmente podrán ser relacionados con campos profesionales.

En conclusión, son necesarios dos elementos claves para tomar una adecuada decisión: conocerse a uno mismo y conocer las opciones vocacionales existentes [Centros de estudios educativos, 1965]. Estos dos elementos son contemplados en el proceso de orientación vocacional y es por esta razón que es de gran ayuda en el proceso de toma de decisión profesional, ya que ayuda a que el individuo tome una decisión de manera racional, analizando las alternativas existentes y conociendo sus habilidades, intereses y fortalezas.

Teorías sobre la elección de carrera.

A continuación se detallan tres teorías que detallan los factores que influyen en la elección de carrera del ser humano.

a. Teoría de Anne Roe sobre la influencia de la personalidad en la elección de carrera.

Esta teoría intenta explicar las relaciones que existen entre los factores genéticos, las experiencias infantiles y la conducta vocacional. Se basa en que las experiencias tempranas y la motivación que genera una necesidad que tiene el ser humano están relacionadas con la elección vocacional [Vidales, 1987]. Además, afirma que los factores genéticos influyen en el desarrollo de ciertas habilidades e intereses relacionados con la elección vocacional.

Estas necesidades pueden motivar a diferentes niveles: las necesidades que se satisfacen rutinariamente no son motivadoras, las necesidades primarias (fisiológicas, de seguridad) son motivadoras dominantes y las necesidades satisfechas se convierten en motivadoras inconscientes.

Si se tiene una dotación genética igual, las diferencias entre los logros ocupacionales de dos individuos pueden ser ocasionadas por tener motivaciones diferentes, las cuales son el resultado de las distintas experiencias infantiles que ha tenido el ser humano.

b. Teoría tipológica de las carreras de Holland.

La teoría de Holland constituye una síntesis entre dos concepciones: la que afirma que una carrera es la extensión de la personalidad y la noción de que la gente proyecta sobre títulos ocupacionales sus puntos de vista acerca de ella misma y del mundo laboral que prefiere [Vidales, 1987].

Holland observó que la mayoría de las personas veían el mundo ocupacional en función de estereotipos ocupacionales y que eligen una actividad porque la imagen que tienen de ella, normalmente el estereotipo, les agrada y se sienten identificados.

Así mismo construye una lista de ambientes ocupacionales que serían útiles al sujeto para proyectar su estilo de vida preferido.

Dichos ambientes ocupacionales son:

- Motrices (agricultores, conductores).
- Intelectuales (químicos, biólogos).
- De apoyo (trabajadores sociales, maestros).
- De conformidad (contadores, cajeros).
- De persuasión (vendedores, políticos).
- Estéticos (músicos, artistas).

Posteriormente se ubican estos ambientes dentro una orientación como la siguiente:

- Orientación realista (motriz): Interés en actividades de fuerza física.
- Orientación intelectual (intelectual): Sujetos cuyas características principales son: pensar, organizar y comprender.
- Orientación social (de apoyo): Sujetos que buscan situaciones interpersonales íntimas.
- Orientación convencional (de conformidad): Interés en normas y reglas.
- Orientación emprendedora (de persuasión): Sujetos que tienen habilidad verbal.
- Orientación artística (estética): Interés en la auto-expresión.

c. Teorías de Ginzerg, Ginsburg, Axelard y Herma

Desarrollada por un equipo multidisciplinario (economista, psiquiatra, sociólogo y psicólogo). Concluyen que en el proceso de elección vocacional es un proceso irreversible que ocurre en periodos claramente marcados en el cual están implicados cuatro factores significativos: el factor realidad, la influencia del proceso educativo, los factores emocionales del sujeto y los valores que posee. [Vidales, 1987].

Los periodos de este proceso son:

- Período de fantasía: Hasta los once años de edad, los niños ignoran sus habilidades.

- Período tentativo: De los once a los dieciocho años de edad, en este periodo conocen sus intereses, capacidades y valores.
- Período realista: De los dieciocho a los veinticuatro años de edad, en este período se selecciona un camino que permita seguir con los intereses del sujeto.

Definición de la Orientación Vocacional.

La vocación se entiende como una realización personal. Es un desenvolvimiento a gusto en las actividades diarias que implica no solo la satisfacción personal, sino también que las personas que trabajen o convivan con uno se encuentren a gusto [Vidales, 1987].

La orientación vocacional es un proceso complejo que estimula la capacidad de elegir y que se fundamenta en el principio de que todos los seres humanos necesitamos ayuda. Es la necesidad y derecho que tiene todo ser humano a que la sociedad le ayude a descubrir sus aptitudes y características psíquicas para que llegue a realizarse plenamente y así servir mejor a la misma. [García Hoz, 1960].

En este proceso intervienen múltiples factores que se agrupan en dos categorías. Los factores personales que se refieren a los elementos que están relacionados íntimamente con el ser humano y los factores situacionales que se refiere a los elementos que lo rodean. [Centros de estudios educativos, 1965].

Rol del orientador vocacional.

El orientador vocacional es la persona capacitada para apoyar la toma de decisión profesional. Maneja diferentes técnicas de estudio, de consulta, de entrevista y tiene amplios conocimientos de psicología.

Su finalidad es ayudar al alumno logrando que éste descubra sus virtudes y defectos, sus alcances y limitaciones, a fin de que se acepte tal como es. A la vez le ayuda a resolver aquellos problemas que interfieren con la realización de sus objetivos.

Las actividades del orientador vocacional son [Carter, Lyman 1997, Vidales 1987]:

- a. Ayudar al estudiante a conocer sus características personales mediante el uso de diversos instrumentos como tests psicológicos y cuestionarios. Permite que el estudiante conozca sus intereses, aptitudes, hábitos de estudio, temperamento, personalidad y actitudes para poder orientarlo en su proceso de adaptación a la escuela, ayudarlo a alcanzar el máximo rendimiento en la misma con normas de aprendizaje y a desarrollarse socialmente aprovechando sus capacidades.
- b. Ayudar a los estudiantes a encontrar el camino más adecuado en los estudios y trabajo, entregando información útil y actualizada sobre la estructura educacional existente en los centros educativos universitarios. Esta información debe contener: descripción, plan de estudios, duración de las carreras, habilidades, aptitudes e intereses necesarios, requisitos de ingreso, campo profesional, grados y títulos.
- c. Organizar actividades para que el estudiante conozca personalmente los trabajos y las carreras. Entre estas actividades se encuentran: mostrar películas, asistir a conferencias, excursiones y visitas, entre otros.

Proceso de Orientación Vocacional.

El Proceso de Orientación Vocacional permite tener mayores posibilidades de éxito en la vida profesional. Por un lado, ayuda al estudiante con su desarrollo personal mediante etapas donde la persona puede conocerse a sí misma y por otro lado, lo ayuda con su proyecto personal de vida brindando la información necesaria

para que el alumno tome una decisión acertada sobre la ocupación que realizará en un futuro.

El proceso se divide en tres etapas: Conocer los factores situacionales, conocer los factores personales y tomar la decisión adecuada. [Universidad Santiago Chile, 1999]:

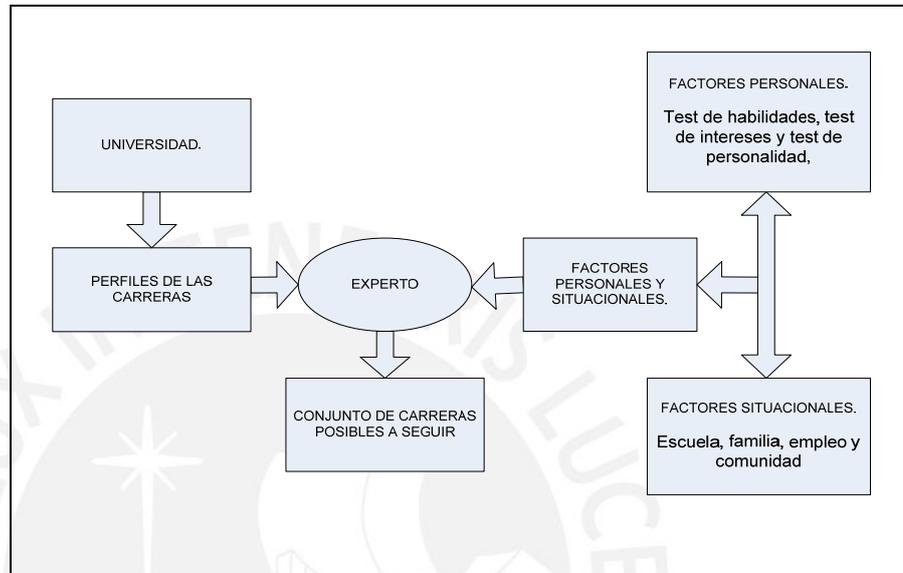


Figura 1: Proceso de Orientación Vocacional

a. Conocer los factores situacionales del alumno.

La finalidad es conocer la historia personal del alumno que incluye: rendimiento académico, expectativas de la carrera a seguir, historia laboral del alumno y de sus familiares cercanos, pasatiempos y la proyección a futuro que tiene de sí mismo.

b. Conocer los factores personales del alumno.

Para conocer estos factores se debe de hacer uso de tests vocacionales.

Los tests vocacionales son una serie de pruebas que ayudan a indagar diferentes aspectos del sujeto para facilitar la comprensión de sus intereses, habilidades, aptitudes, entre otros. Son una herramienta muy útil porque permiten contar

con información necesaria para realizar la futura elección de carrera.

Los tests cumplen las siguientes funciones:

- **Diagnóstico:** acerca de las habilidades, intereses y personalidad del sujeto.
- **Pronóstico:** acerca de las actividades futuras en base a los resultados obtenidos en los tests aplicados.

En este proyecto de fin de carrera se utilizarán los siguientes tests que fueron escogidos junto con el experto puesto que brindan la información necesaria del sujeto:

- **Inventario de preferencias personales de Edwards.** Permite conocer el temperamento del alumno así como sus motivaciones.
- **Inventario autodirigido de Holland.** Permite conocer los intereses del alumno, está basado en la teoría de Holland.

c. **Toma de decisiones.**

Consiste en contribuir a una toma de decisiones pertinente. El orientador vocacional indica el conjunto de carreras en las que el individuo se desarrollará con mayor éxito profesional.

Para que esta etapa se desarrolle satisfactoriamente el orientador necesita de dos entradas: conocer los perfiles de las carreras universitarias y los factores personales y situacionales del alumno, es confrontado esta información que el experto puede indicar el conjunto de carreras afines.

1.2.2. Sistemas Expertos.

En esta sección se conocerá como nacen los sistemas expertos, se definirá el concepto de sistema experto y se conocerán sus características, estructura y arquitectura.

Marco histórico en el desarrollo de sistemas expertos

La inteligencia artificial define la representación del conocimiento en programas de ordenador, es el estudio de cómo hacer que los ordenadores hagan cosas que en estos momentos hace mejor el hombre. Posee los siguientes campos: Sistemas de lenguaje natural, sistemas reconocedores de imágenes, robótica y sistemas expertos; es decir, los sistemas expertos pertenecen a la inteligencia artificial.

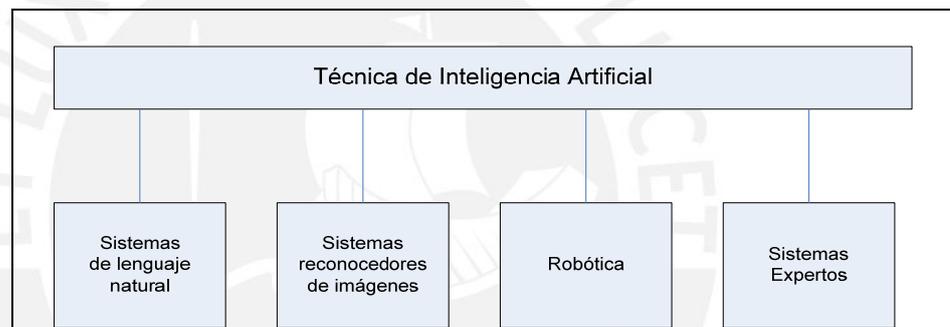


Figura 2: Campos de la inteligencia artificial¹

Los programas de inteligencia artificial se caracterizan por manejar símbolos como conceptos e ideas y no solo como una colección de símbolos sin significado. Un sistema de ordenador que trabaje con técnicas de inteligencia artificial deberá poder combinar información de forma inteligente, alcanzar conclusiones y justificar dichas conclusiones. [Bauer, Klaus, 1988].

Desde la década de 1950 se empezó a investigar sobre la tecnología representada por los sistemas expertos actuales. Pero estos aparecen específicamente a mediados de los años setenta como una forma de automatizar ciertos tipos de problemas complejos que manipulan una gran cantidad de conocimientos, como por ejemplo: diagnóstico,

¹ Fuente: **Bauer, Klaus** Sistemas expertos: introducción a la técnica y aplicación. Página: 19.

planeación, predicción, diseño, interpretación, control, monitoreo de estado e instrucción.

La mayoría de los primeros sistemas expertos se desarrollaron entre 1965 y 1975 y fueron de alcance limitado. Entre los primeros sistemas expertos tenemos: [Rolston, David,1993]:

Sistema	Año	Autor	Finalidad
Dendral	1965	Stanford	Deduce información sobre estructuras químicas.
Macsyma	1965	MIT	Realiza análisis matemáticos complejos.
Hearsay	1965	Carnegie	Interpreta el lenguaje natural.
Mycin	1972	Standford	Diagnóstico de enfermedades de la sangre.

Tabla 1: Primeros sistemas expertos.

Los sistemas expertos encuentran aplicación donde los expertos disponen de conocimientos complejos y no resulta posible o rentable una solución convencional del procesamiento de datos, las técnicas de búsqueda exhaustivas resultan demasiado caras y las técnicas de búsqueda heurísticas obtienen resultados imprecisos.

En la actualidad los sistemas expertos se utilizan en diferentes niveles de aplicación y son sistemas auxiliares que pueden ofrecer una ayuda en los puestos trabajos existentes ya que pueden procesar grandes cantidades de datos de manera eficiente y llegar a conclusiones complejas con mayor claridad.

Definición de Sistema Experto

Aplicación informática que simula la habilidad de un experto humano a la hora de resolver un determinado tipo de problema, mediante la aplicación específica de conocimientos y de procedimientos de inferencia, ya que no se cuenta con una solución algorítmica practica. [Rolston, David W,1993, Giarratano, Joseph C,1998].

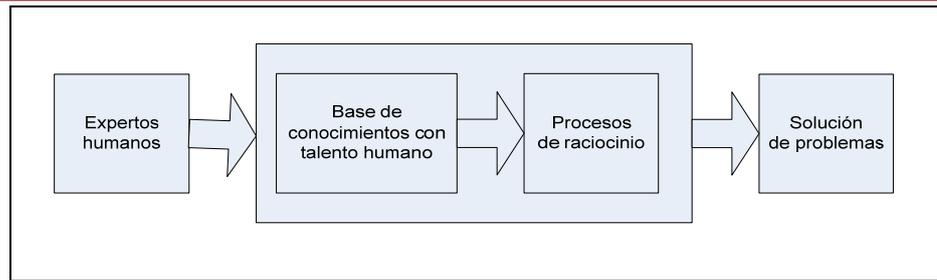


Figura 3: Forma de resolver un problema.

Características de los Sistemas Expertos

Para que un sistema experto sea útil debe de poseer ciertas características. Estas características son listadas a continuación: [Giarratano, Joseph C, 1998, Rauch-Hindin, Wendy B, 1989]:

- a. Separación entre el conocimiento y la aplicación.
- b. Arquitectura diferente a la de un sistema de información convencional.
- c. Fácil actualización de conocimientos. Se debe de tener un mecanismo eficiente para agregar y modificar conocimiento.
- d. Alto funcionamiento. La calidad del consejo proporcionado por el sistema debe ser muy buena, el sistema experto debe ser capaz de responder a un nivel igual o mejor que el experto humano.
- e. Capacidad de explicar que está haciendo y porqué lo está haciendo.
- f. Tiempo adecuado de respuesta. El sistema experto debe responder al usuario en un tiempo igual o menor al que respondería el experto humano.

Estructura de Sistema Experto

La estructura del sistema experto esta conformado por las siguientes partes: Base de conocimientos, base de hechos, motor inferencias e

interfase. La siguiente figura presenta la arquitectura e interrelaciones de estos elementos [Santana, 1988]:

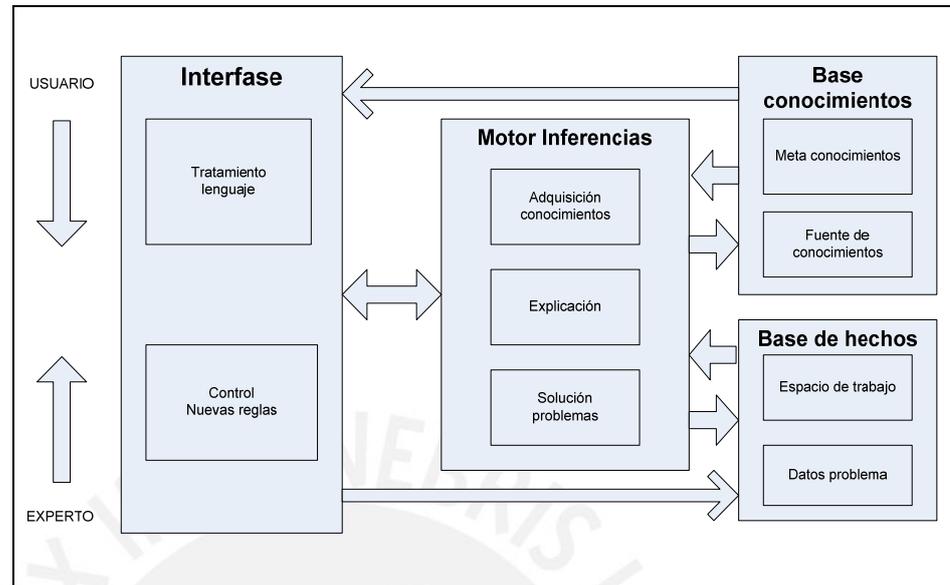


Figura 4: Componentes de un sistema experto.

a. Base de Conocimientos.

Es una base de datos que almacena todo el conocimiento del sistema experto en forma de reglas. Este conocimiento comprende los datos que describen el problema, las reglas utilizadas, la forma de combinar estas reglas, los nuevos datos deducidos y las propuestas de solución. [Santana, 1988].

Se caracteriza porque los conocimientos son descritos de manera declarativa, almacenados en pequeños fragmentos y no existe jerarquía entre los mismos.

En la creación de una base de conocimientos se debe de tener en cuenta qué objetos serán definidos, cómo son las relaciones entre estos objetos, cómo se formularán y procesarán las reglas.

b. Base de Hechos.

Contiene los datos del problema así como los elementos y hechos relativos a la solución de un problema en particular. A su vez

almacena la información dada por el usuario en respuesta a las preguntas del sistema.

c. Motor de Inferencia.

Simula la estrategia de solución de un experto, obtiene conclusiones aplicando las reglas sobre los hechos presentes. Determina qué acciones se realizarán, en qué orden y cómo las realizarán las diferentes partes del sistema experto. Está compuesto de tres elementos: [Bauer, Klaus,1988; Rolston, David W,1993].

- **Solucionador de Problemas.**

Contiene mecanismos de valoración de conocimientos, como mecanismos de inferencia, los cuales permiten deducir nuevos hechos o establecer nuevas hipótesis. Debe disponer de técnicas de búsqueda para recorrer la base de conocimientos y de técnicas de selección.

- **Módulo generador de explicaciones.**

Es un subsistema que tiene la capacidad de explicar el razonamiento que conduce a cierta conclusión, para lo cual requiere de una interfase con el usuario. El sistema debe acceder al registro de conocimientos que se emplearon durante el procesamiento de información y traducirlo en forma aceptable para el usuario.

- **Módulo generador de conocimiento.**

Contiene las funciones necesarias para mejorar el conocimiento del sistema experto. Debe ser capaz de actualizar la base de conocimientos ya sea comunicando nuevos conocimientos o modificando los existentes, verificando las entradas para identificar errores o inconsistencias.

Interfase de Usuario

Establece la forma en que el sistema experto se presentará al usuario, se debe establecer un diálogo en términos del problema y con construcciones del lenguaje humano correctas. Debe cumplir con los siguientes requisitos: el aprendizaje del manejo debe ser rápido, debe evitar la entrada de datos erróneos, las preguntas y resultados deben de presentarse en forma comprensible para el usuario.

Un sistema experto posee tres tipos diferentes de interfaces de usuario:

- a. Interfase de componente de adquisición. Usada por el ingeniero del conocimiento y por el usuario experto.
- b. Interfase del componente explicativo. Usada por el ingeniero del conocimiento, el usuario experto y el usuario del sistema.
- c. Interfase de consulta. Encargada de plantear preguntas, recibir respuestas y emitir resultados.

Usuario.

Los sistemas expertos poseen dos tipos de usuarios [Rolston, David W,1993].

- a. Usuario Experto.² Se encarga de añadir nuevos conocimientos a la base de conocimientos o de modificar el conocimiento existente en el sistema.
- b. Usuario del Sistema. Ejecuta el sistema experto y puede ser de tres tipos:
 - Verificador. Comprueba la validez del desempeño del sistema.

² En el presente proyecto de tesis el experto es la Licenciada María Isabel La Rosa Cormack. Profesora del departamento psicología de la PUCP.

- Alumno. Busca desarrollar pericia personal en el área en que se desarrolló el sistema experto mediante la recuperación de conocimientos organizados.
- Cliente. Aplica la pericia del sistema a tareas específicas.

Arquitectura.

La arquitectura de los sistemas expertos es determinada por el motor de inferencias de acuerdo a las técnicas de razonamiento usadas: [Santana, 1988]

a. Algoritmo de ejecución de un motor de inferencias.

El funcionamiento general de un motor de inferencias se da en dos etapas: Fase de evaluación y fase de ejecución.

Fase de evaluación

En esta fase el motor de inferencia determina qué reglas pueden ser aplicadas de acuerdo a la situación actual de la base de hechos. Consta de tres etapas:

- Restricción: Consiste en determinar el conjunto de reglas y de hechos que serán usadas para resolver el problema. Para esto hace uso de los meta conocimientos sobre los hechos y las reglas.
- El filtrado: Se analiza el conjunto de reglas obtenidas en la etapa de restricción y se escogen aquellas cuya condición es verdadera si se toman en cuenta el conjunto de hechos obtenido. Se espera obtener de este filtrado una sola regla, en el caso de que se obtenga más de una ocurre lo que se conoce como conflicto.
- Resolución de conflictos. En esta última etapa se realiza la selección final de una regla. Esta selección puede estar basada en criterios relacionados directamente con la regla

como por ejemplo: fiabilidad y costo, y en criterios independientes de la regla como por ejemplo: realizar una ordenación del conjunto de reglas y escoger la primera.

El motor de inferencia después de ejecutar los criterios de selección puede obtener una regla, en cuyo caso el conflicto se solucionó, varias reglas, en cuyo caso el conflicto sigue o se pueden eliminar todas las reglas escogidas.

Fase de ejecución

En esta fase se procede a ejecutar la(s) regla(s) escogidas en la primera fase, modificando la base de hechos. Si se eliminaron todas las reglas el motor de inferencia detiene la resolución, si el conflicto continúa se trata de activar otra regla.

b. Encadenamiento entre los ciclos de base.

Un ciclo base de un motor de inferencia esta compuesto por las fases de evaluación y ejecución, se requiere de la ejecución de varios ciclos base para poder solucionar un problema. Es por esta razón que se requiere un encadenamiento de los ciclos base para que la resolución sea eficiente.

Se cuenta con tres estrategias de encadenamiento:

- Encadenamiento efectuado hacia adelante. Recorre la base de conocimientos de los hechos a las conclusiones y procede a seleccionar las reglas cuyas condiciones son verdaderas teniendo en cuenta los hechos.
- Encadenamiento hacia atrás. Recorre la base de conocimientos de las conclusiones a los hechos. Se determina una lista de objetivos y se procede a probar si los hechos correspondientes a estas conclusiones son verdaderos o falsos.

- Encadenamiento mixto. Es una combinación de las dos primeras estrategias. Se usa cuando el espacio de búsqueda es grande y en sistemas que trabajan en tiempo real.

c. Estrategias de búsqueda.

Se cuenta con tres estrategias de búsqueda:

- Vertical. Sólo se desarrolla una alternativa en un momento dado, tratando de ver si conduce a una solución correcta.
- Horizontal. Se desarrollan en paralelo todas las alternativas existentes en un momento dado. Esta estrategia debe ser usada cuando el espacio de búsqueda es pequeño, dicha búsqueda se realizará de manera exhaustiva.
- Ordenada. Se asocia una prioridad a las diferentes alternativas y se desarrolla la de mayor prioridad en un momento dado.

1.3. Plan de proyecto

Siendo un proyecto un conjunto de actividades coordinadas que buscan cumplir un objetivo específico en un período de tiempo, es necesario elegir una metodología adecuada que permita dirigir el proyecto en forma exitosa desde su inicio hasta su culminación.

Para el presente proyecto de tesis, se ha decidido hacer uso de un híbrido de dos metodologías: Metodología Grover y Metodología IDEAL. Dichas metodologías permitirán realizar el proyecto en dos etapas: La etapa de adquisición de conocimientos y la etapa construcción del sistema experto. La metodología Grover se usará para la etapa de adquisición de conocimiento y la metodología IDEAL para la etapa de construcción del sistema experto.

1.3.1. Metodología Grover.

La metodología de Grover [1983] propone tres fases para el desarrollo del proceso de adquisición del conocimiento, cada una acompañada de una documentación detallada que reemplazan parcialmente al experto y sirven como medio de documentación y referencia para usuarios y diseñadores. [Ramón García Martines, Bibiana D. Rossi, Paola Britos, 2001].

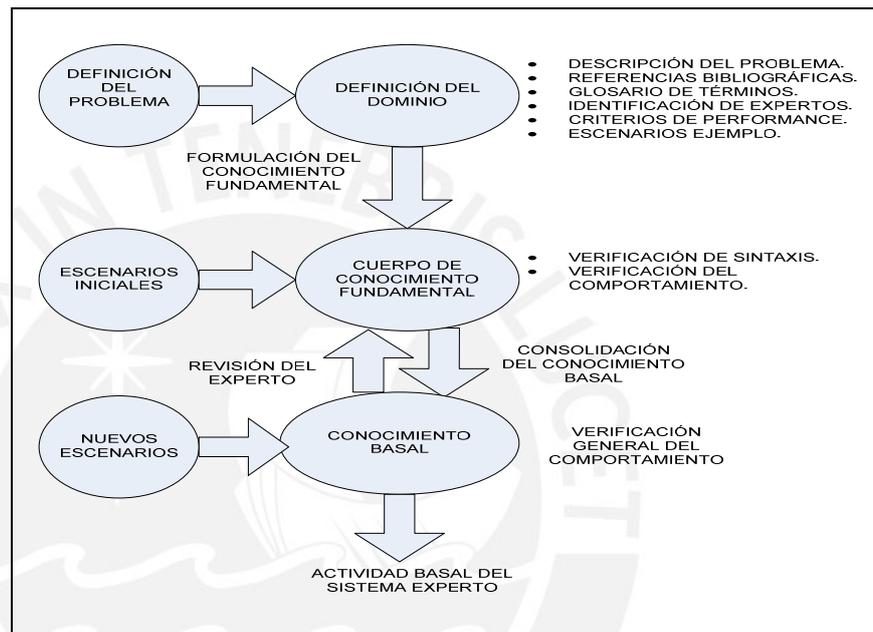


Figura 5: Fases del ciclo de adquisición del conocimiento.

Las tres fases que propone la metodología Grover son: Definición del dominio, formulación del conocimiento fundamental y consolidación del conocimiento basal. Estas tres fases son expuestas a continuación:

Definición del dominio

Esta etapa consiste en realizar una cuidadosa interpretación del problema. El objetivo es la producción de un Manual de Definición de Dominios, cuyo contenido se describe a continuación:

- Descripción general del problema.

- Bibliografía de los documentos referenciados.
- Identificación de expertos.
- Definición de métricas de performance apropiadas para evaluar el rendimiento del Sistema Experto.
- Descripción de escenarios para ejemplos posibles.

Formulación del conocimiento fundamental

Esta etapa consiste en examinar los escenarios seleccionados por el experto a partir de criterios de evaluación y reclasificarlos según:

- El más importante.
- El más esperado.
- El más arquetípico.
- El mejor entendido.

Para obtener el conocimiento fundamental se usa la técnica de simulación del proceso y reclasificación que consiste en que el experto simule la solución de un problema construyendo verbalmente las reglas de razonamiento que utiliza. Luego se procede a analizar estas reglas y reclasificarlas en diferentes niveles.

Esta base del conocimiento fundamental debe incluir:

- Definición de fuentes de entrada y formatos.
- Descripción del estado inicial que incluye el conocimiento base.

- Conjunto básico de razones y reglas de análisis.
- Lista de estrategias humanas.
- Cota de rendimiento mínimo.
- Definición de métricas aplicables.
- Técnicas de corrección.
- Delimitación de las capacidades del sistema experto que pueden ser expandidas.

Este cuerpo de conocimientos debe estar escrito y se puede probar implementándolo en una base de conocimientos que contraste con el escenario desde el cual fue adquirido y verificando que se obtenga un comportamiento similar al que tendría el experto en el mismo escenario.

Consolidación del conocimiento Basal.

El conocimiento basal es el conjunto de definiciones necesarias para producir la actividad basal.

La actividad basal se define como el menor nivel de actividad esencial para el mantenimiento de las funciones vitales del sistema, es decir, se debe tener desarrollados todos los componentes del sistema experto pero no en la profundidad en la que estarán desarrollados en la versión final del sistema. Para conocer este nivel de desarrollo se debe contar con estándares mínimos de performance en la definición del dominio.

1.3.2. Metodología IDEAL.

La metodología IDEAL [1996] fue desarrollada en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. Consiste en

conseguir desde etapas muy iniciales del desarrollo prototipos que indiquen cómo debe funcionar el sistema experto final. El objetivo de esta metodología es conseguir un proceso de mejora gradual en base al conocimiento del experto y consta de las siguientes fases. [Bibiana D. Rossi, 2001]:

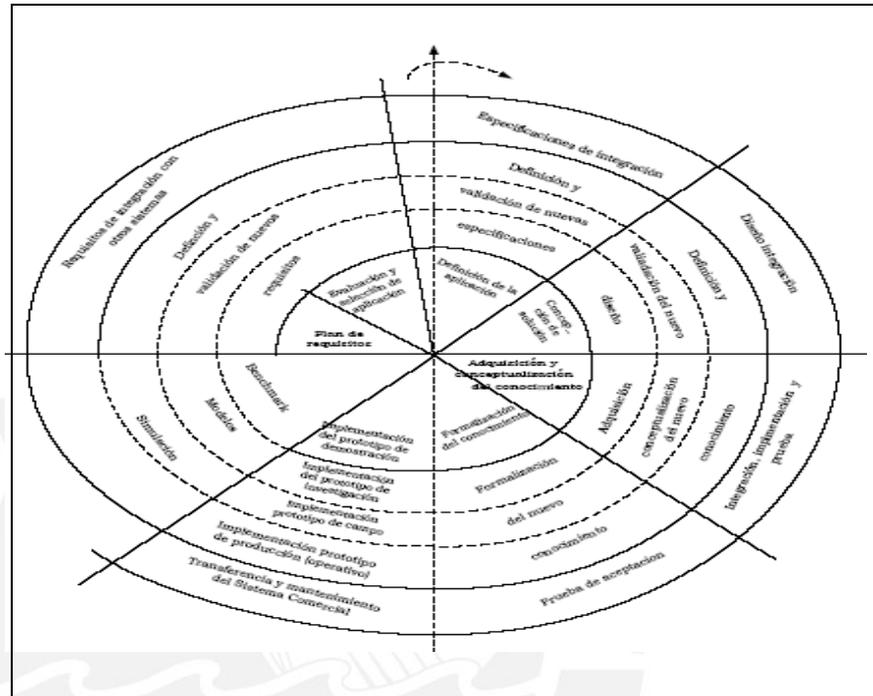


Figura 6: Modelo troncocónico de la metodología IDEAL.

FASE I: Identificación del la tarea.

En esta fase de definen los objetivos del proyecto del sistema experto, las características del problema y los requisitos para la solución del problema. Se subdivide en las siguientes etapas:

- Etapa I.1: Plan de requisitos y adquisición de conocimientos.

La primera tarea del ingeniero del conocimiento es identificar las necesidades del cliente escribiendo los requisitos del sistema a desarrollar. El plan de requisitos debe contener:

1. Objetivos específicos y generales del sistema.

2. Funcionamiento y rendimiento requeridos.
3. Limitaciones de costo/tiempo.
4. Tecnología disponible.
5. Competencia.
6. Ampliaciones futuras.

- Etapa I.2: Evaluación y selección de la tarea.

En esta etapa se estudia la viabilidad de cada una de las tareas y el grado de dificultad que presentan.

- Etapa I.3: Definiciones de las características del sistema.

En esta etapa se definen las características que tendrá el sistema experto. Los puntos a tocar son:

1. Especificación técnica del sistema emitida por el ingeniero del conocimiento en base al plan de requisitos.
2. Criterios de éxito, que consiste en identificar las necesidades reales de los usuarios finales.
3. Casos de prueba para validar la calidad del sistema experto.
4. Recursos materiales y humanos necesarios para desarrollar el sistema experto.
5. Plan de desarrollo del proyecto.

Al terminar esta primera fase se conoce el ámbito del problema y se definen las funcionalidades del sistema experto, logrando que el ingeniero de conocimiento y los usuarios clientes tengan la misma percepción de los objetivos del sistema.

FASE II: Desarrollo de los prototipos.

Los sistemas basados en el conocimiento se construyen de forma incremental, desarrollando distintos prototipos que permitan comprender mejor los requisitos de los usuarios y las especificaciones del sistema.

Primero se desarrolla un prototipo de investigación que se convierte en un prototipo de campo y finalmente se desarrolla un prototipo de operación.

Para poder desarrollar estos prototipos se deben de llevar a cabo las siguientes etapas:

- Etapa II.1: Concepción de la solución.

Consiste en producir un diseño general del sistema en base a las especificaciones obtenidas en la primera fase. Esta etapa está conformada de un desarrollo del diagrama de flujo de datos y la especificación del diseño arquitectónico del sistema.

- Etapa II.2: Adquisición y conceptualización de conocimientos.

La adquisición de conocimientos se alterna con la conceptualización de los mismos para poder modelar el conocimiento del experto.

- Etapa II.3: Formalización de conocimientos.

Esta etapa esta conformada de la definición de estructuras que permitan representar el conocimiento del experto y de la realización del diseño detallado del sistema experto. Se debe establecer los módulos que definen el motor de inferencias, la base de conocimiento y las distintas interfaces y desarrollar la arquitectura especificada en la etapa II.1.

- Etapa II.4: Implementación.

Si se ha elegido una herramienta de desarrollo adecuada la implementación es inmediata.

- Etapa II.5: Validación y Evaluación.

Consiste en realizar las siguientes acciones:

1. Casos de prueba. Permiten comparar las respuestas arrojadas por el sistema experto con la respuesta que brindaría el experto ante la solución del mismo problema.
2. Ensayo en paralelo. Consiste en que el experto utilice el sistema para encontrar discrepancias en los resultados, se examina la interfaz de usuario y la calidad de las explicaciones que brinda el motor de inferencia.

- Etapa II.6: Evaluación de nuevos requisitos, especificaciones y diseño.

Consiste en la definición de los requisitos, especificaciones y diseño del siguiente prototipo. Esta fase termina con la construcción del sistema experto completo.

FASE III: Ejecución de la construcción del sistema integrado.

Esta fase esta conformada de las siguientes etapas:

- Etapa III.1: Requisitos y diseño de la integración.

Comprende el estudio y diseño de interfaces con otros sistemas.

- Etapa III.2: Implementación y evaluación del sistema integrado.

Se implementa la integración del sistema experto con otros sistemas existentes para conseguir un sistema final.

- Etapa III.3: Aceptación del sistema por el cliente.

El usuario prueba el sistema, el cual deberá de satisfacer con sus requerimientos de fiabilidad y eficiencia.

FASE IV: Actuación para conseguir el mantenimiento perfectivo.

Comprende las siguientes etapas:

- Etapa IV.1: Definir el mantenimiento del sistema global.

Consiste en realizar un mantenimiento correctivo y un mantenimiento perfectivo del sistema.

- Etapa IV.2: Definir el mantenimiento de las bases de conocimientos.

Considera la adquisición de nuevos conocimientos por parte de la base de conocimientos que se generan por el propio uso del sistema, definiendo los métodos necesarios para llevar a cabo este proceso.

- Etapa IV.3: Adquisición de nuevos conocimientos.

Incorporación de nuevos conocimientos que se generan por el propio uso del sistema experto.

FASE V: Lograr una adecuada transferencia tecnológica.

Comprende las siguientes etapas:

- Etapa V.1: Organizar La transferencia tecnológica.

El desarrollador del sistema experto se debe reunir con los usuarios para brindar una explicación del manejo del sistema experto y de la documentación laborada.

- Etapa V.2: Completar la documentación del sistema experto construido.

Realizar un manual de usuario.

1.3.3. Lista de tareas a realizar

1. Elaboración del Capítulo 1

- Definición del problema.
- Identificación de objetivos generales y específicos.
- Identificación del usuario experto.
- Marco conceptual.
- Plan de proyecto.
- Estado del arte.
- Descripción y sustentación de la solución.

2. Elaboración del Capítulo 2

- Definición de la metodología.
- Identificación de requerimientos.
- Análisis de la solución.

3. Elaboración del Capítulo 3

- Elaboración de la arquitectura.
- Diseño de la interfaz gráfica.

4. Elaboración del Capítulo 4

- Definición de la construcción.
- Definición de las pruebas.

5. Prototipo de Investigación

- Conceptualización de la solución (Diseño general del sistema).
- Administrar Usuarios.
- Administrar Carreras.
- Definición de estructuras que permitan representar el conocimiento del experto.

- Administrar BH y BC.
- Administrar Test de Preferencias Personales de Edwards.
- Realización del motor de inferencias.
 - Solución del problema. (Elaborar algoritmo de encadenamiento hacia adelante)
 - Módulo de explicaciones.
- Validación y evaluación de las respuestas arrojadas.
- Definición de nuevos requisitos.

6. Prototipos de Campo

- Conceptualización de conocimientos.
- Definición de nuevos requisitos.
- Procesamiento Test de Preferencias Personales de Edwards.
- Elaboración de reportes.
 - Reporte de Resultado de Alumno.
 - Respuestas Test de Holland.
- Validación y evaluación del prototipo.
- Carga inicial de la BH y BC.

7. Prototipo de Operación

- Conceptualización de conocimientos.
- Validación y evaluación del prototipo.
 - Casos de Prueba.
 - Ensayos en paralelo.
- Elaboración del reporte del Test de Edwards.

8. Elaboración del Capítulo 5

- Elaboración de conclusiones y sugerencias

1.4. Estado del Arte

A continuación se mostrarán las aplicaciones existentes actualmente que apoyan al proceso de orientación vocacional:

1.4.1. Orientación vocacional interactiva (O.V.I).

Es un programa que emplea tecnología multimedia, permite que el usuario pueda conocer la información necesaria para tomar una decisión acertada sobre su vocación profesional. Es un producto peruano desarrollado en 1998 por la empresa Interactivity S.A, empresa especializada en desarrollos multimedia.

En primer lugar el programa evalúa los factores personales y situacionales del alumno, enseguida muestra las áreas afines al usuario de acuerdo a sus capacidades y habilidades; finalmente se muestra la información sobre las carreras existentes en los diferentes centros educativos.

Posee un menú principal conformado por las siguientes opciones: Introducción, pauta vocacional, carreras y centros de estudio. Dicho menú es detallado a continuación:

- a. **Introducción.** Cuenta con las siguientes opciones: presentación del programa, secuencia que se debe seguir al usar el CD y la editorial.
- b. **Pauta vocacional.** Contiene los diferentes tests que ayudarán a conocer los factores personales del alumno, dichos tests son: Prueba para conocerte a ti mismo, pruebas para conocer tus tendencias y pruebas de conocimientos.

- Prueba para conocerte a ti mismo:

Este test esta conformado de veinticuatro preguntas que abarcan distintos temas desde cultura general hasta conocimiento personal, es mostrado al usuario en seis pantallas de cuatro preguntas cada una.

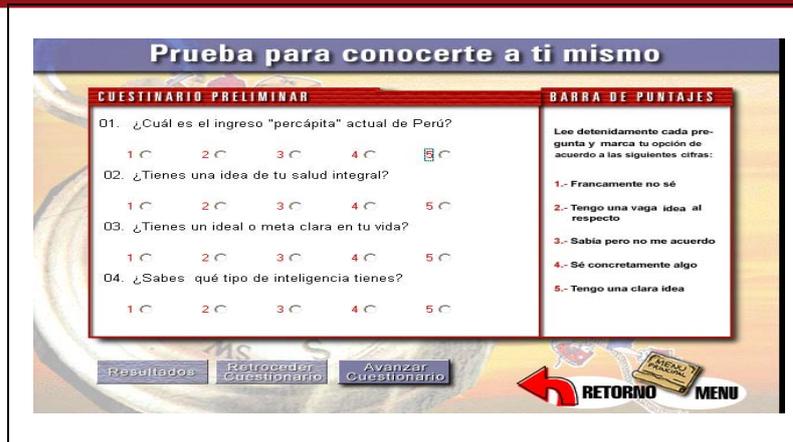


Figura 7: O.V.I - Pruebas para conocerte a ti mismo.

Los resultados del test sólo se mostrarán si se contestaron todas las preguntas y se muestran en una sola pantalla donde se pueden observar los puntajes obtenidos.

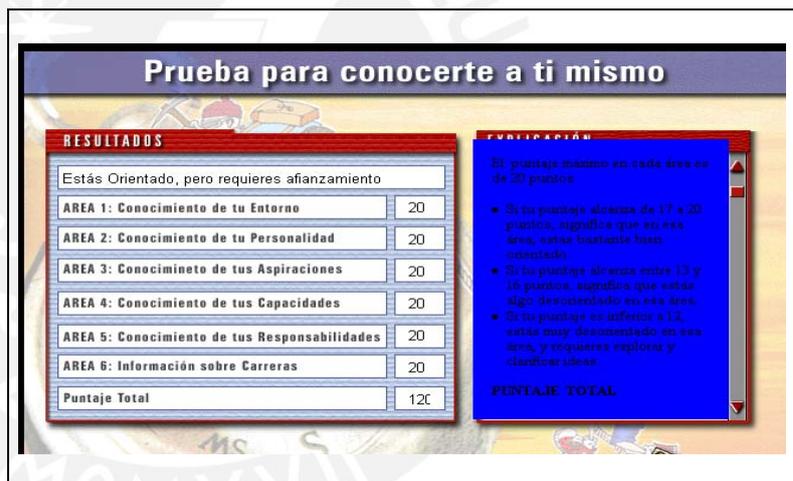


Figura 8: O.V.I - Resultado Prueba para conocerte a ti mismo.

- Prueba para conocer tus tendencias.

Este test esta conformado de cuarenta preguntas que permite conocer los intereses del usuario, es mostrado en diez pantallas de cuatro preguntas cada una.

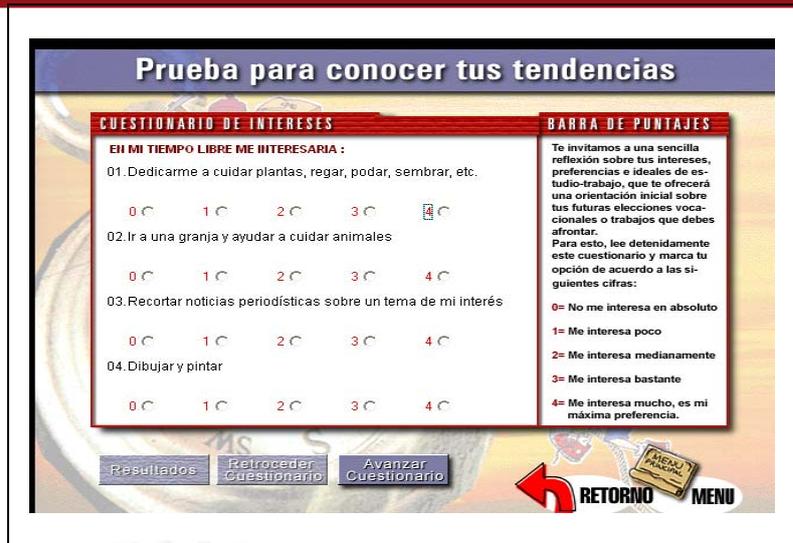


Figura 9: O.V.I - Prueba para conocer tus tendencias.

Los resultados del test solo se activarán si se respondieron todas las preguntas. Esta prueba arroja a que área profesional se inclina más el usuario.



Figura 10: O.V.I - Resultado Prueba para conocer tu tendencia.

- Prueba de conocimientos.

Simula un examen de ingreso. Las evaluaciones contenidas en este punto contienen siete prácticas calificadas, un examen parcial y un examen final, todas las evaluaciones se pueden imprimir.

- c. **Carreras.** Se puede observar las carreras que se puede seguir si se decide por tener estudios superiores o seguir una carrera corta en algún instituto. Primero se deberá seleccionar el área de interés, en seguida seleccionar la carrera y finalmente la opción “Ver Carrera” que mostrará una descripción de la misma con datos importantes para el usuario.



Figura 11: O.V.I - Información de las carreras.

Luego de seleccionar la opción “Ver Carrera” aparecerá la siguiente pantalla:

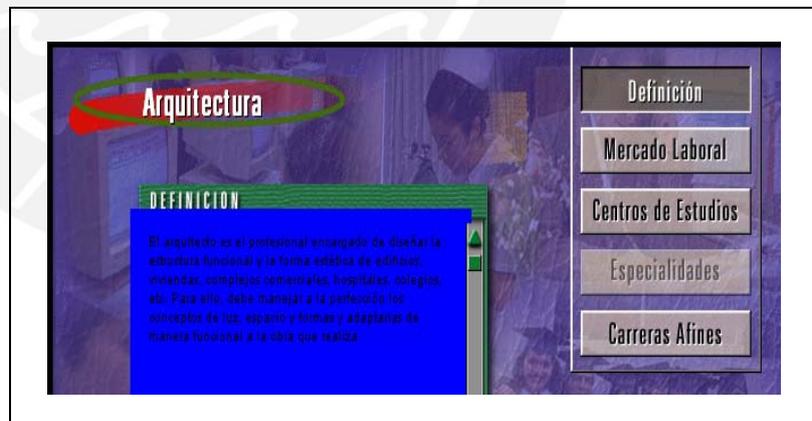


Figura 12: O.V.I - Información de las carreras en estudios superiores.

- d. **Centros de estudio.** Muestra la información concerniente a las universidades y los institutos y escuelas. Dicha información esta conformada por: dirección, teléfono, página Web y carreras dictadas por el centro de estudio.



Figura 13: O.V.I - Información de los centros de estudios superiores.

1.4.2. Sistema Experto de Orientación Vocacional: SEOV

Este sistema es un trabajo realizado para los cursos de Inteligencia Artificial y Tópicos de Inteligencia Artificial de la Universidad Santiago de Chile [Universidad Santiago de Chile, 1999].

Su base de conocimiento cuenta con dos test que permiten conocer los factores personales del usuario, el test de Intereses de Fernando Gutiérrez y el test de personalidad de Patricio Montero; y con la información de los perfiles de las carreras la cual es limitada ya que sólo contiene la información indicada en los folletos de admisión de la Universidad de Santiago de Chile.

El Sistema está dividido en dos partes: la primera parte se encarga de la toma de tests y la segunda parte es el sistema experto propiamente dicho.

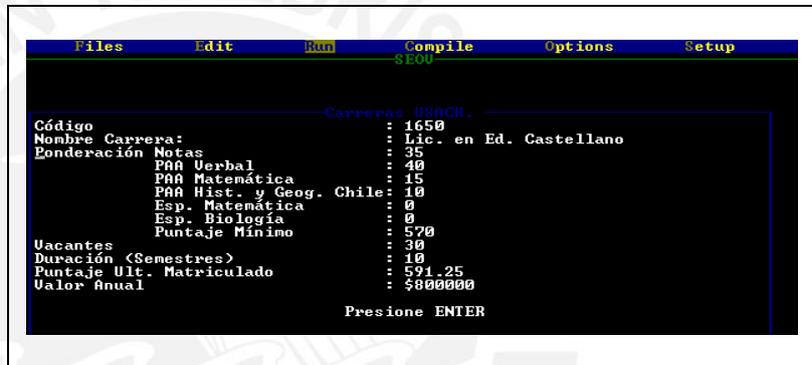
El módulo de toma de tests esta elaborado en lenguaje C y genera un archivo de texto llamado testn.pro en dónde se almacenan las respuestas que el usuario ingresa al sistema.

El sistema experto está elaborado en lenguaje Prolog el cual recibe como entrada el archivo testn.pro, éste analizará la información de dicho archivo y mostrará en pantalla la información de las carreras afines al usuario.

Posee un menú que contiene las siguientes opciones: carreras dictadas por la USACH, determinando tus carreras, analizando tus intereses, analizando tu personalidad y salir.

- a. **Carreras dictadas por la USACH.** Muestra la información que el sistema experto almacena sobre cada una de las carreras que dicta la Universidad de Santiago de Chile, esta información puede ser actualizada, la idea de este menú es sólo de información.

Al seleccionar la tecla “Enter” se pasará a visualizar la información de la siguiente carrera almacenada.



```

Files      Edit      Run      Compile   Options   Setup
SEOV

Carreras USACH.
Código           : 1650
Nombre Carrera  : Lic. en Ed. Castellano
Enderación      : 35
Notas           : 40
  PAA Verbal    : 15
  PAA Matemática : 10
  PAA Hist. y Geog. Chile: 0
  Esp. Matemática : 0
  Esp. Biología : 0
  Puntaje Mínimo : 570
Uacantes        : 30
Duración (Semestres) : 10
Puntaje Ult. Matriculado : 591.25
Valor Anual     : $800000
Presione ENTER
  
```

Figura 14: SEOV - Carreras dictadas por la USACH

- b. **Determinando las carreras.** Analiza el archivo testn.pro que contiene los resultados de los tests de intereses y personalidad que se le realizaron al usuario y arroja las carreras afines a éste.

Para poder consultar el resultado de la evaluación de los test el sistema solicita el ingreso del código identificador del usuario conocido como RUT, en base a este identificador se obtienen los resultados de los tests y se realiza el análisis. Para que un usuario pueda tener como resultado una carrera determinada debe haber aserción en todos y cada uno de los requisitos que ésta solicita.

Las carreras afines al usuario se muestran en una pantalla como la siguiente, en la cual después de seleccionar la tecla “Enter”, se muestra la siguiente carrera afín.

```

Tus Carreras Ideales.
Código                : 1620
Nombre Carrera:      : Ing. Ejec. Ambiente
Ponderación Notas   : 25
PAA Verbal           : 15
PAA Matemática       : 30
PAA Hist. y Geog. Chile: 10
Esp. Matemática      : 20
Esp. Biología        : 0
Puntaje Mínimo       : 580
Uacantes             : 50
Duración (Semestres) : 8
Puntaje Ult. Matriculado : 597.10
Valor Anual          : $1050000

Presione ENTER
  
```

Figura 15: SEOV - Determinando las carreras.

- c. **Analizando los Intereses.** Muestra al usuario el resultado que ha obtenido en el test de intereses.

```

Test de Intereses.

Nombre: Juan Perez
Rut   : 1

Letras
Ciencias Sociales
Ciencias Naturales

Presione ENTER para finalizar_
  
```

Figura 16: SEOV - Analizando tus Intereses.

- d. **Analizando tu personalidad.** Muestra al usuario el resultado obtenido en el test de personalidad.

```

Test de Personalidad.

Nombre: Juan Perez
Rut   : 1

Realista.
Realista.
Realista.

Presione ENTER para finalizar
  
```

Figura 17: SEOV - Analizando la personalidad.

1.4.3. Sistema experto en orientación vocacional y profesional.

Es un sistema experto desarrollado en la Universidad Panamericana de la ciudad de México [Lucia Morena Valles Suárez, 2001].

Se limitó a quince carreras dictadas en la universidad donde se desarrolló el proyecto y se determinaron tres aspectos para poder determinar un perfil: habilidades, actitudes y gustos.

El sistema cuenta con siete tests que ayudan a determinar el perfil del usuario, a su vez posee un cuestionario de información general que permite conocer los factores situacionales de éste.

Los tests que apoyan al sistema experto son:

- a. Para habilidades: BADYG-M (Batería de aptitudes diferenciales y generales, medio) y HMP (Test de habilidades mentales primarias).
- b. Para intereses y preferencias o gustos: KUDER (inventario de preferencias vocacionales), KUDER (inventario de preferencias personales), ALLPORT (Test de valores), IPP (Inventario de preferencias profesionales) y Hereford.

Posee una interfase con la cual mantendrá un diálogo de pregunta y respuesta entre la máquina y el usuario durante la consulta, finalmente una vez respondidos los diferentes tests y el cuestionario de información general dará una respuesta ante la incógnita del joven sobre qué debe estudiar.

A continuación se presenta un cuadro comparativo entre las opciones de solución existentes en la actualidad y el sistema experto que el presente proyecto de tesis pretende desarrollar.

Sistema	Factores Personales	Factores Situacionales
Sistema propuesto	Se utilizarán dos test que permiten conocer dichos factores: Inventario de preferencias personales de Edwards e Inventario autodirigido de Holland.	Contará con un cuestionario que permite conocer estos factores.
O.V.I.	Toma tres pruebas para conocer dichos factores: Prueba para conocerte a ti mismo, Prueba para conocer tus tendencias y Prueba de conocimientos	Cuenta con un cuestionario que permite conocer estos factores.
S.E.O.V	Toma dos test para conocer dichos factores: test de Intereses de Fernando Gutiérrez y el test de personalidad de Patricio Montero	No cuenta con un cuestionario que permita conocer estos factores.
Sistema Experto Universidad Panamericana	Toma siete test para conocer dichos factores: test: Batería de aptitudes diferenciales y generales Test de habilidades mentales primarias, inventario de preferencias vocacionales, inventario de preferencias personales, Test de valores, Inventario de preferencias profesionales y Hereford.	Cuenta con un cuestionario que permite conocer dichos factores.

Tabla 2: Cuadro Comparativo historia del arte.

1.5. Descripción y sustentación de la solución.

Como se mencionó líneas anteriores, el proceso de orientación vocacional es de suma importancia en el desarrollo personal del estudiante y es por esta razón que se propone generar un sistema experto que sirva como apoyo a dicho proceso.

El sistema experto propuesto analizará en profundidad los elementos necesarios para una toma de decisiones pertinente usando los tests vocacionales de mayor prestigio actualmente, recomendados por la Doctora María Isabel La Rosa, catedrática de la facultad de Psicología de la PUCP.

A su vez será capaz de explicarle al usuario cómo llegó a determinada conclusión y no solamente mostrarle los resultados como lo hacen las soluciones actuales, contará con módulos que permitan modificar la información de los tests vocacionales y de las carreras registradas, finalmente mostrará información detallada de las carreras de ingeniería de la PUCP y los perfiles que almacenará también serán detallados por lo que las respuestas mostradas tendrán un alto grado de confiabilidad.

A continuación se describe la solución planteada usando cuatro diagramas de flujo correspondientes a cada una de las etapas de la solución.

1.5.1. Capturar datos de entrada del orientador vocacional.

Corresponde a la etapa de adquisición de conocimientos, se actualizarán las Bases de Hechos y de Conocimientos con la información proporcionada por el usuario experto.



Figura 18: Captura de datos del orientador.

1.5.2. Rendimiento de los tests vocacionales.

El usuario alumno responderá los dos test manejados por el sistema. Sus respuestas serán almacenadas en una base de datos para su posterior consulta y elaboración de reportes que servirán de apoyo al orientador vocacional.

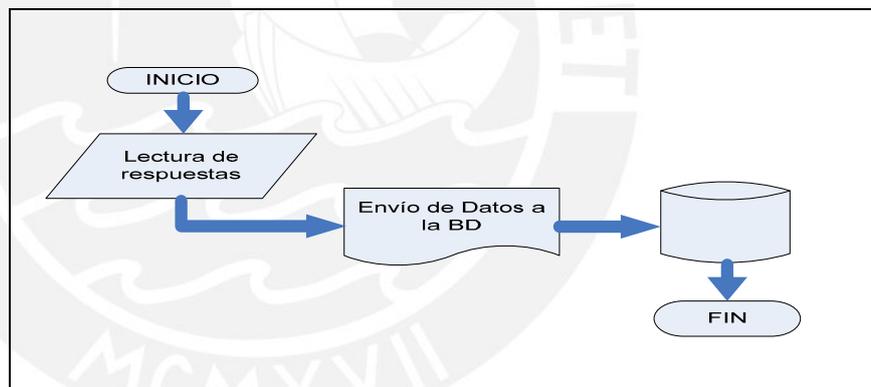


Figura 19: Rendimiento de test

1.5.3. Análisis por parte del motor de inferencias.

En esta etapa el motor de inferencia utiliza técnicas de encadenamiento para obtener la solución adecuada, en este caso en particular el conjunto de carreras afines para el usuario.

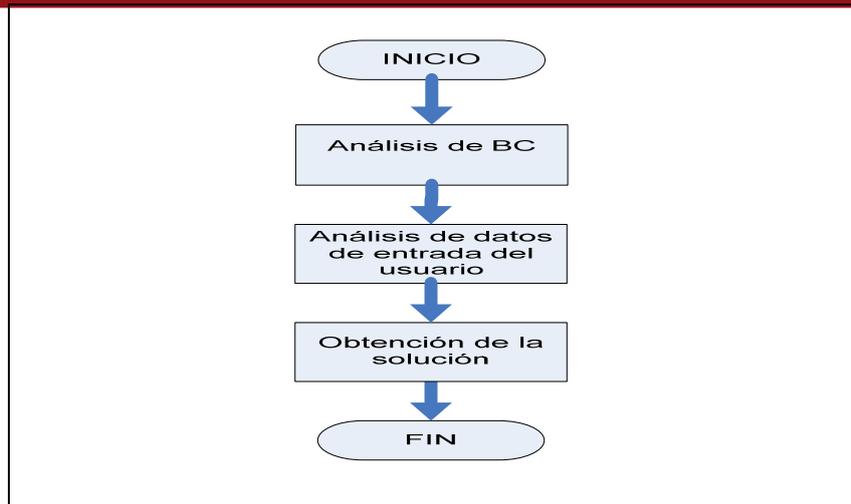


Figura 20: Análisis del motor de inferencia.

1.5.4. Presentación de resultados y explicaciones.

En esta etapa se le muestra al usuario el conjunto de carreras en las que probablemente obtendrá el mayor éxito profesional de acuerdo a sus habilidades e intereses. Adicionalmente el usuario puede pedir la explicación del resultado en cuyo caso el módulo generador de explicaciones se encargará de realizar dichas explicaciones.

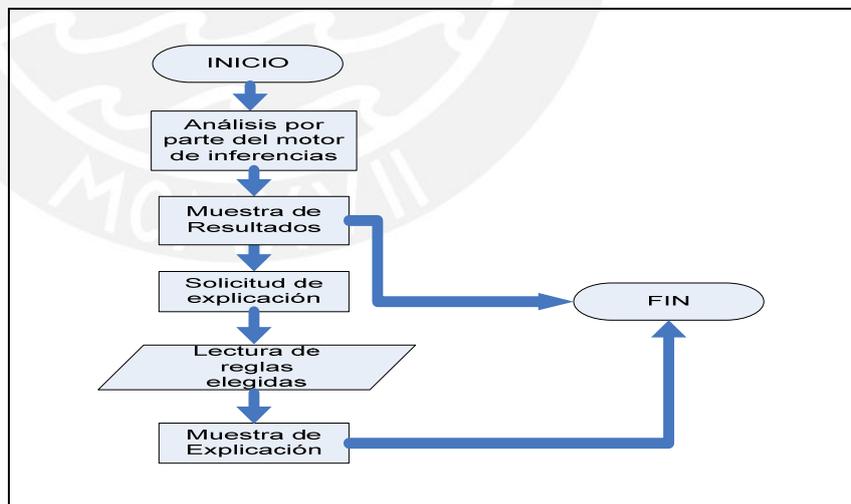


Figura 21: Presentación de resultados y explicaciones.

1.5.5. Beneficios de la implementación:

- a. El sistema almacenará los tests que permitirán conocer los factores personales del alumno, estos tests podrán ser

modificados por el usuario experto en el momento requerido a través de una interfase amigable.

- b. El sistema almacenará un cuestionario completo que permitirá conocer los factores situacionales del alumno, los cuales pueden influir en la decisión de su futuro profesional.
- c. El sistema almacenará el nombre de las carreras que evaluará. Cabe resaltar que en un principio estas carreras coincidirán con las carreras de Ingeniería de la PUCP, sin embargo si el usuario experto decide extender las carreras a evaluar el sistema permitirá incluir nuevas carreras sin inconvenientes.
- d. El sistema almacenará la información necesaria para el alumno sobre las carreras registradas. Esta información podrá ser modificada por el usuario experto en el momento requerido a través de una interfase amigable.
- e. El sistema mostrará el conjunto de carreras en las que el usuario podrá desenvolverse con facilidad, estas carreras estarán acompañadas con un porcentaje de aparición en los resultados obtenidos que ayude al alumno en la toma de decisión.
- f. El sistema podrá explicarle al alumno cómo llego al resultado obtenido, mostrándole las reglas elegidas a lo largo del proceso de inferencia.
- g. El sistema brindará herramientas de ayuda para el orientador vocacional, permitiéndole contar con la información completa y estructurada de los factores personales y situacionales del usuario para poder asesorarlo en la toma de decisiones. Todos los reportes con los que contará el sistema podrán ser exportados al formato PDF.

Capítulo 2: Análisis.

1.1. Definición de la metodología de la solución.

Como se indicó anteriormente se pretende usar un híbrido de las metodologías Grover e IDEAL, la metodología Grover se usará para la etapa de adquisición de conocimiento y la metodología IDEAL para la construcción del sistema experto.

A continuación se detalla el híbrido de ambas metodologías adaptadas al proyecto que se pretende desarrollar.

Etapa I: Adquisición del conocimiento.

Se utilizará la segunda fase de la metodología Grover (Formulación del conocimiento fundamental) que permitirá definir claramente las reglas a usar en el sistema experto y las estructuras que permitirán su representación. A su vez se usará la primera fase de la metodología IDEAL (Identificación de la tarea) para la obtención adecuada de requisitos.

Esta etapa contará con las siguientes fases:

1. Identificación de la tarea: Esta fase contará con las siguientes tareas:

- Definición de objetivos específicos y generales del sistema.
- Definición del problema.
- Definición de requisitos para la solución.
- Identificación de expertos.
- Limitaciones de costo y tiempo.
- Identificación de tecnología disponible.
- Definición de las características del sistema experto, incluye: especificación técnica del sistema, criterios de éxito, casos de prueba, identificación de recursos materiales necesarios y ampliaciones futuras.
- Identificación de funciones requeridas.
- Elaboración del plan de proyecto.

2. Formulación del Conocimiento: Esta fase contará con las siguientes tareas:

- Definición de estructuras para representar el conocimiento del experto.
- Definición de fuentes de entrada y formatos.
- Conjunto básico de reglas de análisis.
- Definición del estado inicial del conocimiento base.

Etapa II: Construcción del sistema experto.

Se utilizará la segunda fase de la metodología IDEAL (Desarrollo de prototipos) para la construcción del sistema experto en dónde se realizará el análisis por parte del motor de inferencias y se presentarán los resultados y explicaciones.

Lo que se pretende dentro de esta etapa es construir el sistema experto en forma incremental desarrollando tres prototipos que permitan conocer mejor los requisitos hasta llegar al producto final.

Esta etapa contará con las siguientes fases:

1. Prototipo de Investigación: Este prototipo servirá para obtener un diseño general del sistema en base a las especificaciones obtenidas en la primera etapa y consta de las siguientes tareas:

- Concepción de la solución, que permite producir un diseño general del sistema y un diagrama de flujo de la solución.
- Definición de estructuras que permitan representar el conocimiento del experto.
- Validación y evaluación de las respuestas arrojadas por el sistema experto.
- Definición de nuevos requisitos, en base a la validación y evaluación anterior.

2. Prototipo de Campo: En base a los nuevos requisitos se procederá a modificar el prototipo de investigación y se obtendrá el prototipo de campo. Esta fase consta de las siguientes tareas:

- Conceptualización y formalización de conocimientos, que permite desarrollar un diseño detallado del sistema en base al prototipo de investigación, implementando los nuevos requisitos detectados en la etapa de prototipo de investigación.

- Validación y evaluación de prototipo, se utilizarán los casos de prueba definidos para validar el correcto funcionamiento del sistema.
- Definición de nuevos requisitos, en base a la validación y evaluación.

3. Prototipo de Operación: Será el resultado del producto final. En esta fase se procederá a realizar las diferentes pruebas que garanticen el correcto funcionamiento del sistema.

- Formalización de conocimientos, se realizará la implementación de los nuevos requisitos detectados en la etapa de prototipo de campo.
- Validación y evaluación de prototipo, se utilizarán los casos de prueba definidos para validar el correcto funcionamiento del sistema y se realizará un ensayo en paralelo con el usuario experto.

1.2. Identificación de requerimientos.

A continuación se presenta la lista de requerimientos funcionales y no funcionales que el sistema experto deberá cumplir.

2.2.1 Requerimientos Funcionales.

La lista de requerimientos funcionales se divide en seis grupos, cada uno de los cuales corresponde a uno de los módulos en los que se ha dividido el proyecto.

1. Módulo de Adquisición de Conocimientos

- El sistema registrará y actualizará la información concerniente a los test vocacionales y a las carreras a evaluar.

- El sistema registrará y actualizará el conjunto de reglas que permitirán obtener las carreras recomendadas al usuario.

2. Módulo de Pauta Vocacional

- El sistema permitirá la consulta de las carreras recomendadas al usuario.
- El sistema permitirá la consulta de los resultados de la evaluación de los tests vocacionales.

3. Módulo Generador de explicaciones.

- El sistema explicará al usuario experto cómo llegó a determinada conclusión.

4. Módulo de Mantenimientos

- El sistema registrará y actualizará los datos personales de los usuarios de acuerdo a su perfil.
- El sistema registrará y actualizará la información relacionada a las carreras de ingeniería en la PUCP.

5. Módulo de Consultas

- El sistema permitirá la consulta de la información de las carreras de ingeniería de la PUCP.

6. Módulo de Reportes

- El sistema permitirá la generación de una ficha de usuario con los datos personales del mismo y con las opciones vocacionales recomendadas.

- El sistema permitirá la generación de reportes con los resultados de los tests vocacionales por usuario.
- El sistema permitirá descargar los reportes en formato PDF.

2.2.2 Requerimientos No Funcionales.

1. El sistema deberá presentar una interfaz Web.
2. El sistema deberá ser de rápida navegabilidad entre componentes del formulario.
3. El sistema se deberá desarrollar en lenguaje PHP.
4. El sistema se ejecutará sobre el servidor Web Apache.
5. El sistema contará con una base de datos MySQL.

Para el levantamiento de información se contó con la colaboración de la Dra. María Isabel La Rosa Cormack, quién detalló el proceso de orientación vocacional y ayudó a definir los requisitos funcionales del sistema.

Todos los requerimientos expuestos resuelven el problema planteado en el Capítulo 1 puesto que permiten captar los datos del usuario para realizar un correcto análisis por parte del motor de inferencia y devolver los datos necesarios para que el orientador pueda asesorar al usuario alumno correctamente en la toma de decisiones.

1.3. Análisis de la solución.

A continuación se presentará un análisis de la solución del proyecto, para lo cual se evaluará la viabilidad del sistema, se realizará un análisis técnico y económico, se asignarán funciones a los elementos del sistema y se establecerán restricciones de costo y tiempo.

1.3.1. Estudio de viabilidad.

El estudio de viabilidad permite determinar si el problema planteado puede ser resuelto mediante el sistema experto que se pretende desarrollar. En esta sección se analizarán tres variables que son propuestas por el test de viabilidad de la metodología IDEAL.

1. Dimensión de Justificación: La finalidad de esta dimensión es evaluar la necesidad de la implementación del sistema experto propuesto.

Característica 1. El sistema experto resuelve una tarea útil y necesaria.

Análisis. El sistema experto servirá de apoyo al proceso de orientación vocacional, un proceso es de suma importancia para el desarrollo personal del estudiante, logrando que dicho proceso sea más rápido y eficiente y logrando que el orientador cuente con la información necesaria para asesorar al alumno en la toma de decisiones de manera estructurada y sintetizada en el momento oportuno.

2. Dimensión de la Plausibilidad: La finalidad de esta dimensión es evaluar que se cuentan con los requisitos básicos que se necesitan para resolver el problema planteado.

Característica 1. Existen verdaderos expertos en el área del problema, estos están disponibles y son cooperativos.

Análisis. Se dispone del apoyo de la doctora María Isabel La Rosa Cormack profesora asociada de la PUCP, del departamento de Psicología, la doctora posee experiencia en el área de orientación vocacional.

Característica 2. Existen los test adecuados que permiten conocer los factores personales del alumno.

Análisis. El experto recomendó dos test para poder obtener dichos factores, los cuales son reconocidos a nivel mundial.

Característica 3. El experto es capaz de estructurar los procedimientos de trabajo.

Análisis. El experto ha asesorado anteriormente otras tesis relacionadas a orientación vocacional debido a sus conocimientos, lo cual permite asegurar su capacidad en estructurar los procedimientos de trabajo.

Característica 4. Existen casos de prueba para observar cómo los expertos resuelven el problema.

Análisis. Existe bastante documentación sobre el análisis del problema y el proceso de solución, además de la información proporcionada por el experto.

3. Dimensión de Éxito: La finalidad de esta dimensión es evaluar aquellas características que asegurarán que el proyecto culmine de manera exitosa.

Característica 1. Existe una ubicación idónea para el sistema experto.

Análisis. Se pretende que la herramienta sirva de apoyo para el personal pedagógico de la universidad, como por ejemplo, el personal que labora en la OOIA y de la OCA

Característica 2. Se dispone de recursos humanos, software y hardware necesario para el desarrollo del sistema.

Análisis. Como recursos humanos se dispone del ingeniero del conocimiento y del experto, el software a utilizar no necesitará licencia ya que es libre, a su vez se cuenta con el hardware adecuado para el desarrollo del sistema.

Característica 3. Los objetivos del sistema son claros.

Análisis. El objetivo general del sistema y los objetivos específicos están claramente definidos.

Característica 4. Se efectuará una correcta transferencia tecnológica.

Análisis. Se dará capacitación a los expertos y al usuario alumno sobre el uso del sistema.

Característica 5. Se contará con una calidad de respuesta esperada.

Análisis. La calidad de respuesta será óptima y está garantizada con la etapa de validación y evaluación del sistema donde se realizan los casos de prueba y ensayos en paralelo con el usuario experto, el cuál garantizará que los resultados obtenidos son los correctos.

1.3.2. Análisis técnico.

A lo largo de la implementación del proyecto se harán uso de diferentes tecnologías que permitirán facilitar la realización de cada una de las tareas que componen dicho proyecto.

A continuación se mostrarán una serie de cuadros comparativos que permiten analizar las diferentes tecnologías existentes para la realización del presente proyecto.

1. Lenguaje de programación

La elección de un incorrecto lenguaje de programación puede influir negativamente en el desarrollo del proyecto, por ejemplo: podría afectar en la performance del sistema si es que consume muchos recursos o podría retrasar la implementación del mismo si es que la curva de aprendizaje se extiende considerablemente.

La arquitectura propuesta para el presente proyecto es Web por lo que a continuación se mostrará un cuadro comparativo con tres tecnologías que soportan dicha arquitectura.

	Java	ASP	PHP
Conocimiento del lenguaje.	X		
Bajo consumo de memoria.			X
Bajo consumo de procesador.			X
Rapidez en ejecución.	X	X	X
Seguridad	X	X	X
Documentación disponible.	X	X	X

Tabla 3: Cuadro comparativo de lenguajes de programación.

En lenguaje de programación seleccionado es PHP, las características que influenciaron en su elección son: bajo consumo de memoria y bajo consumo de procesador, a su vez es un lenguaje con una sintaxis sencilla por lo que la curva de aprendizaje es pequeña.

2. Motor de Base de datos

La elección de la base de datos a usarse esta condicionada por la elección del lenguaje de programación. A continuación se muestra un cuadro comparativo de tres bases de datos que son soportados por el lenguaje de programación PHP.

	MySQL	PgSQL	Oracle
Sin costo asociado	X	X	
Fácil instalación	X	X	
Fácil configuración	X		
Manejo de transacciones		X	X

Tabla 4: Cuadro comparativo de bases de datos

La base de datos escogida es MySQL, las características que influenciaron en su elección son: Fácil instalación, fácil configuración y el no tener un costo asociado de licencia, a su vez MySQL presenta una rapidez en la ejecución de las consultas.

1.3.3. Análisis económico.

La realización de cualquier proyecto implica una salida de capital que permita solventar aquellos gastos necesarios para el desarrollo del mismo.

A continuación se mostrará una tabla que resume los principales egresos que permitirán implementar la propuesta de solución descrita, tener en cuenta que el software a utilizar es libre por lo que no representa un gasto para el desarrollo del sistema.

Concepto	Subtotal (S/.)
Mano de obra	
Levantamiento de Información.	1,500.00
Construcción de la Solución.	9,600.00
	11,100.00
Otros gastos	
Máquina de desarrollo	700.00
Luz, Internet	450.00
Artículos de oficina (hojas, lapicero, tintas)	150.00
	1,300.00
Total	12,400.00

Tabla 5: Análisis económico.

El costo por hora de mano de obra para el levantamiento de información es de S/.10 y para la construcción de la solución S/.20.

1.3.4. Asignación de funciones.

1. Asignación de funciones al software.

El sistema a desarrollar contará con los siguientes módulos: Módulo de adquisición de conocimiento, módulo de pauta vocacional, módulo generador de explicaciones, módulo de mantenimientos, módulo de consultas y módulo de reportes.

- **Módulo de adquisición de conocimientos:** Esta dividido en cinco partes: Base de Hechos, Base de Conocimiento, Test de Preferencias Personales de Edwards, Descargar Archivos, Adjuntar Archivos. Permitirá actualizar la base de hechos y la base de conocimientos, ya sea agregando nuevos conocimientos o modificando los existentes a través del sistema o adjuntando un archivo con el formato adecuado. Adicionalmente el ingeniero del conocimiento cuenta con la opción de poder descargar la base de hechos y la base de conocimientos.
- **Módulo de pauta vocacional:** Esta dividido en dos partes: Inventario de Holland e Inventario de Edwards. Formará los tests vocacionales a partir de la base de hechos y el registro del Inventario de Edwards, ejecutará un algoritmo de encadenamiento hacia adelante para poder procesar las respuestas ingresadas por el usuario alumno en relación al inventario de Holland y procesará las respuestas ingresadas en relación al Inventario de Edwards; y finalmente mostrará los resultados de los tests.
- **Módulo generador de explicaciones:** Permitirá conocer cómo se llegó a la conclusión proporcionada por el sistema para la evaluación de determinado alumno. La explicación proporcionada para el caso del Inventario autodirigido de Holland, estará basada en las reglas que fueron escogidas por el algoritmo de encadenamiento.
- **Módulo de mantenimientos:** Esta dividido en dos partes: Usuarios y Carreras. Permitirá actualizar la información relacionada con los usuarios del sistema y con las carreras de ingeniería de la PUCP, ya sea agregando registros o modificando los ya existentes.

- **Módulo de consultas:** Permitirá el acceso en modo de consulta a la información registrada de las carreras de ingeniería de la PUCP y la consulta de los resultados de la evaluación de los tests vocacionales.
- **Módulo de reportes:** Generará los reportes con las respuestas ingresadas por el alumno a cada uno de los test realizados y una ficha con los datos completos del alumno y las opciones vocacionales existentes; todos los reportes podrán ser descargados en formato PDF. Adicionalmente para el Inventario de Preferencias Personales de Edwards se mostrará las plantillas generadas que utiliza el orientador vocacional para el asesoramiento correspondiente.

A continuación se observa la conexión entre los distintos módulos del sistema:

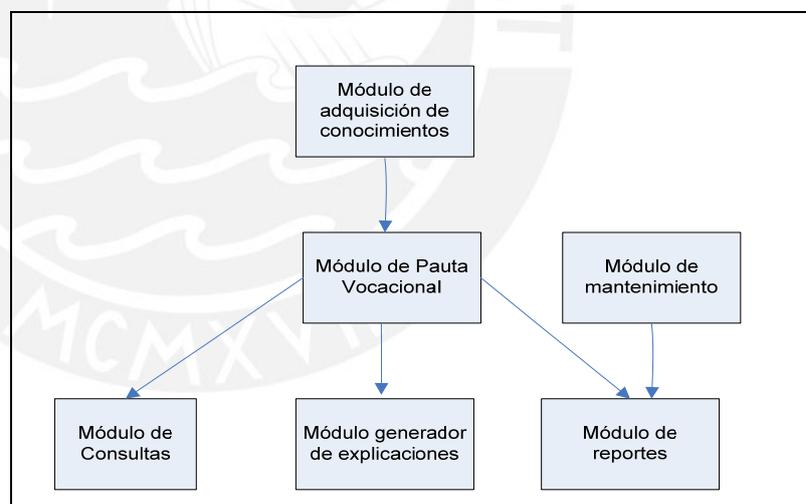


Figura 22: Módulos del sistema experto.

La mayoría de los módulos dependen del módulo de adquisición del conocimiento, es decir, de la base de hechos y de la base de conocimientos.

A continuación se muestra un cuadro con la asociación de los usuarios y los módulos definidos.

Módulo	Ingeniero del Conocimiento	Usuario Experto	Usuario Alumno
Módulo de adquisición de conocimiento	X	X	
Módulo de pauta vocacional	X	X	X
Módulo generador de explicaciones	X	X	X
Módulo de mantenimientos	X	X	
Módulo de consultas			X
Módulo de reportes	X	X	

Tabla 6: Asociación de módulos y usuarios.

2. Asignación de funciones al hardware.

Se pretende desarrollar el sistema experto en una arquitectura Web la cual se detalla en el siguiente gráfico.

El servidor Web usado será Apache versión 2.

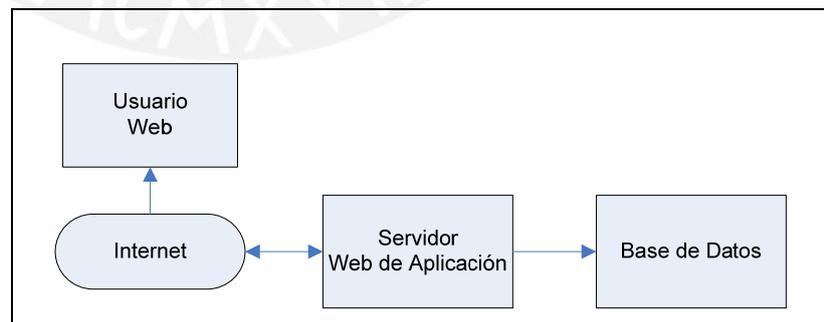


Figura 23: Arquitectura Web del sistema experto.

3. Asignación de funciones al Recurso Humano.

Las roles necesarios para el desarrollo del presente proyecto son:

- **Ingeniero del Conocimiento:** Jackeline Tapia Castillo. Encargado de plantear las preguntas adecuadas al experto que le permitan obtener la información necesaria, estructurar los conocimientos obtenidos, implementar todos los módulos del sistema experto y realizar los ensayos en paralelo con el usuario experto para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
- **Usuario Experto:** Dra. María Isabel La Rosa Cormack. Encargado de proporcionar toda la información necesaria para el desarrollo del sistema experto y de realizar los ensayos en paralelo con el ingeniero del conocimiento para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
- **Usuario Alumno:** Apoyará al desarrollo de las pruebas del sistema experto.

4. Asignación de funciones a la Base de datos.

Se contará con diferentes bases de datos que permitan almacenar la información necesaria para su posterior uso. Dichas bases de datos son: Base de hechos, base de conocimientos y el motor base de datos propiamente.

- **Base de hechos.** Almacenará la siguiente información: especialidades a evaluar e Inventario autodirigido de Holland.
- **Base de conocimientos.** Almacenará las reglas del sistema experto que permitirán arrojar la carrera recomendada al usuario alumno. Estas reglas están

- **Motor de base de datos.** Usada para almacenar la información de los usuarios del sistema, de las carreras a evaluar, el resultado de los tests y las reglas elegidas por el sistema en el momento de realizar el algoritmo de encadenamiento hacia adelante.

1.3.5. Definición del sistema.

En un primer momento se le entregará un usuario y contraseña al experto para que éste pueda acceder al sistema y si lo desea modificar alguna información inicial del mismo. La información inicial esta conformada por la base de hechos, base de conocimientos, Inventario de preferencias personales de Edwards y por los perfiles de las carreras de ingeniería de la PUCP.

El alumno que desee acceder al sistema experto deberá registrarse para obtener un usuario y contraseña que le permita el ingreso al mismo, al momento de registrarse para obtener su usuario contestará de manera obligatoria aquellas preguntas que son necesarias para que el experto conozca sus factores situacionales. Una vez ingresado al sistema deberá responder los dos tests que el sistema maneja, dichos tests serán armados en base a la información almacenada anteriormente.

Para el caso del Inventario autodirigido de Holland, una vez ingresadas las respuestas al sistema, el motor de inferencias utilizará el método de encadenamiento hacia adelante en la base de conocimientos para poder determinar el conjunto de carreras afines al estudiante. Una vez finalizado el proceso el alumno conocerá el conjunto de carreras que el sistema recomienda y podrá dirigirse al módulo de consultas para obtener una explicación de los resultados obtenidos y si lo desea obtener mayor información de las carreras de ingeniería de la PUCP.

Para el caso del Inventario de Preferencias Personales de Edwards, una vez ingresadas las respuestas el sistema procederá con la evaluación del mismo, mostrando enseguida el resultado obtenido, el cuál podrá ser consultado cuando sea necesario a través del módulo de explicación.

Por su parte el usuario experto podrá consultar el módulo de explicación para que el sistema le indique cómo es que llego al resultado mostrado en base al algoritmo de encadenamiento, o dirigirse al módulo de reportes para poder la ficha personal del usuario alumno y las respuestas ingresadas en los tests evaluados.

Todo el análisis realizado en esta sección permite verificar el cumplimiento de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. Las especificaciones técnicas ayudan a cumplir con los requerimientos no funcionales y una correcta asignación a cada uno de los elementos del sistema ayuda a cumplir con los requerimientos funcionales.

A su vez el análisis económico demuestra que el costo del proyecto no es elevado ya que se utilizarán tecnologías que uso libre, finalmente con el análisis de viabilidad se puede comprobar que el sistema puede ser construido sin inconvenientes y que se obtendrá un resultado exitoso al final de su desarrollo.

Capítulo 3: Diseño.

En este capítulo se definirá la arquitectura de de la solución, los criterios utilizados para la elaboración de la interfaz gráfica del sistema y la arquitectura de información de las bases de datos del sistema.

1.1. Arquitectura de la solución.

En esta sección se detallará el algoritmo seguido por el motor de inferencia para obtener las carreras afines al usuario.

El método utilizado es **encadenamiento hacia adelante**. Como se mencionó anteriormente las características principales de este tipo de encadenamiento es que recorre la base de conocimientos de los hechos a las conclusiones e indica todas las conclusiones posibles que son válidas a partir de hechos válidos.

El algoritmo correspondiente a este tipo de encadenamiento se expone a continuación:

1. Se determina que reglas tienen hipótesis verdaderas.
2. Si no hay hipótesis verdaderas se le puede preguntar al usuario por alguna hipótesis verdadera.
3. Si para este punto no hay reglas con hipótesis verdadera se termina el algoritmo, caso contrario se continúa con el punto cuatro.
4. Del conjunto de reglas con hipótesis verdadera se elige una regla y se realizan las siguientes acciones:
 - Se añade la conclusión a la memoria de trabajo.
 - Se suprime la regla del conjunto de reglas con hipótesis verdaderas.
5. Se regresa al primer punto.

A continuación se muestra la aplicación del algoritmo descrito que permite obtener las carreras afines al usuario.

Sea el siguiente conjunto de reglas la base de conocimiento del sistema experto:

- **SI** REALISTA > INVESTIGATIVA > SOCIAL **entonces** REALISTA y INVESTIGATIVA y SOCIAL
- **SI** REALISTA > INVESTIGATIVA > EMPRENDEDORA **entonces** REALISTA y INVESTIGATIVA y EMPRENDEDORA
- **SI** REALISTA y INVESTIGATIVA y SOCIAL **entonces** Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica
- **SI** REALISTA y INVESTIGATIVA y EMPRENDEDORA **entonces** Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas.

Los pasos a realizar para obtener el resultado son los siguientes:

1. Se determina qué reglas tienen hipótesis verdaderas.

Observación: El sistema no posee ninguna hipótesis verdadera inicialmente.

2. Si no hay hipótesis verdaderas se le puede preguntar al usuario por alguna hipótesis.

Observación: El usuario debe contestar el test para obtener las hipótesis verdaderas, para la obtención de dichas hipótesis se realizan los siguientes pasos:

- a. Se calcula el puntaje que obtuvo cada orientación sumando la cantidad de respuestas positivas obtuvieron. Una vez obtenidos los puntajes se ordenan las orientaciones de forma descendente de acuerdo al puntaje asociado.

De ese primer paso se obtiene la siguiente tabla

Orientación	Puntaje
REALISTA	10
INVESTIGATIVA	8
SOCIAL	7
EMPREDEDORA	7
CONVENCIONAL	5
ARTISTICA	4

Tabla 7: Puntaje por orientación.

- b. Con el resultado anterior se procede a armar códigos de tres orientaciones teniendo en cuenta sólo aquellas orientaciones que obtuvieron los tres puntajes más altos. El orden de aparición de la orientación dentro del código dependerá del puntaje obtenido.

Para este ejemplo los códigos armados serían los siguientes:

REALISTA INVESTIGATIVA SOCIAL

REALISTA INVESTIGATIVA EMPRENDEDORA

- c. Finalmente, con el resultado anterior se procede a armar las premisas positivas utilizando el símbolo ">" para enlazar las orientaciones.

Para este ejemplo las premisas positivas serían las siguientes:

REALISTA > INVESTIGATIVA > SOCIAL

REALISTA > INVESTIGATIVA > EMPRENDEDORA

3. Si después de los dos primeros pasos no hay reglas con hipótesis verdadera se termina el algoritmo, caso contrario se continúa con el siguiente punto.

Observación: En el segundo paso se obtuvieron las premisas positivas por lo que se puede continuar con la ejecución del algoritmo.

4. Del conjunto de reglas con hipótesis verdadera se elige una regla y se realizan las siguientes acciones:
- Se añade la conclusión a la memoria de trabajo.
 - Se suprime la regla del conjunto de reglas con hipótesis verdaderas.
5. Se regresa al primer punto.

Los pasos del uno al cuatro se repetirán hasta que el conjunto de reglas con hipótesis positivas sea vacío. Para poder realizar las iteraciones se ordenó la información de la siguiente manera:

Reglas a disparar: Se escogen aquellas reglas con premisas positivas, inicialmente estas reglas son:

SI REALISTA > INVESTIGATIVA > SOCIAL entonces REALISTA y INVESTIGATIVA y SOCIAL

SI REALISTA > INVESTIGATIVA > EMPRENDEDORA entonces REALISTA y INVESTIGATIVA

Este conjunto de reglas a disparar se incrementará a lo largo de las iteraciones si es que se encuentran otras reglas con hipótesis verdaderas.

Hechos Positivos: Conformado inicialmente por las premisas obtenidas en el punto dos:

REALISTA > INVESTIGATIVA > SOCIAL

REALISTA > INVESTIGATIVA > EMPRENDEDORA

Posteriormente esta lista de hechos positivos se podrá incrementar con las conclusiones de las reglas disparadas si es que éstas son positivas.

Hechos Negativos: Inicialmente no se conoce ningún hecho negativo. Posteriormente esta lista de hechos se podrá incrementar con las conclusiones de las reglas disparadas si es que éstas son negativas.

Disparar regla: Implica elegir aleatoriamente una regla del conjunto de reglas a disparar.

Para este ejemplo la primera regla a disparar será:

SI REALISTA > INVESTIGATIVA > SOCIAL entonces REALISTA y INVESTIGATIVA y SOCIAL

Una vez seleccionada la regla se realizarán las siguientes acciones:

- Eliminar la regla del conjunto a reglas a disparar.
- Si la conclusión es verdadera ingresarla en la lista de hechos positivos y recorrer la base de conocimientos en busca de alguna otra regla con hipótesis verdadera, teniendo en cuenta que la conclusión es verdadera.
- Si la conclusión es falsa ingresarla en la lista de hechos negativos.

El total de iteraciones realizadas para obtener el resultado se muestran a continuación:

Reglas a disparar	Hechos Positivos	Hechos Neg.	Disparar Regla
SI $R > I > S$ entonces $R \vee I \vee S$ SI $R > I > E$ entonces $R \vee I \vee E$	$R > I > S,$ $R > I > E$	-	SI $R > I > S$ entonces $R \vee I \vee S$
SI $R > I > E$ entonces $R \vee I \vee E$ SI $R \vee I \vee S$ entonces Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica	$R > I > S,$ $R > I > E,$ $R \vee I \vee S$	-	SI $R > I > E$ entonces $R \vee I \vee E$
SI $R \vee I \vee S$ entonces Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica	$R > I > S,$ $R > I > E,$ $R \vee I \vee S,$ $R \vee I \vee E$	-	SI $R \vee I \vee S$ entonces Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica

<p>SI R y I y E entonces Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas</p>			
<p>SI R y I y E entonces Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas</p>	<p>R > I > S , R > I > E, R y I y S, R y I y E, Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica</p>	<p>-</p>	<p>SI R y I y E entonces Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas</p>
<p>-</p>	<p>R > I > S , R > I > E, R y I y S, R y I y E, Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica, Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas</p>	<p>-</p>	<p>-</p>

Tabla 8: Iteraciones del algoritmo del motor de inferencia.

El resultado de la ejecución del algoritmo es el siguiente:

Hechos Positivos:

- R > I > S
- R > I > E
- R y I y S

- R y I y E
- Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica
- Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas

Hechos Negativos: Ninguno.

Con esta información el sistema procesa los hechos positivos y obtiene las carreras afines al usuario. Dicho proceso consiste en evaluar cada hecho positivo y verificar si todo o parte del hecho esta contenido en la sección de carreras de la base de hechos, para este caso las carreras afines son: Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica, Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas.

Finalmente se realiza un conteo de la aparición de las especialidades en el resultado para que el alumno pueda observar no solo el nombre de la especialidad si no también el porcentaje de aparición que lo ayude en la toma de decisiones.

1.2. Diseño de interfaz gráfica.

A continuación se detallarán los criterios utilizados para la elaboración de la interfaz gráfica del sistema y se conocerá el diseño estructural de las pantallas:

1.2.1. Criterios utilizados

El diseño de la interfaz gráfica es de suma importancia puesto que es el medio de interacción del usuario con el sistema. Una interfaz amigable traerá como consecuencia que el usuario se sienta a gusto con el sistema y que pueda navegar de forma rápida y segura por los componentes del mismo, por el contrario, una interfaz poco amigable puede traer como consecuencia que el usuario se niegue a hacer uso del sistema lo cual significaría el fracaso del proyecto.

A continuación se listan los criterios utilizados para la elaboración de la interfaz gráfica:

1. **Visibilidad:** Cada una de las pantallas debe ser agradable a la vista del usuario, es por esta razón que se eligió una combinación de familia colores en tonalidades diferentes, siendo el color principal el azul, logrando en conjunto una imagen agradable para el usuario.
2. **Agrupación:** La información dentro de la pantalla debe estar bien agrupada de manera que el usuario pueda acceder rápidamente a la información que necesite.
3. **Simetría:** Los elementos de la pantalla deben de estar alineados en forma horizontal como vertical para mantener la armonía en el diseño.
4. **Claridad:** Las funcionalidades presentadas al usuario deben ser fáciles de intuir y comprender de tal manera que no se confunda con toda la información a la que esta accediendo ni con la funcionalidad de cada sección.
5. **Secuencia:** La secuencia en la que se muestra la información debe estar ordenada de tal manera que permitan llegar a la opción requerida de manera rápida.

A continuación se muestra una pantalla en dónde se aprecia cada uno de los criterios mencionados. Se puede observar la combinación de las diferentes tonalidades de azul, a su vez lo elementos de la pantalla están agrupados en dos secciones tituladas debidamente, resalta la simetría de los botones y demás componentes gráficos, finalmente se puede observar que la secuencia del menú de acciones es la adecuada así como la secuencia de la información mostrada en la pantalla.

La combinación de cada uno de los criterios logran como consecuencia una interfaz gráfica amigable y útil para el usuario.



Figura 24: Criterios utilizados para el diseño.

1.2.2. Diseño estructural de las pantallas.

Cada una de las pantallas del sistema experto consta de tres partes bien definidas como se detalla en la imagen adjunta:

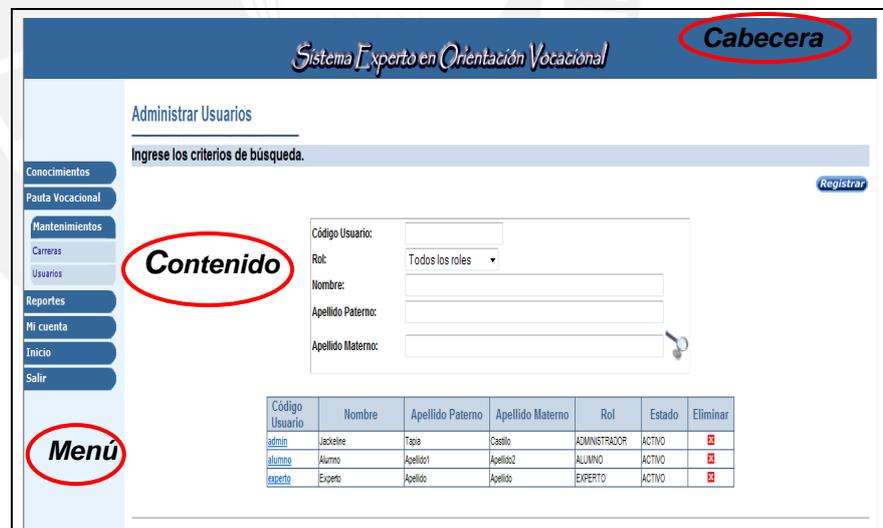


Figura 25: Diseño estructural de las pantallas.

1. **Cabecera:** Muestra el nombre del sistema.
2. **Menú:** Es el conjunto de opciones que permite que el usuario navegue por el sistema, este menú dependerá del perfil del usuario.

3. **Contenido:** Es la parte central de toda pantalla, es aquí dónde el usuario podrá hacer uso de la funcionalidad para la cual fue implementada dicha pantalla.

1.3. Arquitectura de información.

A continuación se detallará la arquitectura de información usada para almacenar los datos de la base de hechos y la información de la base de conocimientos.

Ambas bases de datos están almacenadas en un archivo de extensión XML respectivamente. Se decidió usar este tipo de archivo porque permite estructurar la información en forma de árbol de manera rápida y sencilla, logrando así almacenar la información en forma ordenada facilitando su posterior lectura y uso.

1.3.1. Base de Hechos.

En este apartado se describe la arquitectura de información que tendrá la base de hechos, la cual contiene los datos de entrada proporcionados por el usuario experto en la etapa de adquisición del conocimiento.

La base de hechos tendrá información acerca del Inventario autodirigido de Holland y de las especialidades a evaluar. El formato en el que se almacenarán los datos es el siguiente:

```

<base_hechos>
  <test_holland>
    <factor>Nombre del factor
      <descripcion> Descripción del factor</descripcion>
      <ocupacion> Nombre de la ocupación 1
        <pregunta> Pregunta 1</pregunta>
        <pregunta> Pregunta 2</pregunta>
        <pregunta> Pregunta 3</pregunta>
      </ocupacion>
    </factor>
  
```

<carrera> Especialidad 1 </carrera>

<carrera> Especialidad 2 </carrera>

</test_holland>

</base de hechos>

Un extracto de la base de hechos puede visualizarse en los Anexos.

1.3.2. Base de Conocimientos.

En este apartado se describe la arquitectura de información que tendrá la base de conocimientos. Para representar dicho conocimiento se utilizarán reglas de producción, éstas se generan relacionando los datos de la base de hechos.

Cada regla está formada de una parte denominada premisa y de una parte denominada conclusión y tendrá la siguiente forma:

SI premisa ENTONCES conclusión

A su vez pueden ser utilizadas para expresar un amplio rango de asociaciones, por ejemplo:

SI premisa1 y premisa2 o premisa3 entonces conclusión

Se eligió el método de reglas de producción ya que poseen varias ventajas significativas, como por ejemplo: facilidad de modificación y representación del conocimiento almacenado en pequeños fragmentos y de forma declarativa.

El tener la base de conocimientos en forma de reglas de producción ayuda a la labor del motor de inferencia a obtener la información requerida dependiendo de la forma en que se recorran estas reglas. Si la base de conocimientos se recorre de las premisas a las conclusiones se obtendrá como resultado toda la información de obtener de esta forma de recorrido, por el contrario, si se recorre de las conclusiones a las premisas se

obtendrá como resultado si los objetivos indicados inicialmente son verdaderos o falsos.

El formato en el que se almacenará la base de conocimientos es el siguiente:

```
<base_conocimiento>  
  <regla>  
    <premisa> Premisa </premisa>  
    <conclusion> Conclusión </conclusion>  
  </regla>  
</base_conocimiento>
```

La base de conocimientos puede ser revisada en la sección de Anexos.

1.3.3. Motor de base de datos.

Como se mencionó anteriormente el motor de base de datos almacenará la información de los usuarios del sistema, de las carreras a evaluar, el resultado de los tests y las reglas elegidas por el sistema. En la sección de Anexos se podrá revisar el diagrama de base de datos.

Capítulo 4: Construcción.

En este capítulo se indicará la tecnología a usarse en la implementación del presente proyecto, así como las pruebas a realizarse para asegurar el correcto funcionamiento del mismo.

4.1. Construcción.

En esta sección se detallarán las tecnologías usadas para la adecuada construcción de la solución.

4.1.1. Lenguaje de programación

El lenguaje de programación que se utilizará para el desarrollo del presente proyecto será PHP.

La justificación de la elección de este lenguaje esta detallada en la sección 2.3.2 del presente documento.

4.1.2. Librerías a utilizar

A continuación se detallarán las diferentes librerías que se utilizarán en la implementación del proyecto, dichas librerías fueron desarrolladas por terceras personas en lenguaje PHP y JavaScript.

Librerías PHP: A continuación se detallarán las librerías PHP que se utilizarán en la implementación.

Librería	Descripción	Funcionalidad
php - simplexml	Permite el manejo de archivos XML de forma amigable y rápida.	Utilizada para registrar y modificar la base de hechos y conocimientos del sistema.
php - session	Permite administrar las sesiones del sistema.	Apoya con la seguridad del sistema. Permite validar si la sesión del usuario sigue activa lo que permite hacer uso de las funcionalidades del sistema.
php - mysql	Permite administrar las funciones necesarias para la conexión a la base de datos.	Permite la conexión a la base de datos MySQL que será utilizada, a su vez, permite la consulta, modificación y eliminación de la información almacenada en dicha base de datos.
fpdf	Permite exportar al formato PDF	Utilizado para poder exportar a formato

	páginas PHP.	PDF los diferentes reportes que el usuario experto consulta.
--	--------------	--

Tabla 9: Librerías PHP a utilizar.

Librerías JavaScript: A continuación se detallarán las librerías JavaScript que se utilizarán en la implementación.

Librería	Descripción	Funcionalidad
SlideMenu	Permite trabajar con un menú desplegable.	Permite una correcta y amigable navegabilidad entre las opciones del sistema.
Calendar	Permite trabajar de forma amigable con las fechas.	Utilizada para que el usuario pueda elegir una fecha determinada. Se le mostrará un calendario que permitirá realizar la selección.

Tabla 10: Librerías JavaScript a utilizar.

4.1.3. Estándares de programación

Con el objetivo de establecer un orden al momento de codificar la aplicación propuesta, se deben definir una serie de estándares de programación que el conjunto logren que el código fuente generado este ordenado y entendible por cualquier persona que desee consultarlo.

Los estándares a utilizarse están definidos en la sección de Anexos.

4.2. Pruebas.

Las pruebas a realizarse sobre el sistema son de gran importancia puesto que permiten asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

El desarrollo de las pruebas serán ejecutadas a lo largo de todo el proceso de implementación de cada uno de los módulos, luego de realizadas las pruebas se establecerán las correcciones a realizarse.

Cuando el sistema experto esté terminando se realizarán ensayos en paralelo con el usuario experto para comparar las respuestas arrojadas por el sistema con las respuestas a las que llega el experto para un mismo conjunto de datos de entrada, si se encontrase alguna desviación en los resultados se procederá a la corrección del mismo.

A continuación se detallarán los tipos de pruebas a realizarse, las técnicas utilizadas y el resultado de las pruebas.

4.2.1. Tipos de Pruebas

Se llevarán a cabo los siguientes tipos de prueba.

Pruebas unitarias: Tiene como objetivo validar el correcto funcionamiento de los flujos presentes.

A continuación se muestran las pruebas unitarias a realizar:

Código	Objetivo de la prueba
PU001	Verificar que se puedan agregar, modificar y eliminar usuarios del sistema.
PU002	Verificar que se puedan agregar, modificar y eliminar carreras del sistema.
PU003	Verificar que se pueda iniciar sesión utilizando una combinación correcta de usuario y contraseña.
PU004	Verificar que el sistema pueda registrar y eliminar reglas de la base de conocimientos.
PU005	Verificar que el usuario pueda registrar y modificar la

	base de hechos.
PU006	Verificar que el sistema pueda generar el reporte de respuestas del Inventario autodirigido de Holland.
PU007	Verificar que el sistema pueda generar el reporte de respuestas del Inventario de preferencias personales de Edwards.
PU008	Verificar que el sistema pueda generar la ficha personal del alumno.

Tabla 11: Pruebas unitarias.

Pruebas de sistema: Tienen como objetivo validar el desempeño tecnológico y funcional del sistema.

A continuación se muestran las pruebas del sistema a realizar.

Código	Objetivo de la prueba
PS001	Verificar que la página demore en ser actualizada un tiempo menor a cinco segundos.
PS002	Verificar que el sistema presente un bajo uso de recursos por parte de memoria y procesamiento.

Tabla 12: Pruebas de sistema.

Pruebas con el usuario experto: Se realizarán los ensayos en paralelos que permitan comparar las respuestas arrojadas con el sistema con las respuestas que otorgaría el experto.

A continuación se muestran las pruebas a realizar con el experto:

Código	Objetivo de la prueba
PE001	Verificar que las respuestas del sistema de la evaluación del Inventario autodirigido de Holland coincidan las respuestas que el usuario brindaría.
PE002	Verificar que las respuestas del sistema de la evaluación del Inventario de preferencias personales

	de Edwards coincidan con las respuestas que el experto brindaría.
--	---

Tabla 13: Pruebas con el usuario experto.

4.2.2. Técnica utilizada

A continuación se detallará la técnica empleada para realizar las pruebas descritas.

Prueba de negra: Consiste en definir criterios de entrada para las pruebas y verificar que el resultado obtenido sea el correcto para el conjunto de datos ingresados.

4.2.3. Resultado de las pruebas

Tras realizar las pruebas descritas se obtuvieron los siguientes resultados.

Pruebas unitarias:

Código	Resultado	Observaciones
PU001	Éxito	-
PU002	Éxito	-
PU003	Éxito	-
PU004	Éxito	-
PU005	Éxito	-
PU006	Éxito	-
PU007	Éxito	-
PU008	Éxito	-

Tabla 14: Resultado pruebas unitarias.

Pruebas sistema:

Código	Resultado	Observaciones
PS001	Éxito	-
PS002	Éxito	-

Tabla 15: Resultado pruebas del sistema.

Pruebas con el usuario experto:

Código	Resultado	Observaciones
PE001	Éxito	-
PE002	Éxito	-

Tabla 16: Resultado pruebas con el usuario experto.



Capítulo 5: Observaciones, conclusiones y recomendaciones.

En el presente capítulo se darán a conocer las observaciones, conclusiones y recomendaciones que han surgido luego de la implementación de la solución.

6.1. Observaciones.

El presente proyecto de fin de carrera abordó en síntesis los siguientes problemas relacionados al proceso de orientación vocacional:

1. Falta de una adecuada orientación vocacional en los jóvenes estudiantes.
2. Automatización de los tests psicológicos necesarios para una adecuada orientación al alumno.

El sistema propuesto logrará solucionar los dos problemas expuestos, ya que será una herramienta de apoyo para dicho proceso. Los

jóvenes estudiantes podrán acceder al sistema en el momento que lo necesiten lo cual les permitirá conocer las carreras afines de acuerdo a su personalidad, podrán acceder a los resultados de los tests vocacionales y a la información de las carreras de Ingeniería de la PUCP desde una misma herramienta amigable. Por su lado el orientador vocacional cuenta con los reportes detallados y necesarios para el apoyo de la toma de decisión hacia el alumno.

6.2. Conclusiones.

Luego de implementar la solución se concluye lo siguiente:

1. El sistema logrará que una mayor cantidad de alumnos puedan recibir a tiempo una adecuada orientación sobre su futuro profesional.
2. La automatización de los tests logrará un menor tiempo de evaluación por parte del orientador. El alumno podrá conocer los resultados de las evaluaciones en forma inmediata y podrá consultar los mismos cuando lo crea conveniente. A su vez al almacenar estas respuestas en una base de datos, el orientador podrá consultar dichas respuestas en tiempo real y cuando sea necesario.
3. Se logra reducir gastos administrativos. La toma de los test será de formal virtual por lo que no se necesita a un psicólogo para evaluar a cada alumno por separado, el experto recibirá toda la información que necesite por parte del sistema para apoyar al alumno en la toma de decisión.
4. Se logró desarrollar el algoritmo para que el motor de inferencia arroje un buen resultado en base a las respuestas ingresadas por el alumno.
5. El alumno podrá acceder desde una misma herramienta a la evaluación de los tests, resultado de los mismos y consulta de

carreras de Ingeniería de la PUCP. Estas herramientas en conjunto apoyan firmemente al alumno en su elección vocacional.

6. La modificación de los tests y especialidades a evaluar pueden ser modificados por el usuario experto de manera rápida y amigable a través del sistema.

6.3. Recomendaciones.

Para un correcto uso del sistema experto se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

1. El usuario experto deberá de mantener actualizadas las bases de hechos y de conocimientos del sistema ya que el motor de inferencia depende de ambas bases de datos.
2. El usuario experto deberá mantener actualizada la información de las carreras registradas en el sistema puesto que dicha información puede influir en la toma de decisión del alumno.
3. El sistema experto no pretende reemplazar la labor del orientador vocacional, si no más bien apoyar dicha labor proporcionando la información necesaria en el momento oportuno.
4. El usuario alumno deberá ingresar información verdadera al sistema para asegurar una adecuada recomendación por parte de éste.

Finalmente tener en cuenta que el presente sistema puede ampliarse en general a cualquier carrera que se desee evaluar, sólo es necesario actualizar la base de hechos y la base de conocimientos respectivamente.

Referencias.

- [1] **Bauer, Klaus**, *Sistemas expertos: introducción a la técnica y aplicación*. Barcelona: Marcombo, 1988.
- [2] **Carol Carter- Sarah Lyman Kravits**, *Orientación Vocacional- Cómo alcanzar tus metas*. Prentice Hall, 1 edición., 1997.
- [3] **Centro de Estudios Educativos**, *La orientación vocacional, esencial en la educación*. México, D.F.: Progreso, 1965.
- [4] **Giarratano, Joseph C.** *Expert systems: principles and programming 3rd ed.* Boston, MA: PWS, 1998.
- [5] **Ismael Vidales**, *Nuevas prácticas de orientación vocacional: tercer grado, educación secundaria*. México: Trillas, 1987.
- [6] **Lic. Bibiana D. Rossi**. *Sistema experto de ayuda para la selección del modelo de ciclo de vida (recurso en línea)*. Disponible en: <http://www.itba.edu.ar/capis/webcapis/tesisdemagister/rossi-tesisdemagister.pdf>, Madrid, Buenos Aires, 2001.
- [7] **Luciana Morena Valle Suárez**. *Creación de un sistema experto en orientación profesional y vocacional (recurso en línea)*. Disponible en: <http://www.somece.org.mx/memorias/2001/docs/66.doc>, México 2001.
- [8] **María José Martín Moreno**. *Sistema experto de orientación vocacional profesional (recurso en línea)*. Disponible en: <http://www.ucm.es/BUCM/tesis/19972000/S/4/S4016401.pdf>, Madrid, 1996.
- [9] **Miguel Santana**, *Los sistemas expertos y sus aplicaciones*. Lima: PUCP. Escuela de Graduados, 1988.
- [10] **Nebendahl, Dieter ed.** *Sistemas expertos*. Barcelona: Marcombo, 1991.
- [11] **Ramón García Martines, Bibiana D. Rossi, Paola Britos**. *Metodologías de educación de conocimientos para la construcción de sistemas informáticos*

expertos (recurso en línea). Disponible en:
<http://www.itba.edu.ar/capis/webcapis/RGMITBA/articulosrgm/R-ITBA-21-metodologias.pdf>, Argentina.

[12] **Rauch-Hindin, Wendy B.**, *Aplicaciones de la inteligencia artificial en la actividad empresarial, la ciencia y la industria: fundamentos – aplicaciones*. Madrid: Díaz de Santos, 1989.

[13] **Rolston, David W.** *Principios de inteligencia artificial y sistemas expertos*. Bogotá: McGraw-Hill, 1993.

[14] **Universidad Santiago de Chile**, *Sistema Experto en orientación vocacional SEOV* (recurso en línea). Disponible en:
<http://www.comenius.usach.cl/gvillarr/cursoia/alumnos/Seov/index.html>, Chile, 1999.





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

SISTEMA EXPERTO PARA EL APOYO DEL PROCESO DE ORIENTACIÓN VOCACIONAL PARA LAS CARRERAS DE INGENIERÍA EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.

Anexos

Tapia Castillo Jackeline

ASESOR: Magister Manuel Francisco Tupia Anticona

Lima, abril del 2009

ÍNDICE DE CONTENIDO.

1.	Diagrama de Base de Datos.....	5
2.	Extracto Base de hechos.....	6
3.	Extracto base de conocimiento.....	8
4.	Diseño de Interfaz Gráfica.....	10
4.1.	Iniciar Sesión.....	10
4.2.	Menú.....	10
4.3.	Adquisición de Conocimientos.....	11
4.4.	Pauta Vocacional.....	13
4.5.	Generador de explicaciones.....	15
4.6.	Mantenimientos.....	16
5.	Estándares de Programación.....	17
5.1.	Clases.....	17
5.2.	Métodos.....	17
5.3.	Declaración de objetos.....	17
5.4.	Declaración de variables.....	18
5.5.	Componentes.....	18
5.6.	Constantes.....	19
6.	Catálogo de pruebas.....	20
6.1.	Pruebas unitarias.....	20
6.2.	Pruebas de sistema.....	25
6.3.	Pruebas con el usuario experto.....	26
7.	Ocupaciones del Inventario autodirigido de Holland.....	27
7.1.	Ocupaciones Realistas.....	27
7.2.	Ocupaciones Investigativas.....	28
7.3.	Ocupaciones Emprendedoras.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de Base de Datos.	5
Figura 2: Ingreso al sistema.	10
Figura 3: Menú del usuario experto.	10
Figura 4: Menú del usuario alumno.	11



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ejemplo de los nombres de las clases.	17
Tabla 2: Prefijos de acuerdo al tipo de variable.....	18
Tabla 3: Prefijos de acuerdo al tipo de componente.	19



1. Diagrama de Base de Datos

A continuación se muestra la descripción de las tablas utilizadas para la implementación del presente proyecto de tesis.

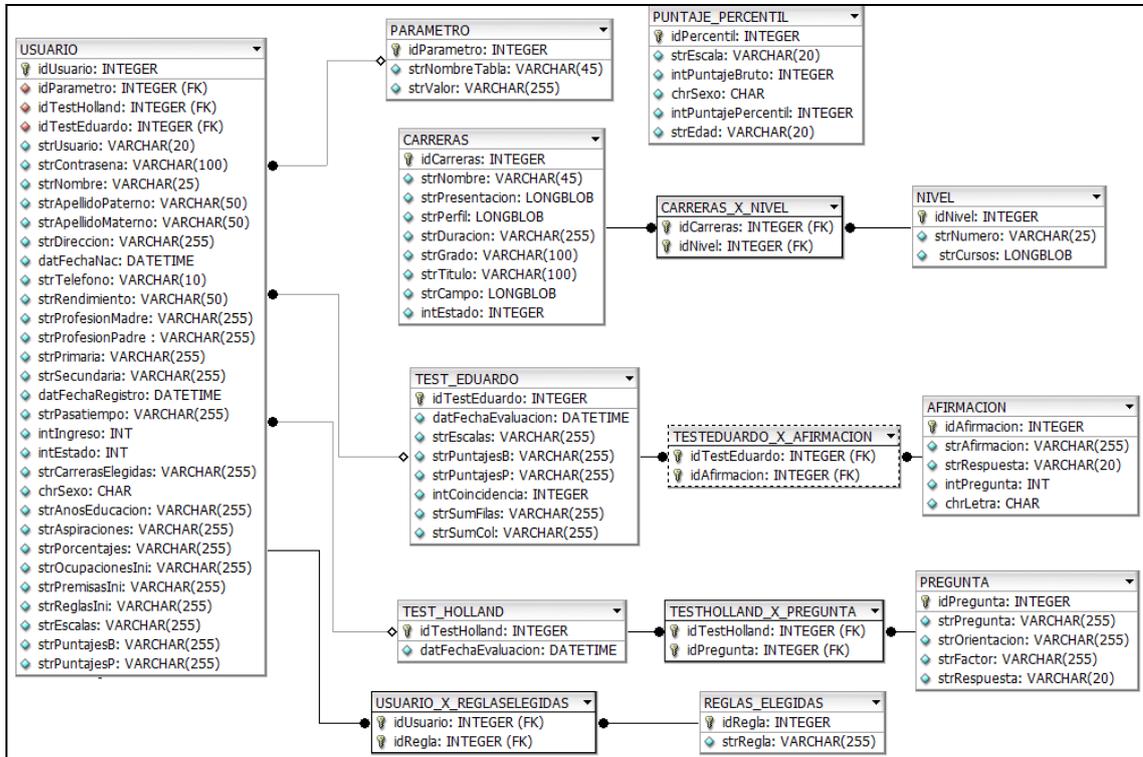


Figura 1: Diagrama de Base de Datos.

2. Extracto Base de hechos

<base_hechos>

<test_holland>

<factor>ACTIVIDADES

<descripcion>Seleccione la casilla debajo de Sí para indicar aquellas actividades que le gustaría hacer. Seleccione la opción No para indicar aquellas que le desagradan hacer o le serían indiferentes</descripcion>

<ocupacion>REALISTAS

<pregunta>Arreglar aparatos eléctricos </pregunta>

<pregunta>Reparar automóviles.</pregunta>

<pregunta>Arreglar aparatos mecánicos.</pregunta>

<pregunta>Construir cosas con madera.</pregunta>

<pregunta>Operar máquinas o equipos de motor.</pregunta>

</ocupacion>

<ocupacion>INVESTIGATIVAS

<pregunta>Leer libros o revistas científicas.</pregunta>

<pregunta>Trabajar en un centro de investigación o desarrollo.</pregunta>

</ocupacion>

</factor>

<factor>HABILIDADES

<descripcion>Seleccione la casilla debajo de Sí para indicar aquellas actividades que puede hacer bien o de manera competente. Seleccione la opción No para indicar aquellas actividades que nunca ha realizado o realiza de manera deficiente</descripcion>

<ocupacion>REALISTAS

<pregunta>He usado herramientas eléctricas para trabajos en madera tales como la sierra, el torno o lijadora.</pregunta>

<pregunta>Puedo hacer un dibujo a escala.</pregunta>

</ocupacion>

</factor>

<carrera>Ingeniería Informática</carrera>

<carrera>Ingeniería Civil</carrera>

<carrera>Ingeniería de Minas</carrera>

<carrera>Ingeniería Mecánica</carrera>

<carrera>Ingeniería Electrónica</carrera>

<carrera>Ingeniería Industrial</carrera>
</test_holland>
</base_hechos>



3. Extracto base de conocimiento.

<base_conocimiento>

<regla>

<premisa>REALISTAS > INVESTIGATIVAS> SOCIALES</premisa>

<conclusion>REALISTAS y INVESTIGATIVAS y SOCIALES</conclusion>

</regla>

<regla>

<premisa>REALISTAS > INVESTIGATIVAS > EMPRENDEDORAS </premisa>

<conclusion> REALISTAS y INVESTIGATIVAS y
EMPRENDEDORAS</conclusion>

</regla>

<regla>

<premisa> INVESTIGATIVAS > REALISTAS > CONVENCIONALES</premisa>

<conclusion>INVESTIGATIVAS y REALISTAS y
CONVENCIONALES</conclusion>

</regla>

<regla>

<premisa>EMPRENDEDORAS > INVESTIGATIVAS > REALISTAS</premisa>

<conclusion>EMPRENDEDORAS y INVESTIGATIVAS y
REALISTAS</conclusion>

</regla>

<regla>

<premisa>REALISTAS y INVESTIGATIVAS y SOCIALES</premisa>

<conclusion>Ingeniería Mecánica o Ingeniería Electrónica </conclusion>

</regla>

<regla>

<premisa>REALISTAS y INVESTIGATIVAS y EMPRENDEDORAS</premisa>

<conclusion>Ingeniería Informática o Ingeniería de Minas </conclusion>

</regla>

<regla>

<premisa>INVESTIGATIVAS y REALISTAS y CONVENCIONALES </premisa>

<conclusion>Ingeniería Civil </conclusion>

</regla>

<regla>

<premisa>EMPRENDEDORAS y INVESTIGATIVAS y REALISTAS</premisa>

<conclusion>Ingeniería Industrial</conclusion>

</regla>

</base_conocimiento>



4. Diseño de Interfaz Gráfica

4.1. Iniciar Sesión.

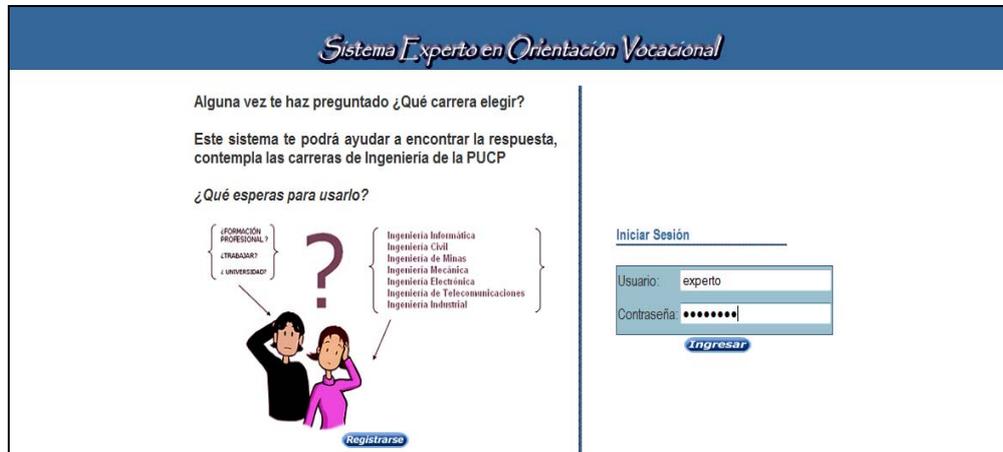


Figura 2: Ingreso al sistema.

4.2. Menú

A continuación se mostrará el menú usado por el perfil experto y el menú usado por el perfil alumno.

4.2.1. Menú del usuario experto.



Figura 3: Menú del usuario experto.

4.2.2. Menú del usuario alumno.



Figura 4: Menú del usuario alumno.

4.3. Adquisición de Conocimientos

A continuación se mostrarán las pantallas correspondientes al módulo de adquisición del conocimiento. Este módulo está subdividido por el módulo de Base de hechos (Carreras y Tests) y el módulo de base de conocimientos (Condiciones).

4.3.1. Registro Base de Hechos

1. Registro de Inventario autodirigido de Holland.



Factores del Inventario autodirigido de Holland

[Mostrar Explicación](#)

Factores Registrados.

Factor	Eliminar
ACTIVIDADES	<input type="checkbox"/>
HABILIDADES	<input type="checkbox"/>
OCCUPACIONES	<input type="checkbox"/>

Registrar Factor

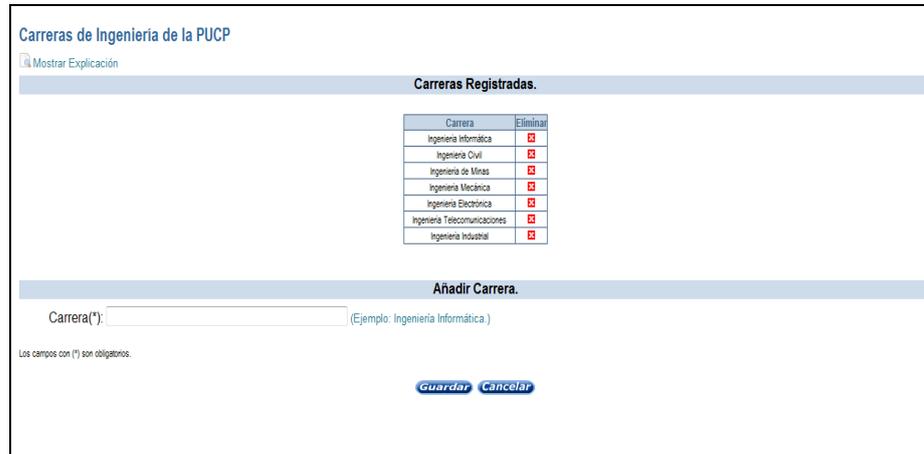
- Factor(*): (Ejemplos: Actividades, Habilidades)
- Descripción(*):
- Ocupaciones y Actividades: [Agregar Ocupación](#) (Ejemplo: Ocupación: Realista, Actividad: Operar máquinas o equipos de motor.)
El factor no tiene ocupaciones registradas.

Los campos con (*) son obligatorios.

Figura 5: Registro de Inventario autodirigido de Holland

Esta pantalla permite el registro de la información de cada uno de los factores del Inventario autodirigido de Holland.

2. Registro de carreras a evaluar



Carreras de Ingeniería de la PUCP
Mostrar Explicación

Carreras Registradas.

Carrera	Eliminar
Ingeniería Informática	<input type="checkbox"/>
Ingeniería Civil	<input type="checkbox"/>
Ingeniería de Minas	<input type="checkbox"/>
Ingeniería Mecánica	<input type="checkbox"/>
Ingeniería Electrónica	<input type="checkbox"/>
Ingeniería Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/>
Ingeniería Industrial	<input type="checkbox"/>

Añadir Carrera.

Carrera(*): (Ejemplo: Ingeniería Informática.)

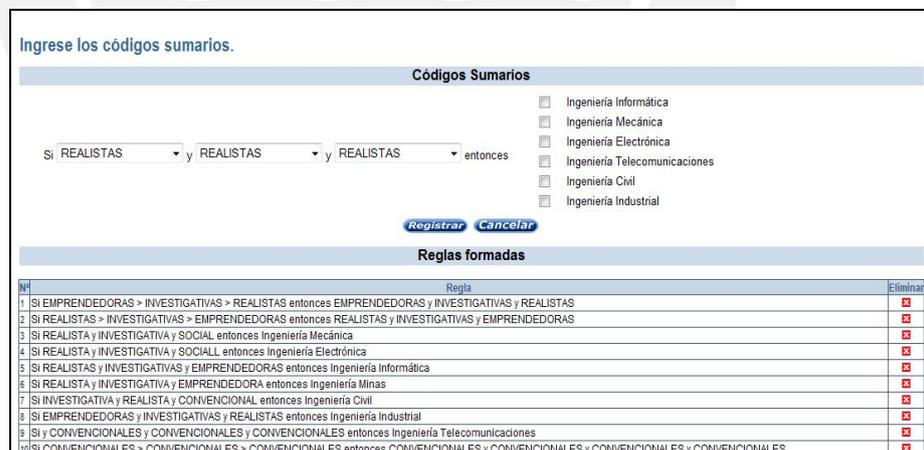
Los campos con (*) son obligatorios.

Guardar Cancelar

Figura 6: Registro de carreras a evaluar

Esta pantalla permite el ingreso del nombre de las especialidades que el sistema experto evaluará, a su vez se podrán eliminar los nombres ya registrados.

4.3.2. Registro Base de Conocimientos



Ingrese los códigos sumarios.

Códigos Sumarios

Si: REALISTAS y REALISTAS y REALISTAS entonces

Registrar Cancelar

Reglas formadas

Nº	Regla	Eliminar
1	SI EMPRENDEDORAS > INVESTIGATIVAS > REALISTAS entonces EMPRENDEDORAS y INVESTIGATIVAS y REALISTAS	<input type="checkbox"/>
2	SI REALISTAS > INVESTIGATIVAS > EMPRENDEDORAS entonces REALISTAS y INVESTIGATIVAS y EMPRENDEDORAS	<input type="checkbox"/>
3	SI REALISTA y INVESTIGATIVA y SOCIAL entonces Ingeniería Mecánica	<input type="checkbox"/>
4	SI REALISTA y INVESTIGATIVA y SOCIAL entonces Ingeniería Electrónica	<input type="checkbox"/>
5	SI REALISTAS y INVESTIGATIVAS y EMPRENDEDORAS entonces Ingeniería Informática	<input type="checkbox"/>
6	SI REALISTA y INVESTIGATIVA y EMPRENDEDORA entonces Ingeniería Minas	<input type="checkbox"/>
7	SI INVESTIGATIVA y REALISTA y CONVENCIONAL entonces Ingeniería Civil	<input type="checkbox"/>
8	SI EMPRENDEDORAS y INVESTIGATIVAS y REALISTAS entonces Ingeniería Industrial	<input type="checkbox"/>
9	SI y CONVENCIONALES y CONVENCIONALES y CONVENCIONALES entonces Ingeniería Telecomunicaciones	<input type="checkbox"/>
10	SI CONVENCIONALES > CONVENCIONALES > CONVENCIONALES entonces CONVENCIONALES y CONVENCIONALES y CONVENCIONALES y CONVENCIONALES	<input type="checkbox"/>

Figura 7: Registro Base de Conocimientos

Esta pantalla permite armar las reglas del sistema experto y eliminar las ya existentes.

4.3.3. Registro de Inventario de preferencias personales de Edwards.

Cuestionario de Preferencias Personales de Eduardo

Mostrar Explicación

Afirmaciones

- Descripción(*): Este cuestionario consiste en un conjunto de pares de eliminaciones acerca de
- Preguntas: [Añadir Pregunta y Afirmaciones](#) (Ejemplo: Pregunta Nº 1: A - Me gusta que mis amigos confíen en mí y me cuenten sus problemas.)

Nº	Afirmaciones	Eliminar
1	Me gusta que mis amigos confíen en mí y me cuenten sus problemas	<input type="checkbox"/>
2	Cualquier cosa que yo haga, me gusta hacerla lo mejor posible	<input type="checkbox"/>
3	Cuando pienso algo me gusta pedir consejo a las personas cuyas opiniones respeto.	<input type="checkbox"/>
4	Me gusta resolver problemas que presenten dificultades a otras personas	<input type="checkbox"/>
5	Me gusta planear y organizar los detalles de cualquier trabajo que tengo que emprender	<input type="checkbox"/>
6	Me gusta ser capaz de hacer las cosas mejor que otras personas	<input type="checkbox"/>

[Guardar](#) [Cancelar](#)

Figura 8: Registro de Inventario de preferencias personales de Edwards

Esta pantalla permite el registro de cada una de las preguntas del Inventario de preferencias personales de Edwards.

4.4. Pauta Vocacional.

4.4.1. Evaluación Inventario autodirigido de Holland.

Inventario autodirigido de Holland

*Debe de responder todas las preguntas.

[Evaluar](#)

ACTIVIDADES

Descripción Seleccione la casilla debajo de Si para indicar aquellas actividades que le gustaría hacer. Seleccione la opción No para indicar aquellas que le desagradan hacer o le serían indiferentes

Orientación	Preguntas	Si	No
ORIENTACIÓN	Arreglar aparatos eléctricos (por ejemplo: un reloj a cuerda).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Reparar automóviles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Arreglar aparatos mecánicos.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Construir cosas con madera.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Tomar un curso de educación técnica (ej: artes industriales, taller)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
REALISTAS	Tomar un curso de dibujo mecánico.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Tomar un curso de carpintería (trabajo en madera).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Tomar un curso en mecánica automotriz.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Trabajar con un mecánico excelente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Trabajar al aire libre.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Operar máquinas o equipos de motor.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	Leer libros o revistas científicas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 9: Evaluación Inventario autodirigido de Holland

Esta pantalla permite ingresar las respuestas del usuario a las preguntas elaboradas por dicho test. En la parte inferior de la pantalla se encuentra la opción “Siguiente” que permite dirigirse a las preguntas del siguiente factor.

4.4.2. Evaluación Inventario de preferencias personales de Edwards.

Inventario de preferencias personales de Edwards

Evaluar

Este cuestionario consiste en un conjunto de pares de eliminaciones acerca de cosas que a usted pueden o no gustarle; acerca de los modos en que usted puede o no sentir. Mire el ejemplo: A Me gusta hablar acerca de mí mismo con otros. B Me siento nervioso cuando tengo que hablar ante un grupo. ¿Cuál de estas dos afirmaciones caracteriza mejor su modo de sentir? Si "estar deprimido cuando fracaso en algo" es más característico en usted que "estar nervioso cuando tiene que hablar ante un grupo", entonces usted debe elegir A. Si B es más característico en usted que A, entonces debe elegir B. Si ambas afirmaciones describen su modo de sentir, entonces Ud. debe elegir aquella que Ud. cree que es más característica. Si ninguna de las afirmaciones describe precisamente su modo de sentir, entonces Ud. debe elegir aquella que considera más cercana a Ud. Su elección en cada ítem debe estar de acuerdo a lo que Ud. gusta y siente en este momento, no de acuerdo a lo que Ud. considera que debería gustarle o que debería sentir. Este no es un test. No hay respuestas buenas o malas. Su elección debe ser una descripción de sus gustos y sentimientos personales. Elija una de cada par de afirmaciones. No se salta ninguna. Los pares de afirmaciones que aparecen en las páginas siguientes son similares a los ejemplos dados arriba. Lea cada par de afirmaciones y elija aquella que mejor describe lo que a Ud. le gusta o lo que Ud. siente.

Descripción

Nº	Afirmación
1	A.- Me gusta que mis amigos confíen en mí y me cuenten sus problemas. B.- Cualquier cosa que yo haga, me gusta hacerla lo mejor posible.
2	A.- Cuando planeo algo me gusta pedir consejo a las personas cuya opinión respeto. B.- Me gusta resolver problemas que presenten dificultades a otras personas.
3	A.- Me gusta planear y organizar los detalles de cualquier trabajo que tengo que emprender. B.- Me gusta ser capaz de hacer las cosas mejor que otras personas.
4	A.- Me gusta decir cosas que son consideradas como ingeniosas e inteligentes por otras personas. B.- Cada vez que emprendo algo me gusta terminarlo lo más rápidamente posible.
5	A.- Me gusta ser independiente para trabajar hacia algún objetivo que usted se ha propuesto tomar mis decisiones. B.- Me gusta hacer tareas en que sea necesario emplear al máximo mis capacidades.
6	A.- Trato siempre de superar lo que han hecho otros.

Figura 10: Evaluación Inventario de preferencias personales de Edwards.

Esta pantalla permite el ingreso de las respuestas del usuario a las preguntas elaboradas por dicho test.

4.4.3. Carreras recomendadas.

Resultado de Evaluación Vocacional

Descubriendo tu vocación

La(s) carrera(s) sugerida(s) según el resultado del Inventario autodirigido de Holland son:

100% Ingeniería Industrial

Aceptar

Figura 11: Carreras recomendadas

Esta pantalla permite que el alumno conozca las carreras recomendadas por el sistema.

4.5. Generador de explicaciones.

4.5.1. Explicación de resultados al usuario experto.

Generador de Explicaciones - Alumno: FIORELLA VERA TAPIA

Explicación del resultado obtenido por el alumno

El resultado obtenido por el sistema fue el siguiente:

100% Ingeniería Industrial

Para obtener el resultado anterior se ha sumado la cantidad de aciertos que ha tenido cada ocupación del Inventario de auto-preferencias de Holland, se han escogido aquellas ocupaciones que obtuvieron los mayores tres puntajes, para este caso estas ocupaciones fueron: **EMPRENDEDORAS(19)** , **ARTÍSTICAS(14)** , **SOCIALES(14)** , **INVESTIGATIVAS(14)** , **CONVENCIONALES(14)** , **REALISTAS(4)** , con estas 5 ocupaciones se construye el primer conjunto de premisas verdaderas:

EMPRENDEDORAS > ARTÍSTICAS > REALISTAS

EMPRENDEDORAS > SOCIALES > REALISTAS

EMPRENDEDORAS > INVESTIGATIVAS > REALISTAS

EMPRENDEDORAS > CONVENCIONALES > REALISTAS

Con estas premisas verdaderas se recorre la base de conocimientos en busca de reglas que cumplan con dichas premisas, las regla(s) encontrada(s) son:

Si EMPRENDEDORAS > INVESTIGATIVAS > REALISTAS entonces EMPRENDEDORAS y INVESTIGATIVAS y REALISTAS

Este conjunto de reglas conforman el conjunto de reglas con premisas verdaderas, para iniciar el algoritmo se deberá escoger aleatoriamente una regla de este conjunto y empezar a recorrer la base de conocimientos con el fin de encontrar si existe alguna otra regla que cumpla con la condición de la regla escogida, de ser así ésta se añadirá al conjunto de reglas con premisas verdaderas y se pasará a escoger una segunda regla de este conjunto.

El algoritmo ejecutado se conoce como **Algoritmo de encañamiento hacia adelante** y consiste en recorrer la base de conocimientos de los hechos a las conclusiones hasta que ya no se tengan más reglas con premisas verdaderas. Al terminar la ejecución del algoritmo, el sistema eligió las siguientes reglas:

- 1.- Si **EMPRENDEDORAS > INVESTIGATIVAS > REALISTAS** entonces **EMPRENDEDORAS y INVESTIGATIVAS y REALISTAS**
- 2.- Si **EMPRENDEDORAS y INVESTIGATIVAS y REALISTAS** entonces **Ingeniería Industrial**

El sistema analiza las conclusiones de este conjunto de reglas y **busca en la base de conocimientos aquellas carreras a evaluar registradas teniendo el conjunto de carreras afines se calcula el porcentaje de aparición en el conjunto de reglas elegidas y finalmente llega al resultado mostrado.** Por ejemplo, la carrera Industrial se repite 1 vez por lo que su porcentaje de aparición es 100% dentro del total de reglas que contienen especialidades.

Figura 12: Explicación de resultados al usuario experto cuando se encuentra una carrera afín.

Generador de Explicaciones - Alumno: JACKELINE TAPIA CASTILLO

Explicación del resultado obtenido por el alumno

El resultado obtenido por el sistema fue el siguiente:

La vocación del alumno no se encuentra entre las carreras de ingeniería de la PUCP.

Para obtener el resultado anterior se ha sumado la cantidad de aciertos que ha tenido cada ocupación del Inventario de auto-preferencias de Holland, se han escogido aquellas ocupaciones que obtuvieron los mayores tres puntajes, para este caso estas ocupaciones fueron: **EMPRENDEDORAS(19)** , **ARTÍSTICAS(14)** , **INVESTIGATIVAS(14)** , **CONVENCIONALES(14)** , **SOCIALES(13)** , con estas 5 ocupaciones se construye el primer conjunto de premisas verdaderas:

EMPRENDEDORAS > ARTÍSTICAS > SOCIALES

EMPRENDEDORAS > INVESTIGATIVAS > SOCIALES

EMPRENDEDORAS > CONVENCIONALES > SOCIALES

Con estas premisas verdaderas se recorre la base de conocimientos en busca de reglas que cumplan con dichas premisas, en este caso no se tiene ninguna coincidencia con las reglas almacenadas en el sistema experto por lo que se concluye que la opción vocacional del estudiante no pertenece a Ingeniería.

Aceptar

Figura 13: Explicación de resultados al usuario experto cuando la carrera afín no pertenece a Ingeniería de la PUCP.

Estas pantallas permite explicarle al usuario experto cómo es que el sistema llegó a determinada conclusión.

4.6. Mantenimientos.

4.6.1. Registro Usuario Alumno

Crear usuario para el Sistema Experto en Orientación vocacional.
 Obtendrá acceso a los test de orientación vocacional y al detalle de las carreras de ingeniería de la PUCP.

Datos Personales

- Nombres(*):
- Apellido Paterno(*):
- Apellido Materno(*):
- Teléfono:
- Dirección:
- Fecha de Nacimiento(año/mes/día) (*):
- Sexo(*): Femenino Masculino

Datos Educativos y Familiares

- Centro de Estudios
 - Primaria:
 - Secundaria:
- Rendimiento Académico: (Ejemplo: Regular, bueno, excelente)
- Años de educación alcanzados(*):
- Ingreso Mensual Familiar (S.):
- Profesión del padre(*):
- Profesión de la madre(*):
- Pasatiempo:
- Aspiraciones ocupacionales(*):

Datos de la Cuenta

- Usuario(*):
- Contraseña(*):

Los campos con (*) son obligatorios.

[Guardar](#) [Cancelar](#)

Figura 14: Registro de usuario alumno.

Esta pantalla permite el ingreso de los datos personales del usuario alumno así como de sus factores situacionales.

4.6.2. Registro Carrera.

Carreras de Ingeniería de la PUCP

Registro de Carreras.

- Nombre(*):
- Presentación(*):
- Perfil(*):
- Duración:
- Grado:
- Título:
- Campo Profesional(*):
- Plan de Estudios: [Agregar Nave](#)

Los campos con (*) son obligatorios.

[Guardar](#) [Cancelar](#)

Figura 15: Registro de Carreras.

Esta pantalla permite el ingreso de la información detallada de las carreras a evaluar por el sistema.

5. Estándares de Programación

A continuación se presenta el conjunto de estándares de programación que serán utilizados para la implementación de la solución.

5.1. Clases

Los nombres de las clases empezarán en mayúscula con un conjunto de letras que identifique al tipo de clase de la siguiente manera:

Tipo de Clase	Ejemplo
Objeto del negocio	BEUsuario
Objeto controlador de la vista	BLUsuario
Objeto de acceso a datos.	DAOUsuario

Tabla 1: Ejemplo de los nombres de las clases.

5.2. Métodos

Los nombres de los métodos deben ser descriptivos y escritos en minúsculas. En caso que un nombre este compuesto por más de una palabra la primera letra de la siguiente palabra deberá estar en mayúsculas.

Ejemplos:

eliminarUsuario();
registrarUsuarioAlumno();

5.3. Declaración de objetos

Los nombres de los objetos deberán ser los mismos que el de las clases, con la diferencia que las letras que identifican del tipo de clase estarán en minúscula.

Ejemplos:

\$beUsuario
\$blUsuario
\$daoUsuario

5.4. Declaración de variables

Las variables utilizadas tendrán un prefijo de acuerdo al tipo de la variable seguido del nombre de la variable. La primera letra del nombre de la variable deberá ser en mayúsculas.

Ejemplo: strNombreUsuario.

A continuación se muestra la lista de prefijos a utilizar de acuerdo el nombre de la variable.

Tipo de variable	Prefijo
String	str
Integer	int
Date	dat
Char	chr
Double	dbl
Arreglos	Arr

Tabla 2: Prefijos de acuerdo al tipo de variable.

Tener en cuenta que el lenguaje de programación elegido no maneja el concepto de tipo de variable, sin embargo se decidió utilizar este estándar para que código sea fácilmente entendible por cualquier tercero que desee consultarlo.

5.5. Componentes

Los componentes gráficos de la pantalla estarán conformados por un prefijo que corresponde al tipo de componente seguido del nombre del mismo, el cuál empezará en mayúsculas.

Ejemplo: txtNombreUsuario.

A continuación se muestra una lista de prefijos a utilizar de acuerdo al nombre del componente.

Tipo de componente	Prefijo
Caja de texto	txt
Etiquetas	lbl
Botones	Btn
Imágenes	Img
Frames	frm

Tabla 3: Prefijos de acuerdo al tipo de componente.

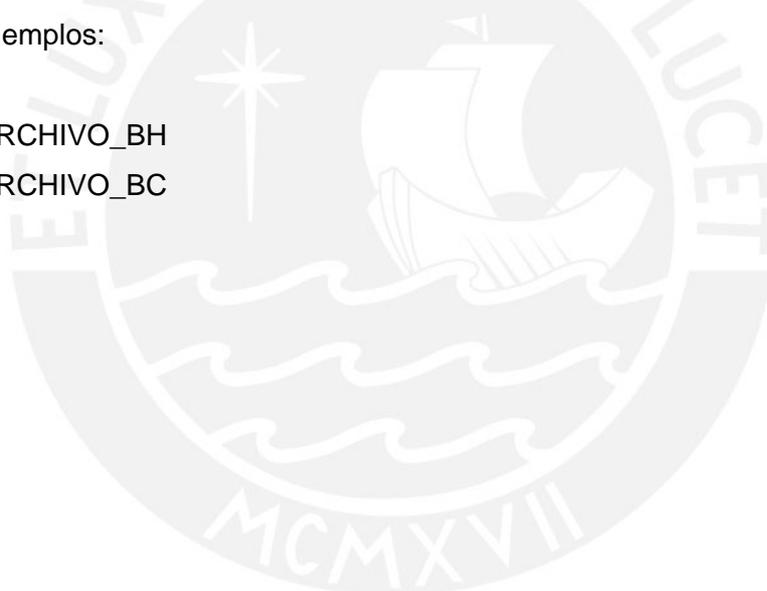
5.6. Constantes

Los nombres de las constantes deben ser descriptivos y en mayúsculas, en caso el nombre esté conformado por más de una palabra estas se enlazarán mediante un guión bajo “_”.

Ejemplos:

ARCHIVO_BH

ARCHIVO_BC



6. Catálogo de pruebas

Las pruebas a realizarse sobre el sistema con de gran importancia puesto que permiten asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

El desarrollo de las pruebas serán ejecutadas a lo largo de todo el proceso de implementación de cada uno de los módulos, luego de realizadas las pruebas se establecerán las correcciones a realizarse.

Se llevarán a cabo los siguientes tipos de prueba.

6.1. Pruebas unitarias.

Tienen como objetivo validar el correcto funcionamiento de los flujos presentes en el sistema.

PU001 - 1	
Objetivo	Verificar que se puedan agregar usuarios al sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción "Registrar". 2. Llenar los campos obligatorios. 3. Seleccionar la opción "Aceptar".
Resultado Esperado	Se registró un nuevo usuario en el sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU001 - 2	
Objetivo	Verificar que se puedan modificar usuarios del sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el nombre del usuario a modificar. 2. Modificar los valores del usuario. 3. Seleccionar la opción "Aceptar".
Resultado Esperado	Se han modificado los datos del usuario.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU001 - 3	
Objetivo	Verificar que se puedan agregar eliminar usuarios del sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción "Eliminar". 2. Contestar afirmativamente a la pregunta de confirmación.
Resultado Esperado	Se eliminó el usuario del sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU002 - 1	
Objetivo	Verificar que se puedan agregar carreras al sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción "Registrar". 2. Llenar los campos obligatorios (Nombre, presentación, perfil y campo profesional). 3. Seleccionar la opción "Aceptar".
Resultado Esperado	Se registró un nuevo usuario en el sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU002 - 2	
Objetivo	Verificar que se puedan modificar carreras del sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el nombre de la carrera a modificar. 2. Modificar los campos necesarios (Nombre, presentación, perfil, duración, grado, título, campo profesional, plan de estudios). 3. Seleccionar la opción "Aceptar".
Resultado Esperado	Se modificó la información de la carrera.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU002 - 3	
Objetivo	Verificar que se puedan eliminar carreras del sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción "Eliminar".

	2. Contestar afirmativamente a la pregunta de confirmación.
Resultado Esperado	Se eliminó la carrera del sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU003	
Objetivo	Verificar que se puede iniciar sesión utilizando una combinación correcta de usuario y contraseña.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar un nombre de usuario. 2. Ingresar la contraseña del usuario.
Resultado Esperado	Se inició sesión satisfactoriamente.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU004 - 1	
Objetivo	Verificar que el sistema pueda registrar reglas de la base de conocimientos.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar los campos obligatorios (tres ocupaciones y conjunto de carreras). 2. Seleccionar la opción "Registrar".
Resultado Esperado	Se registró una nueva regla en el sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU004 - 2	
Objetivo	Verificar que el sistema pueda eliminar reglas de la base de conocimientos.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción "Eliminar". 2. Contestar afirmativamente a la pregunta de confirmación.
Resultado Esperado	Se eliminó la regla del sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU005 - 1	
Objetivo	Verificar que el usuario pueda registrar la información relacionada al Inventario autodirigido

	de Holland.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar los campos obligatorios (nombre del factor y descripción). 2. Seleccionar la opción "Guardar".
Resultado Esperado	Se registró un nuevo factor del Inventario autodirigido de Holland en el sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU005 - 2	
Objetivo	Verificar que el usuario pueda modificar la información relacionada al Inventario autodirigido de Holland.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificar los campos necesarios (nombre del factor y descripción, lista de ocupaciones). 2. Seleccionar la opción "Guardar".
Resultado Esperado	Se modificó el factor.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU005 - 3	
Objetivo	Verificar que el usuario pueda registrar la información relacionada al Inventario de preferencias personales de Edwards.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Llenar los campos obligatorios (descripción). 2. Seleccionar la opción "Guardar".
Resultado Esperado	Se registró exitosamente la información ingresada del Inventario autodirigido de Holland en el sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU005 - 4	
Objetivo	Verificar que el usuario pueda modificar la información relacionada al Inventario de preferencias personales de Edwards.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Modificar los campos necesarios (descripción y lista de preguntas).

	2. Seleccionar la opción "Guardar".
Resultado Esperado	Se modificó el test satisfactoriamente.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU005 - 5	
Objetivo	Verificar que se puedan registrar el nombre de las carreras a evaluar por el sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ingresar el nombre de la carrera. 2. Seleccionar la opción "Guardar".
Resultado Esperado	Se registró exitosamente el nombre de la carrera.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU005 - 6	
Objetivo	Verificar que se puedan eliminar el nombre de las carreras a evaluar del sistema.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar la opción "Eliminar". 2. Contestar afirmativamente a la pregunta de confirmación.
Resultado Esperado	Se eliminó el nombre de la carrera del sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU006	
Objetivo	Verificar que el sistema pueda generar el reporte de respuestas del Inventario autodirigido de Holland.
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar el nombre del alumno del cual se desea conocer los resultados.
Resultado Esperado	Se muestran los resultados de la evaluación del Inventario autodirigido de Holland.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU007	
Objetivo	Verificar que el sistema pueda generar el reporte de respuestas del Inventario de preferencias

	personales de Edwards.
Pasos a seguir	1. Seleccionar el nombre del alumno del cual se desea conocer los resultados.
Resultado Esperado	Se muestran los resultados de la evaluación del Inventario de preferencias personales de Edwards.
Resultado Obtenido	Éxito.

PU008	
Objetivo	Verificar que el sistema pueda generar la ficha personal del alumno.
Pasos a seguir	1. Seleccionar el nombre del alumno del cual se desea conocer los resultados.
Resultado Esperado	Se muestran la información de los factores personales y situacionales del alumno, así como las carreras recomendadas por el sistema.
Resultado Obtenido	Éxito.

6.2. Pruebas de sistema

Tienen como objetivo validar el desempeño tecnológico y funcional del sistema.

PS001	
Objetivo	Verificar que la página demore en ser actualizada un tiempo menor a cinco segundos.
Resultado Obtenido	Éxito.

PS002	
Objetivo	Verificar que el sistema presente un bajo uso de recursos por parte de memoria y procesamiento.
Resultado Obtenido	Éxito.
Comentario.	Se limita el consumo de memoria en los scripts PHP.

6.3. Pruebas con el usuario experto

Se realizarán los ensayos en paralelos que permitan comparar las respuestas arrojadas con el sistema con las respuestas que otorgaría el experto

PE001	
Objetivo	Verificar que las respuestas del sistema de la evaluación del Inventario autodirigido de Holland coincidan las respuestas que el usuario brindaría.
Resultado Obtenido	Éxito.
Comentario.	El alumno rinde el test en el sistema y en el cuadernillo. Los resultados obtenidos por el sistema y por el usuario experto coinciden.

PE002	
Objetivo	Verificar que las respuestas del sistema de la evaluación del Inventario de preferencias personales de Edwards coincidan con las respuestas que el experto brindaría.
Resultado Obtenido	Éxito.
Comentario.	El usuario experto usó el sistema y comprobó que los resultados obtenidos coinciden con los que el proporcionaría.

7. Ocupaciones del Inventario autodirigido de Holland.

En esta sección se mostrarán fragmentos de las ocupaciones Realistas, Investigativas y Emprendedoras del Inventario autodirigido de Holland. Estas ocupaciones contienen a las carreras de ingeniería de la PUCP.

7.1. Ocupaciones Realistas

A continuación se muestra una sección de la lista de Ocupaciones Realistas del Inventario autodirigido de Holland.

Ocupaciones Realistas					
CÓDIGO	DOT	ED	CÓDIGO	DOT	ED
RIA			RIE (continuación)		
Técnico de televisión	(194.062-010)	5	Sastre de taller	(785.361-022)	4
Artista, prepara modelos	(962.381-018)	4	Técnico de laboratorio	(019.261-030)	4
Operador de equipos de luz	(962.381-014)	4	Técnico de prótesis	(712.381-038)	4
<i>Ver otras ocupaciones bajo códigos RAI, IRA, ARI, AIR</i>			Técnico de sonido	(829.281-022)	4
RIS			Técnico electricista	(003.161-010)	4
Diseñador de herramientas	(007.061-026)	5	Asistente de servicio (transporte aéreo)	(912.687-010)	3
Evaluador	(191.287-010)	5	Conductor de tractor, camión y camión de remolque	(904.383-010)	3
Guardabosques	(040.167-010)	5	Operador de revestidor	(509.382-010)	3
Ingeniero, investigación electrónica	(003.061-038)	5	Operador de maquinaria agrícola	(409.683-010)	3
Ingeniero mecánico	(007.061-014)	5	Reparador de aparatos	(723.584-010)	3
Piloto, helicóptero	(196.263-038)	5	Reparador de motocicletas	(620.281-054)	3
Tecnólogo de medicina nuclear	(078.361-018)	5	RIC		
Tecnólogo terapia de radiación	(078.361-034)	5	Ingeniero óptico	(019.061-018)	6
Agricultor general	(421.161-010)	4	Analista de estacionamiento	(199.261-014)	5
Armero, laboratorio de balística	(609.260-010)	4	Diseñador de sistemas de energía solar	(007.161-038)	5
Buscador de minas	(024.284-010)	4	Operador de estación de radio	(193.262-026)	5
Decorador de jardines	(408.161-010)	4	Técnico de instrumentos	(003.261-010)	5
Ebanista	(660.280-010)	4	Camarógrafo, animación	(143.382-010)	4
Examinador de motores	(621.261-014)	4	Ensamblador y ensayador, electrónica	(710.281-010)	4
Forjador de hierro ornamental	(809.381-022)	4	Examinador de laboratorio	(029.261-010)	4
Ingeniero operador	(859.683-010)	4	Técnico de broches o sujetadores	(612.260-010)	4
Mecánico electrónico, computadoras	(828.261-022)	4	Técnico de ingeniería civil	(005.261-014)	4
Operador de sub-estación (servicios públicos)	(952.382-026)	4	Mecánico de estación de servicio automovilístico	(620.261-030)	3
Óptico, dispensador	(299.361-010)	4	Pintor electrostático	(599.682-010)	3
Reparador de ascensores	(825.281-030)	4	RAI		
Soldador de arco	(810.384-014)	4	Escultor de concreto	(777.281-010)	4
Supervisor de reparadores de controles electrónicos	(828.131-010)	4	<i>Ver otras ocupaciones bajo códigos RIA, ARI, AIR, IRA</i>		
Supervisor de tejido	(685.130-010)	4	RAS		
Conductor de camión para transportar troncos	(904.683-010)	3	Aprendiz cocinero, repostería	(313.381-018)	4
Estibador	(911.663-014)	3	Cocinero, repostería	(313.381-026)	4
RIE			Cocinero, postres congelados	(313.381-034)	3
Geólogo, petróleo	(024.061-022)	6	<i>Ver otras ocupaciones bajo códigos ARS, ASR</i>		
Ingeniero automatiz	(007.061-010)	5	RAE		
Ingeniero, "hardware" de sistemas de computadoras	(033.167-010)	5	Fabricante de moldes (cerámica y porcelana)	(777.281-014)	4
Ingeniero, petróleo	(010.061-018)	5	Horticultor de "bonsai"	(405.161-010)	4
Ingeniero, planta	(007.167-014)	5	Técnico de efectos de sonido	(962.281-014)	4
Piloto, avión comercial	(196.263-014)	5	Decorador, maniqués	(970.381-014)	3
Piloto, ejecutivo	(196.263-030)	5	Técnico de piano	(730.281-038)	3
Técnico de equipos biomédicos	(019.261-010)	5	<i>Ver otras ocupaciones bajo códigos ARE, AER, REA</i>		
Agricultor, venta de granos	(401.161-010)	4	RAC		
Armador de barcos	(806.381-046)	4	<i>Ver ocupaciones bajo cualquier código que comience con la letra R</i>		
Calibrador, barómetros	(710.381-042)	4	RSI		
Dibujante al detalle	(017.261-030)	4	Técnico de ultra-sonido	(078.364-010)	5
Electricista	(824.261-010)	4	Agricultor, cultivos diversos	(407.161-010)	4
Escopetero (Armero)	(632.281-010)	4	Fabricante de muestrarios	(739.361-010)	4
Fabricante de moldes (joyería)	(601.381-014)	4	Canadero	(410.161-018)	4
Grabador, máquina (impresión y publicaciones)	(979.382-014)	4	Inspector de puentes	(869.287-010)	4
Inspector final, motocicletas	(806.281-018)	4	Técnico de control de contaminación	(029.261-014)	4
Inspector, misiles	(806.261-038)	4	Técnico de emergencias médicas	(079.374-010)	4
Maquinista	(600.280-022)	4	Asistente biólogo	(049.364-018)	3
Mecánico de armazón de aeronave y planta eléctrica	(621.281-014)	4	Conductor de ambulancia	(913.683-010)	3
Mecánico de aviación, electricidad y radio	(825.381-010)	4	RSA		
Minero (construcción)	(850.381-010)	4	<i>Ver ocupaciones bajo códigos RAS, ARS, ASR</i>		
Observador del clima	(025.267-014)	4	RSE		
Operador de explosivos	(859.261-010)	4	Protésista	(078.261-022)	5
Operador de maquinaria de soldadura, arco	(810.382-010)	4	Técnico de aparatos ortopédicos	(078.261-018)	5
Óptico (artículos ópticos)	(716.280-014)	4	Agente de control de animales silvestres	(379.267-010)	4
Proyector de películas	(960.362-010)	4	Albañil (construcción)	(861.381-018)	4
Reparador carrocería automóvil	(807.381-010)	4	Cocinero (hotel y restaurante)	(313.361-014)	4
Reparador de motores eléctricos	(721.281-018)	4	Criador de animales	(169.171-010)	4
			Empapelador (construcción)	(841.381-010)	4
			Empleado de mudanzas	(869.261-010)	4
			Oficial de policía estatal de carreteras	(375.263-018)	4

Ordene las letras de su código en todas las formas posibles.

3

Figura 16: Ocupaciones Realistas del Inventario autodirigido de Holland.

7.2. Ocupaciones Investigativas

A continuación se muestra una sección de la lista de Ocupaciones Investigativas del Inventario autodirigido de Holland.

Ocupaciones Investigativas					
CÓDIGO	DOT	ED	CÓDIGO	DOT	ED
IRS (continuación)			IRE (continuación)		
Obstetra	(070.101-054)	6	Ingeniero, "software"	(030.062-010)	5
Parasitólogo	(041.061-070)	6	Inspector, geodésico	(018.167-038)	5
Patólogo de plantas	(041.061-086)	6	Inspector veterinario de ganado	(073.161-010)	5
Radiólogo	(070.101-090)	6	Metalógrafo	(011.061-014)	5
Restaurador (museos)	(102.017-010)	6	Piloto, avión	(196.263-010)	5
Técnico de productos lácteos	(040.061-022)	6	Programador de herramientas, control numérico	(007.167-018)	5
Analista de aire	(012.261-010)	5	Técnico de pruebas	(019.161-014)	5
Escritor, publicaciones técnicas	(131.267-026)	5	Técnico en electrónica	(003.161-014)	5
Especialista en protección de radiación	(168.261-010)	5	Técnico en láser	(019.261-034)	5
Gerente de laboratorio	(090.164-010)	5	Técnico ingeniería industrial	(012.267-010)	5
Ingeniero hidráulico	(005.061-018)	5	Técnicos de tejidos humanos o animales	(078.261-030)	5
Ingeniero, investigación química	(008.061-022)	5	Asistente de laboratorio médico	(078.381-014)	4
Metereólogo	(025.062-010)	5	Detallador de diseño de autos	(017.281-010)	4
Técnico de laboratorio químico	(022.261-010)	5	IRC		
Veterinario	(073.101-010)	5	Analista de estrés	(007.061-042)	6
Asistente de laboratorio (textiles)	(029.381-014)	4	Ingeniero, investigación de combustibles nucleares	(015.061-030)	6
Ayudante científico	(199.364-014)	4	Ingeniero, recuperación de recursos	(019.167-018)	6
Examinador de ropa	(029.381-010)	4	Radiofarmacólogo	(074.161-014)	6
Técnico de robots	(638.261-026)	4	Analista de laboratorio criminal	(029.261-026)	5
IRE			Asistente de ingeniería, equipo mecánico	(007.161-018)	5
Administrador de bases de datos	(039.162-010)	6	Dibujante aeronáutico	(002.261-010)	5
Analista de operaciones investigativas	(020.067-018)	6	Dibujante estructural	(005.281-014)	5
Analista ambiental	(029.081-010)	6	Planificador de material	(012.167-082)	5
Antropólogo	(055.067-010)	6	Programador de computadoras	(030.162-010)	5
Arqueólogo	(055.067-018)	6	Técnico en conservación de tierras	(040.261-010)	5
Arquitecto marino	(001.061-014)	6	Técnico matemático	(020.162-010)	5
Astrónomo	(021.067-010)	6	Toxicólogo	(022.081-010)	5
Biofísico	(041.061-034)	6	Analista cefalométrico	(078.384-010)	4
Biólogo marino	(041.061-022)	6	Diseñador de circuitos impresos	(003.261-022)	4
Científico de lácteos	(040.061-018)	6	Técnico cartógrafo	(018.261-026)	4
Dentista, salud pública	(072.101-038)	6	Técnico de funcionamiento pulmonar	(078.262-010)	4
Epidemiólogo ambiental	(041.167-010)	6	Asistente de laboratorio, medios de cultivo de microorganismos	(559.384-010)	3
Especialista en medicina física	(070.101-070)	6	IAR		
Etnólogo	(055.067-022)	6	Biólogo	(041.061-030)	6
Farmacólogo	(041.061-074)	6	<i>Ver otros ocupaciones bajo códigos IRA, AIR, ARI, RIA, RAI</i>		
Físico	(023.061-014)	6	IAS		
Fisiólogo	(041.061-078)	6	Editor, diccionarios	(132.067-018)	6
Geógrafo	(029.067-010)	6	Economista	(050.067-010)	5
Geólogo	(024.061-018)	6	Tasador de arte	(191.287-014)	5
Hidrólogo	(024.061-034)	6	<i>Ver otros ocupaciones bajo códigos ISA, AIS, ASI, SIA, SAI</i>		
Ingeniero biomédico	(019.061-010)	6	IAE		
Ingeniero, investigación aeronáutica	(002.061-026)	6	Psicólogo, experimental	(045.061-018)	6
Ingeniero, marino	(014.061-014)	6	<i>Ver otros ocupaciones bajo códigos IEA, AIE, AEI, EIA, EAI</i>		
Ingeniero nuclear	(015.061-014)	6	IAC		
Ingeniero químico	(008.061-018)	6	<i>Ver ocupaciones bajo cualquier código que comience con la letra I</i>		
Metalúrgico, físico	(011.061-022)	6	ISR		
Patólogo	(070.061-010)	6	Dentista	(072.101-010)	6
Periodoncista	(072.101-030)	6	Dermatólogo	(070.101-018)	6
Programador, ingeniería y científico	(030.162-018)	6	Dietista, investigación	(077.061-010)	6
Protector de tierras	(040.061-054)	6	Ingeniero, seguridad	(012.061-014)	6
Químico	(022.061-010)	6	Médico osteópata	(071.101-010)	6
Sismólogo	(024.061-050)	6	Minerólogo	(024.061-038)	6
Toxicólogo de personal	(041.061-094)	6	Oftalmólogo	(070.101-058)	6
Zoólogo	(041.061-090)	6	Paleontólogo	(024.061-042)	6
Acupunturista	(079.271-010)	5	Sanitario (profesional)	(079.117-018)	6
Asistente de laboratorio (luz, calor, y energía)	(029.361-018)	5	Tecnólogo de alimentos	(041.081-010)	6
Dibujante mecánico	(007.281-010)	5	Acupresurista	(079.271-014)	5
Especialista en el manejo de desechos tóxicos	(168.267-086)	5	Audiólogo	(076.101-010)	5
Estadístico, aplicación	(020.167-026)	5	Catador de alimentos	(029.361-014)	5
Experto en balística forense	(199.267-010)	5	Enfermera, servicio privado	(075.374-018)	5
Higienista industrial	(079.161-010)	5	Fisiólogo de ejercicio	(076.121-018)	5
Ingeniero agrícola	(013.061-010)	5	Ingeniero, aeropuerto	(005.061-010)	5
Ingeniero civil	(005.061-014)	5	Ingeniero, documentación	(012.167-078)	5
Ingeniero, diseño cerámica	(006.061-010)	5	Ingeniero, transporte	(005.061-038)	5
Ingeniero electricista	(003.061-010)	5			
Ingeniero, investigación mecánica	(007.161-022)	5			
Ingeniero, riego	(005.061-022)	5			

Figura 17: Ocupaciones Investigativas del Inventario autodirigido de Holland

7.3. Ocupaciones Emprendedoras

A continuación se muestra una sección de la lista de Ocupaciones Emprendedoras del Inventario autodirigido de Holland.

Ocupaciones Emprendedoras					
CÓDIGO	DOT	ED	CÓDIGO	DOT	ED
ERI			ERC (continuación)		
Capitán de barco	(197.167-010)	6	Supervisor de producción (minerales no-metálicos)	(539.137-014)	4
Agente de recaudaciones	(160.167-050)	5	Supervisor de reparación de instrumentos	(710.131-022)	4
Agente especial (servicios gubernamentales)	(375.167-042)	5	Supervisor de siderúrgica (preparación de minerales, fundición y refinamiento)	(513.130-010)	4
Director investigación y desarrollo	(189.117-014)	5	Supervisor (equipo de comunicaciones)	(619.130-046)	4
Gerente de planta a granel	(181.117-010)	5	Líder de grupo, pruebas de semi-conductores	(726.362-010)	3
Ingeniero, venta de equipos mecánicos	(007.151-010)	5	Investigador de tráfico	(205.367-058)	2
Ingeniero, venta equipos químicos	(008.151-010)	5	EIR		
Superintendente, perforación petrolero y producción	(181.167-014)	5	Gerente de programación	(189.167-030)	5
Superintendente, tala de árboles	(183.167-038)	5	Ingeniero de puertos	(014.167-014)	5
Gerente, muelles marítimos	(187.167-226)	4	Ingeniero industrial	(012.167-030)	5
Gerente, servicio de lavanderías	(369.167-010)	4	Oficial de empresas comerciales	(188.117-014)	5
Preparador de horarios	(913.167-018)	4	Productor de vinos	(183.161-014)	5
Representante de ventas, sistemas de seguridad	(259.257-022)	4	Secretario, junta de educación	(169.267-022)	5
Supervisor de carreteras	(913.133-010)	4	Supervisor de mantenimiento (servicios públicos)	(184.167-050)	5
Supervisor de mantenimiento de tráfico	(869.137-010)	4	Supervisor de sistema de alcantarillado/desagüe	(184.167-238)	5
Supervisor de sanidad	(529.137-014)	4	Contratista	(182.167-010)	4
ERA			Investigador de servicios públicos	(821.364-010)	4
Superintendente de parques	(188.167-062)	5	Superintendente de producción (agrícola)	(180.167-058)	4
Superintendente, mantenimiento (transporte automotriz)	(184.167-170)	4	Supervisor de planta de tratamiento de agua	(954.132-010)	4
Supervisor de ventas y servicio de marinas	(269.137-026)	4	EIA		
Operador de equipo de ferrocarril	(859.683-018)	3	Consejero de comunicaciones	(253.157-010)	5
<i>Ver otras ocupaciones bajo los códigos E.A.R., R.E.A., R.A.E., A.E.R., A.R.E.</i>			Supervisor de calidad de vendedores	(012.167-062)	5
ERS			<i>Ver otras ocupaciones bajo los códigos E.A.I., I.E.A., A.E.I., A.I.E.</i>		
Gerente del departamento de puertos	(184.117-042)	6	EIS		
Gerente de arrendamiento y alquiler de carros	(187.167-162)	5	Especialista en educación	(099.167-022)	6
Gerente, vivero de animales de caza	(180.167-034)	5	Gerente de educación y capacitación	(166.167-026)	6
Piloto, patrulla de caminos	(375.163-014)	5	Planeador de servicios de programación	(188.167-110)	6
Superintendente de construcción	(182.167-026)	5	Comprador, granos	(162.167-010)	5
Superintendente de servicios de pozos petroleros	(010.167-018)	5	Contralor	(160.167-058)	5
Administrador de campamento (diversión y recreación)	(329.161-010)	4	Director de servicios alimenticios	(187.167-026)	5
Agente de equipaje y correo	(910.137-010)	4	Gerente de laboratorio dental	(187.167-090)	5
Capitán de policía, precincto	(375.167-034)	4	Gerente de proyectos, investigación ambiental	(029.167-014)	5
Conductor, autobús coche-cama	(198.167-014)	4	Jefe de batallón	(373.167-010)	5
Contramaestre ("mate"), barco	(197.133-022)	4	Supervisor de laboratorio (profesional y afin)	(022.137-010)	5
Corresponsal de ventas	(221.367-062)	4	Supervisor de operaciones, planta de energía nuclear	(952.132-010)	5
Especialista en inteligencia (servicios militares)	(059.267-014)	4	EIC		
Gerente de estación de servicio automovilístico	(185.167-014)	4	Corredor de divisas extranjeras	(186.117-082)	5
Gerente de tráfico (telégrafo y teléfono)	(184.167-098)	4	Ingeniero, producción	(012.167-046)	5
Jefe de bomberos	(373.167-018)	4	Ingeniero, protección contra la radiación	(015.137-010)	5
Jefe mantenimiento aeropuerto	(899.137-010)	4	Ingeniero, salud industrial	(012.167-034)	5
Representante de ventas, espacios en radio y televisión	(259.357-018)	4	Jefe de inspectores de banco	(160.167-046)	5
Supervisor de albañiles	(861.131-010)	4	Supervisor de dibujo y diseño de circuitos impresos	(003.131-010)	4
Supervisor de cocina	(319.137-030)	4	EAR		
Supervisor de ensamblaje (ebanistería)	(769.137-014)	4	Gerente de ubicación	(191.167-018)	4
Supervisor de garaje	(620.131-014)	4	Supervisor de planta de preparación	(549.137-014)	4
Supervisor de vivero forestal	(451.137-010)	4	Supervisor, salón de costura	(787.132-014)	4
Supervisor químico	(558.132-010)	4	<i>Ver otras ocupaciones bajo los códigos E.R.A., A.E.R., A.R.E., R.E.A., R.A.E.</i>		
Supervisor servicios de aparatos eléctricos	(187.167-010)	4	EAI		
Gerente de edificio de apartamentos	(186.167-018)	3	Agente de patentes	(119.167-014)	6
Inspector de sanidad	(168.267-110)	3	Director de estadísticas vitales	(188.167-022)	5
ERC			Gerente de Análisis de archivos	(161.167-018)	5
Gerente de producción	(184.162-010)	5	Supervisor de inspección de insectos y enfermedades	(408.137-010)	4
Técnico de seguridad y salud industrial	(168.161-014)	5	<i>Ver otras ocupaciones bajo los códigos E.I.A., A.E.I., A.I.E., I.E.A.</i>		
Inspector de minas	(168.267-074)	4			
Supervisor de granja de leche	(410.131-018)	4			

Ordene las letras de su código en todas las formas posibles.

Figura 18: Ocupaciones Emprendedoras del Inventario autodirigido de Holland.