



*Implementación de un sistema experto de orientación vocacional para determinar el tipo de ocupación mediante lógica difusa*

*Implementation of a vocational guidance expert system to determine the type of occupation through fuzzy logic*

*Implementação de um sistema especialista em orientação vocacional para determinação do tipo de ocupação através de lógica fuzzy*

Ximena Alexandra Quintana López <sup>I</sup>  
[ximena.quintana@unach.edu.ec](mailto:ximena.quintana@unach.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0177-1144>

Jessica Alexandra Marcatoma Tixi <sup>II</sup>  
[jessica.marcatoma@unach.edu.ec](mailto:jessica.marcatoma@unach.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9531-3234>

Angelo Israel Silva Gavilanes <sup>III</sup>  
[angelo.silva@unach.edu.ec](mailto:angelo.silva@unach.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-8918-6224>

Israel Lenin Ramos Sigcha <sup>IV</sup>  
[israel.ramos@unach.edu.ec](mailto:israel.ramos@unach.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3094-7751>

**Correspondencia:** [ximena.quintana@unach.edu.ec](mailto:ximena.quintana@unach.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 30 de enero de 2024 \* **Aceptado:** 22 de febrero de 2024 \* **Publicado:** 11 de marzo de 2024

- I. Ph.D. In Information And Communication For Pervasive Intelligent Environments, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Máster Universitaria en Estadística Aplicada, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Ingeniero en Sistemas y computación, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniero en Sistemas y computación, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

## Resumen

En los últimos años, el sistema educativo ecuatoriano ha priorizado la orientación vocacional con el respaldo del Ministerio de Educación. Sin embargo, muchos jóvenes experimentan insatisfacción y falta de vocación en sus elecciones profesionales, lo que dificulta su inserción laboral. Un estudio revela que en Ecuador, una proporción significativa de jóvenes no están empleados ni estudiando. Para abordar este desafío, se implementó un sistema experto basado en lógica difusa para ayudar en la orientación vocacional. Utilizando la metodología Prometheus y herramientas de diseño específicas, se desarrolló este sistema, que demostró una alta confiabilidad en la toma de decisiones vocacionales, alcanzando un 95% de precisión. Este enfoque personalizado se mostró especialmente eficaz al adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes.

El sistema experto, construido en JAVA y apoyado por librerías especializadas, aprovechó la lógica difusa para manejar la información incompleta o incierta, común en este contexto. Los resultados obtenidos destacan la utilidad de esta tecnología para proporcionar recomendaciones vocacionales precisas y mejorar la calidad de las decisiones profesionales de los jóvenes.

Este estudio subraya la importancia de la lógica difusa en el desarrollo de sistemas expertos para la orientación vocacional, ofreciendo una solución efectiva para ayudar a los estudiantes a tomar decisiones más informadas sobre su futuro profesional.

**Palabras Clave:** lógica difusa; orientación vocacional; sistema experto; ambiente educativo; toma de decisiones.

## Abstract

In recent years, the Ecuadorian educational system has prioritized vocational guidance with the support of the Ministry of Education. However, many young people experience dissatisfaction and lack of vocation in their professional choices, which makes it difficult to find work. A study reveals that in Ecuador, a significant proportion of young people are neither employed nor studying.

To address this challenge, a fuzzy logic-based expert system was implemented to assist in vocational guidance. Using the Prometheus methodology and specific design tools, this system was developed, which demonstrated high reliability in making vocational decisions, reaching 95% accuracy. This personalized approach proved especially effective in adapting to the individual needs of the students.

The expert system, built in JAVA and supported by specialized libraries, took advantage of fuzzy logic to handle incomplete or uncertain information, common in this context. The results obtained highlight the usefulness of this technology to provide accurate vocational recommendations and improve the quality of young people's professional decisions.

This study highlights the importance of fuzzy logic in the development of expert systems for vocational guidance, offering an effective solution to help students make more informed decisions about their professional future.

**Keywords:** diffuse logic; vocational orientation; expert system; educational environment; decision making.

### **Resumo**

Nos últimos anos, o sistema educacional equatoriano priorizou a orientação profissional com o apoio do Ministério da Educação. Contudo, muitos jovens vivenciam insatisfação e falta de vocação nas suas escolhas profissionais, o que dificulta a procura de trabalho. Um estudo revela que no Equador uma proporção significativa de jovens não está empregada nem estudando.

Para enfrentar este desafio, foi implementado um sistema especialista baseado em lógica difusa para auxiliar na orientação profissional. Utilizando a metodologia Prometheus e ferramentas de design específicas, foi desenvolvido este sistema que demonstrou alta confiabilidade na tomada de decisões vocacionais, atingindo 95% de precisão. Esta abordagem personalizada revelou-se especialmente eficaz na adaptação às necessidades individuais dos alunos.

O sistema especialista, construído em JAVA e apoiado em bibliotecas especializadas, aproveitou a lógica fuzzy para tratar informações incompletas ou incertas, comuns neste contexto. Os resultados obtidos destacam a utilidade desta tecnologia para fornecer recomendações vocacionais precisas e melhorar a qualidade das decisões profissionais dos jovens.

Este estudo destaca a importância da lógica fuzzy no desenvolvimento de sistemas especialistas para orientação vocacional, oferecendo uma solução eficaz para ajudar os alunos a tomar decisões mais informadas sobre o seu futuro profissional.

**Palavras-chave:** lógica difusa; orientação vocacional; sistema inteligente; ambiente educacional; tomando uma decisão.

## Introducción

En los últimos años, el sistema educativo ecuatoriano ha incrementado sus esfuerzos en la orientación vocacional, reconociendo la importancia crucial de ayudar a los jóvenes a tomar decisiones informadas sobre su futuro académico y profesional. Estas iniciativas, respaldadas por el Ministerio de Educación [Andrade et al., 2021], y apoyadas por diversos programas y proyectos, han buscado proporcionar a los estudiantes herramientas y recursos que les permitan explorar sus intereses, habilidades y valores, con miras a una elección de carrera más acertada.

A pesar de estos esfuerzos, las investigaciones muestran que aún persisten desafíos significativos en este ámbito. Un número considerable de jóvenes, al concluir sus estudios secundarios o universitarios, se enfrentan a la incertidumbre y la falta de claridad respecto a su futuro profesional. La insatisfacción y la falta de vocación en sus elecciones pueden generar dificultades en su inserción laboral y contribuir a un panorama de subempleo o desempleo juvenil.

Los datos proporcionados por la Organización Internacional del Trabajo revelan una realidad preocupante: en Ecuador, una proporción significativa de jóvenes se encontraba en situaciones diversas en relación con el trabajo y el estudio. Solo una fracción estaba empleada, mientras que otro grupo se dedicaba exclusivamente a sus estudios. Un porcentaje menor lograba combinar ambas actividades, pero una parte considerable no estaba ni trabajando ni estudiando, lo que plantea interrogantes sobre la efectividad de las políticas y programas de orientación vocacional existentes. Estos hallazgos sugieren que las decisiones inadecuadas al inicio de la carrera pueden ser la causa de muchas frustraciones posteriores. La falta de información, orientación oportuna y apoyo adecuado puede llevar a los jóvenes a elegir caminos educativos y profesionales que no se alineen con sus intereses, habilidades o expectativas, lo que dificulta su desarrollo personal y profesional a largo plazo.

Ante este panorama, es fundamental redoblar los esfuerzos en materia de orientación vocacional y desarrollo de competencias para la empleabilidad. Es necesario implementar estrategias más efectivas que aborden las necesidades y preocupaciones de los jóvenes en todas las etapas de su proceso de toma de decisiones, desde la educación secundaria hasta la transición al mercado laboral. Además, se requiere una mayor colaboración entre el sector educativo, el sector laboral y otros actores relevantes para garantizar un enfoque integral y coordinado que promueva el éxito y el bienestar de los jóvenes en su trayectoria profesional. El objetivo de este estudio es el de

implementar un sistema experto basado en la lógica difusa que sirva como soporte a un experto en el ámbito de la orientación vocacional y contribuir a la elección idónea del perfil profesional.

La importancia de utilizar un sistema experto de orientación vocacional radica en su capacidad para ofrecer una orientación objetiva y basada en datos, que ayuda a los jóvenes a explorar sus intereses, habilidades y valores de manera sistemática y reflexiva. A diferencia de otros métodos tradicionales de orientación, como pruebas psicométricas o sesiones de asesoramiento individual, un sistema experto puede analizar una amplia gama de información sobre el usuario, incluyendo sus preferencias personales, aptitudes académicas, y tendencias laborales, para generar recomendaciones personalizadas y relevantes. [Choque et al., 2019]

## **Materiales y métodos**

La representación del conocimiento se llevó a cabo mediante reglas de producción, las cuales describen situaciones y acciones en forma de "SI premisa, ENTONCES conclusión". Con el fin de aumentar la precisión de las variables lingüísticas, se aplicó lógica difusa, ajustándolas de acuerdo con la colaboración del experto. Cada regla establecida constituye un término de conocimiento o una unidad de información dentro de la base de conocimiento.

El uso de estas reglas facilitó el desarrollo del Sistema Experto para la selección de una carrera profesional, permitiendo la incorporación sencilla de nueva información o la modificación de la existente mediante la creación o modificación de reglas individuales.

El estudio se realizó con los estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa "Stephen Hawking" en Santo Domingo de los Colorados.

### **1. Metodología Prometheus para el modelado del sistema inteligente**

#### **1.1 Fase de especificación**

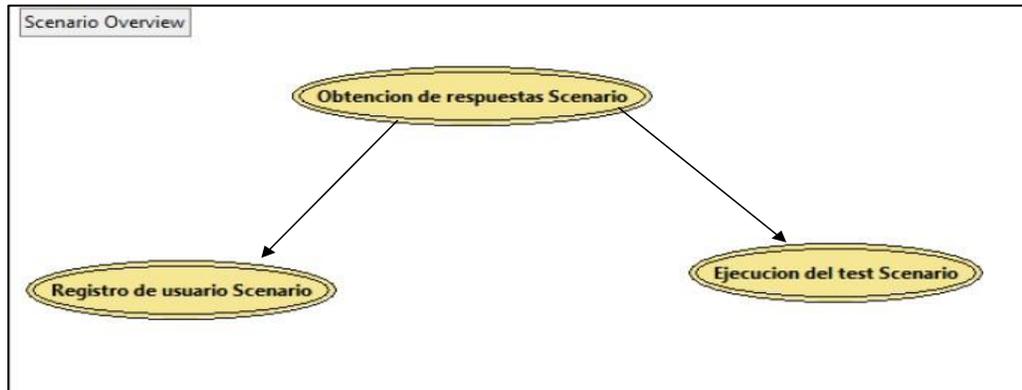
El diagrama de descripción general del análisis está diseñado para mostrar la interacción entre el sistema y el entorno. En este nivel de abstracción, es necesario identificar los actores, escenarios, percepciones y acciones involucradas en el sistema. Se trata de un proceso de dos pasos. Primero, identificamos los actores y los escenarios en los que participan en el sistema. Segundo, identificamos y definimos comportamientos y percepciones entre actores y sistemas.

#### **1.2 Detalles de escenarios**

Un escenario se puede considerar como un ejemplo de dinámica, es decir, el proceso de cómo algo puede suceder, aunque es solo un ejemplo y no necesariamente lo que ocurrirá. Este proceso se

presenta de manera secuencial para facilitar la comprensión y se puede ver como un seguimiento de alto nivel específico que podría llevarse a cabo. Por otro lado, la jerarquía de objetivos es una representación estática que intenta desglosar todos los objetivos principales en subobjetivos. Cada escenario debe estar vinculado a algún objetivo que represente lo que se intenta lograr con ese escenario

**Figura 1** Diagrama de detalles de escenarios



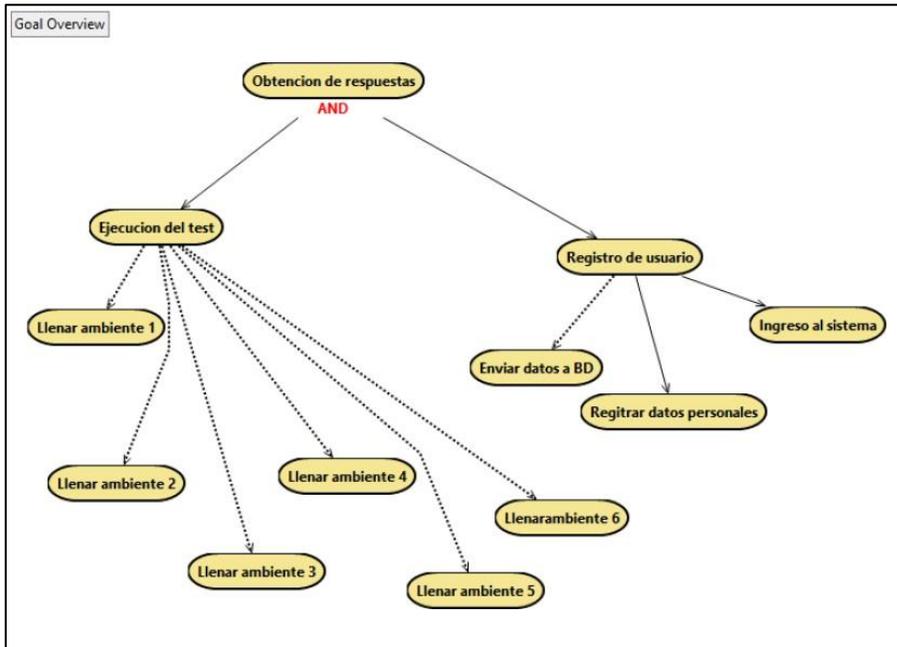
**Fuente:** Elaboración propia

### 1.3 Diagrama de resumen de objetivos

Es crucial tener en mente la naturaleza iterativa del proceso de diseño al trabajar con el diagrama general de objetivos y las especificaciones del escenario. Los cambios efectuados en un diagrama deben ser reflejados en el otro, y PDT (Promtheus Desig Tools) ayuda a garantizar esto mediante la propagación automática de ciertos cambios. A pesar de que la descripción general de objetivos debe considerarse como un diagrama de alto nivel, y aunque hay cierta información de control (específicamente con AND vs OR), este diagrama no detalla la estructura de control de un programa. La inclusión de subobjetivos con AND no es aplicable en todos los casos, sino únicamente en algunos. Este nivel de detalle no se toma en cuenta.

**Figura 2**

### Diagrama de resumen de objetivos

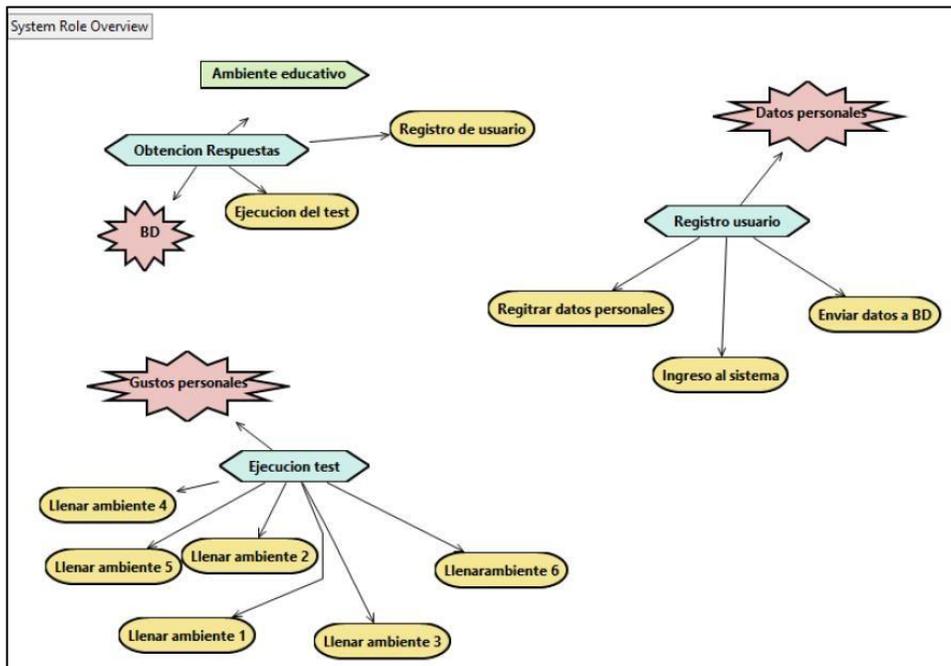


Nota: Elaboración propia

### 1.4 Funciones del sistema

Figura 3

### Diagrama de funciones del sistema



Nota: Elaboración propia

## 1. Metodología para el desarrollo del Sistema Inteligente

Para el desarrollo del sistema experto de orientación vocacional se utilizó la lógica difusa para determinar la ocupación más adecuada. La representación del conocimiento juega un papel fundamental en este proceso, siendo una de las partes esenciales en la creación de un sistema experto. El desarrollo del sistema experto se basará en la metodología de Buchanan, siguiendo diferentes etapas: en la etapa de definición, se identifica al experto humano a consultar; en la etapa de conceptualización, se lleva a cabo la adquisición de conocimiento, creando así la base de conocimiento y la base de hechos; en la etapa de formalización, se estructura y formaliza el conocimiento junto con el motor de inferencia; y finalmente, en la etapa de implementación, se desarrolla el prototipo del sistema. La metodología Buchanan define la adquisición del conocimiento de un sistema experto y por extensión la construcción de todo el sistema se divide en cinco fases: identificación, conceptualización, formalización, implementación y pruebas.

### 2.1 Identificación

Se exploró el uso del diagnóstico psicológico estructurado para aplicarlo en el desarrollo del Sistema Inteligente. Se identificaron a los participantes y sus roles en la creación del prototipo del Sistema Experto:

El "Experto", un psicólogo que aporta su conocimiento basado en su experiencia.

El "Ingeniero del conocimiento", un investigador que representa el conocimiento del experto y desarrolla el Sistema Inteligente utilizando la Lógica Difusa para determinar el tipo de ocupación.

El "Usuario", un joven preuniversitario que necesita conocer su tipo de ocupación.

Los sistemas expertos se crean mediante la colaboración entre expertos, ingenieros del conocimiento, pacientes y psicólogos especializados, quienes contribuyen con el conocimiento esencial para su desarrollo.

La representación del conocimiento por parte del psicólogo se fundamenta en un conjunto de símbolos y convenciones que facilitan la codificación de los datos diagnósticos y la expresión del conocimiento, así como la lógica subyacente en las afirmaciones y las reglas de inferencia. Esta última implica la inclusión de conclusiones y la gestión de la incertidumbre mediante el uso de la lógica difusa.

Los elementos del sistema experto se establecen siguiendo criterios específicos: una base de conocimientos que alberga el saber de expertos en psicología, formalizado y estructurado adecuadamente; la representación del conocimiento es simplificada mediante reglas. La aplicación

de lógica difusa permite formular preguntas ambiguas con varias posibles respuestas. Esta etapa facilita la determinación de los requisitos iniciales para el diseño del prototipo y define su alcance.

## **2.2 Conceptualización**

### **2.2.1 Adquisición del conocimiento**

El conocimiento experto se adquirió no solo mediante el estudio exhaustivo de literatura especializada, sino también a través de entrevistas meticulosamente conducidas y observaciones detalladas del desempeño de los profesionales en su campo.

### **2.2.2 Conocimiento Abstracto**

Durante la etapa de desarrollo del Sistema Experto basado en Lógica Difusa para la determinación del tipo de ocupación, se entrevistó a un psicólogo experto para complementar los datos obtenidos a través del test de Holland. De esta entrevista se obtuvieron dos conceptos clave: el tipo de ocupación, que describe el trabajo realizado por un individuo, y la orientación vocacional, un proceso que ayuda a los estudiantes a elegir una profesión basada en sus motivaciones, aptitudes y actitudes, fomentando su propio espíritu crítico.

### **Base de hechos**

Este componente encapsula el conocimiento del sistema en un instante determinado, almacenando los datos proporcionados por el paciente y manteniendo una conexión directa con la base de conocimiento. Un suceso específico puede activar una regla correspondiente.

## **2.2 Formalización**

### **2.3.1 Base de conocimiento**

Para codificar el saber del experto, se adopta un formalismo basado en actividades, combinando el conocimiento abstracto y la intuición de los expertos humanos, los cuales se formalizan y estructuran apropiadamente mediante la aplicación de lógica difusa. Una base de conocimiento se compone de reglas derivadas de un conjunto de hechos establecidos.

### **2.3.2 Identificación de variables difusas**

El sistema experto encapsula el entorno individual de cada estudiante, sirviendo como canal para obtener las respuestas a las interrogantes presentes en el sistema, esenciales para su progreso.

En base a los conceptos identificados en la etapa anterior, se definieron las variables de entrada definidas a continuación

**Tabla 1****Ambiente Realista**

| Realista                               |           |                      |                        |
|--|-----------|----------------------|------------------------|
| Variable                               | Tipo      | Universo de Discurso | Valores – Lingüísticos |
| Tener gusto por la reparación          |           |                      |                        |
| Tener gusto por la manufactura         |           |                      |                        |
| Tener gusto por la reparación          | ocupación | 0 - 4                | Alto, Medio, Bajo      |
| Electrónica                            |           |                      |                        |
| Tener gusto por trabajo físico         |           |                      |                        |
| Tener gusto por trabajos al aire Libre |           |                      |                        |
| Tener gusto por trabajos               |           |                      |                        |
| Minimalistas                           | actividad | 0 - 5                | Alto, Medio, Bajo      |
| Tener gusto por trabajos artísticos    |           |                      |                        |
| Tener gusto por deportes               |           |                      |                        |
| Tener gusto por esculpir en metal      |           |                      |                        |

**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 2****Ambiente investigador**

| Investigador               |           |                      |                        |
|----------------------------|-----------|----------------------|------------------------|
| Variable                   | Tipo      | Universo de Discurso | Valores – Lingüísticos |
| Tener gusto por la Lectura |           |                      |                        |
| Crítica                    |           |                      |                        |
| Gusto por los cálculos     | ocupación | 0 - 4                | Alto, Medio, Bajo      |
| Matemáticos                |           |                      |                        |
| Gusto por la investigación |           |                      |                        |

|  |           |       |                   |
|--|-----------|-------|-------------------|
| Científica   |           |       |                   |
| Gusto por nuevas ideas                                     |           |       |                   |
| Persigue sus propias ideas                                 |           |       |                   |
| Gusto por esculturas<br>y<br>Monumentos                    |           |       |                   |
| Gusto por pensar a fondo las<br>soluciones a los problemas | actividad | 0 - 5 | Alto, Medio, Bajo |
| Gusto por los experimentos en<br>Laboratorio               |           |       |                   |
| Gusto por la<br>protección<br>Ambiental                    |           |       |                   |

**Nota:** Elaboración propia

### Tabla 3

#### Ambiente convencional

| Variable                                       | Tipo      | Universo de<br>Discurso | Valores –<br>Lingüísticos |
|--|-----------|-------------------------|---------------------------|
| Convencional                                   |           |                         |                           |
| Tener Estabilidad                              |           |                         |                           |
| Tener Gusto por los números                    |           |                         |                           |
| Ser Sistemático                                | ocupación | 0 - 4                   | Alto, Medio, Bajo         |
| Tener conocimiento del<br>trabajo a desempeñar |           |                         |                           |
| Prefiere seguir reglas                         |           |                         |                           |
| Presta atención a los detalles                 |           |                         |                           |
| No cuestionar instrucciones                    | actividad | 0 - 5                   | Alto, Medio, Bajo         |
| Ser responsable                                |           |                         |                           |

Ser organizado con  
las  
herramientas de trabajo

**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 4**

**Ambiente social**

| Social                            |           |                      |                        |
|-----------------------------------|-----------|----------------------|------------------------|
| Variable                          | Tipo      | Universo de Discurso | Valores – Lingüísticos |
| Gusto por el trabajo social       |           |                      |                        |
| Gusto por la pedagogía            |           |                      |                        |
| Gusto por trabajar con el Público | ocupación | 0 - 4                | Alto, Medio, Bajo      |
| Voluntario                        |           |                      |                        |
| Solidario con colegas             |           |                      |                        |
| Tiene iniciativa con Colegas      |           |                      |                        |
| Gusto por el estudio en Grupo     | actividad | 0 - 5                | Alto, Medio, Bajo      |
| Gusto por el trabajo en Grupo     |           |                      |                        |
| Gusto por ocuparse de los Demás   |           |                      |                        |

**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 5**

**Ambiente artístico**

| Artístico |      |                      |                        |
|-----------|------|----------------------|------------------------|
| Variable  | Tipo | Universo de Discurso | Valores – Lingüísticos |

|                            |           |       |                   |
|----------------------------|-----------|-------|-------------------|
| Gusto por la música        |           |       |                   |
| Gusto por la escritura     | ocupación | 0 - 4 | Alto, Medio, Bajo |
| Gusto por la actuación     |           |       |                   |
| Gusto por el diseño        |           |       |                   |
| Gusto por la artesanía     |           |       |                   |
| Gusto por la poesía        |           |       |                   |
| Gusto por el dibujo        | actividad | 0 - 5 | Alto, Medio, Bajo |
| Gusto por la fotografía    |           |       |                   |
| Gusto por la radiodifusión |           |       |                   |

**Nota:** Elaboración propia

**Tabla 6**

**Ambiente emprendedor**

| Emprendedor                                   |           |                      |                        |
|---|-----------|----------------------|------------------------|
| Variable                                      | Tipo      | Universo de Discurso | Valores – Lingüísticos |
| Gusto por planificar actividades y eventos    |           |                      |                        |
| Gusto por supervisar Actividades              |           | 0 - 4                | Alto, Medio, Bajo      |
| Preferencia por presentar ideas particulares  | ocupación |                      |                        |
| Gusto por emprender un negocio propio         |           |                      |                        |
| Líder de un grupo                             |           |                      |                        |
| Gusto por administrar el trabajo de los demás |           |                      |                        |
| Persona convincente                           | actividad | 0 - 5                | Alto, Medio, Bajo      |
| Gusto por organizar actividades a mi modo     |           |                      |                        |
| Confianza en sí mismo                         |           |                      |                        |

**Nota:** Elaboración propia

Se identificó como única variable de salida del SI: realista, emprendedor, artista, investigador, social, convencional. (Variable, descripción, Universo de Discurso, Valores Lingüísticos)

**Tabla 7**

**Variables de salida**

| <b>Variable</b>     | <b>Descripción</b>  | <b>Universo de Discurso</b> | <b>Valores de Lingüísticos</b> | <b>–</b> |
|---------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|----------|
| <b>Realista</b>     | Este ambiente incluye personas que se destacan por sus capacidades mecánicas y deportivas. Prefieren trabajar con maquinaria, equipamiento, plantas y animales. Es posible que también les guste trabajar fuera de una oficina. | 0 - 9                       | Alto, Bajo                     | Medio,   |
| <b>Investigador</b> | Este ambiente representa a los que prefieren profesiones científicas e intelectuales. Disfrutan de reunir información, identificar teorías o hechos y analizar e interpretar información.                                       | 0 - 9                       | Alto, Bajo                     | Medio,   |
| <b>Convencional</b> | Incluye a las personas con un alto grado de control y que prefieren trabajar con números y cifras. Son precisos en su trabajo y siempre cumplen las normas, leyes y reglamentos laborales.                                      | 0 - 9                       | Alto, Bajo                     | Medio,   |
| <b>Emprendedor</b>  | Este ambiente incluye a las personas con personalidad administrativa. Pueden conectar eficientemente sus ideas y opiniones con los demás y persuadirlos.  | 0 - 9                       | Alto, Bajo                     | Medio,   |

---

Además, confían mucho en sí mismos y tienen la energía necesaria para lograr sus aspiraciones.

---

|                |  |       |               |        |
|----------------|--|-------|---------------|--------|
| <b>Artista</b> | Este ambiente incluye a las personas que aprecian las cualidades estéticas que expresan a través de su trabajo artístico y literario. Se caracterizan por su flexibilidad y no conformidad o compromiso con un sistema específico. | 0 - 9 | Alto,<br>Bajo | Medio, |
| <b>Social</b>  | Este ambiente está representado por personas sociales que disfrutan al ayudar a otros. Prefieren trabajar en grupos y se caracterizan también por sus grandes habilidades de comunicación.   | 0 - 9 | Alto,<br>Bajo | Medio, |

---

**Nota:** Elaboración propia

### 1. 2.3.3 Motor de Inferencia

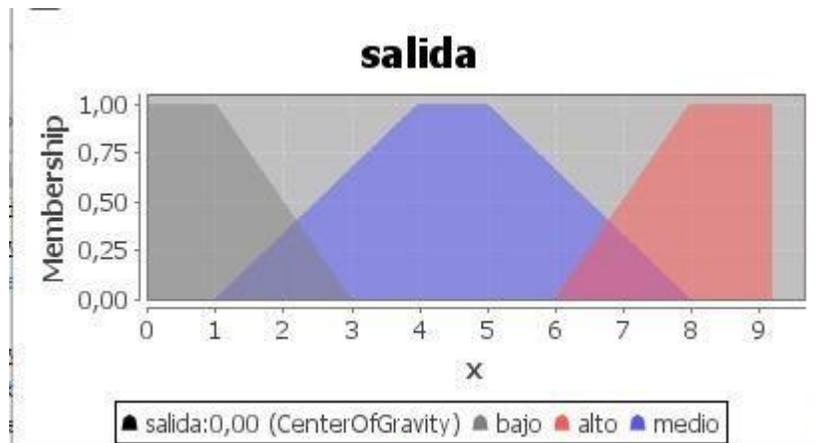
#### Fuzzificación de las variables lingüísticas de entrada

Al ajustar las variables lingüísticas de entrada a las funciones de pertenencia específicas de cada contexto, identificadas como "Ocupaciones" y "Actividades" en nuestra investigación, derivadas de las preguntas categorizadas en estos dos conjuntos, buscamos obtener un valor numérico. Este valor será procesado por el motor de lógica difusa para determinar si se ubica en la categoría de alto, medio o bajo. De esta manera, el entorno identificado como "Alto" se utilizará como el óptimo para el estudiante, basándonos en sus preferencias establecidas en el test

Definimos tres conjuntos difusos esto para las preguntas que presentan más opciones de respuesta de la variable

**Figura 4**

Conjunto Difuso de la variable alto, medio y bajo

**Nota:** Elaboración propia

Después de establecer los conjuntos difusos, llevamos a cabo la fuzzificación de las variables en el código utilizando la biblioteca FuzzyLogic. En este proceso, definimos las variables y les asignamos los valores correspondientes dentro de los conjuntos previamente identificados.

Se transfieren las variables lingüísticas al programa mediante el uso de la biblioteca FuzzyLogic, la cual proporciona las funciones esenciales para la elaboración de programas basados en lógica difusa.

## Desarrollo de reglas

**Tabla 8**

### Reglas

| Nombre        | Condición                                  | Resultado |
|---------------|--|-----------|
| <b>RULE 1</b> | Si ocupación es ALTO y actividad es ALTO   | ALTO      |
| <b>RULE 2</b> | Si ocupación es ALTO y actividad es MEDIO  | ALTO      |
| <b>RULE 3</b> | Si ocupación es ALTO y actividad es BAJO   | MEDIO     |
| <b>RULE 4</b> | Si ocupación es MEDIO y actividad es ALTO  | ALTO      |
| <b>RULE 5</b> | Si ocupación es MEDIO y actividad es MEDIO | MEDIO     |
| <b>RULE 6</b> | Si ocupación es MEDIO y actividad es BAJO  | BAJO      |

|               |   |       |
|---------------|---|-------|
| <b>RULE 7</b> | Si ocupación es BAJO y actividad es ALTO  | MEDIO |
| <b>RULE 8</b> | Si ocupación es BAJO y actividad es MEDIO | BAJO  |
| <b>RULE 9</b> | Si ocupación es BAJO y actividad es BAJO  | BAJO  |

**Nota:** Elaboración propia

### 2.3.5 Defuzzificación de las variables lingüísticas de entrada

Una vez obtenido el conjunto difuso resultante, es necesario tomar una decisión que represente un valor numérico único en lugar de un conjunto difuso. Esta etapa se conoce como defuzzificación y es crucial para identificar nuestro entorno educativo óptimo. Para determinar dicho entorno, el motor de inferencia requiere un valor único que indique el grado de pertenencia a las categorías de alto, medio o bajo.

Para la solución de nuestro defuzzificación se ha escogido trabajar con la defuzzificación por cálculo de medida que es la más sencilla, consiste en calcular la media de la meseta más elevada.

### 2.3.4 Implementación

El desarrollo del prototipo se logra mediante la codificación de reglas y hechos que alimentan el motor de inferencia. El lenguaje de programación del sistema experto debe cumplir con los requisitos tanto de representación del conocimiento como de las transformaciones necesarias en dicha representación.

Para este fin, se empleó el lenguaje JAVA, complementado con las librerías FuzzyLogic y Rule. Estas librerías proporcionan una sólida base para los conceptos fundamentales de programación, incluyendo hechos, cálculo de predicados para la inferencia y sus formas de manipulación. Esto contribuye a una programación coherente de las formas de representación y procesamiento del conocimiento computacional de manera eficiente.

En el proceso de programación, se optó por utilizar NetBeans 14, que ofrece diversas capacidades y facilita significativamente la tarea. Además, se incorporaron las librerías FuzzyLogic y Rule para el desarrollo de reglas. Estas herramientas garantizan un rendimiento óptimo gracias a un compilador optimizado.

## Resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación trascienden la mera eficacia de las metodologías implementadas, revelando un grado de certeza del 95% en la toma de decisiones concernientes a

la orientación vocacional. Esta cifra no solo refleja la solidez de nuestro enfoque metodológico, sino que también subraya la confiabilidad y precisión de nuestras recomendaciones.

En particular, hemos observado una mejora notable en la calidad y relevancia de las recomendaciones cuando el sistema ha logrado ajustarse de manera integral a las características individuales de cada usuario. Este nivel de adaptación personalizada refuerza aún más la capacidad del sistema para brindar orientación vocacional altamente individualizada y precisa.

Esta personalización no solo se traduce en una mayor satisfacción por parte de los usuarios, sino que también conlleva a una toma de decisiones más informada y acertada en el ámbito profesional. En última instancia, estos hallazgos respaldan la relevancia y utilidad de nuestra metodología en la facilitación de trayectorias profesionales más satisfactorias y exitosas.

### **CONTRASTE DE RACHAS DE WALD – WOLFOWITZ**

Se considera la población de estudiantes de bachillerato asociada a una variable aleatoria,  $x$  la cual se la podrá representar por los valores “COINCIDE” S – “NO COINCIDE” N. Se utilizó una prueba de rachas para evaluar la confiabilidad del sistema inteligente bajo las siguientes hipótesis:

$H_0$ : La muestra es aleatoria

$H_1$ : La muestra no es aleatoria

**Población de Estudiantes  $n$ :**  $n_1+n_2$

**$n_1$ :** Estudiantes de tipo S

**$n_2$ :** Estudiantes de tipo N

**R (Número Total de Rachas):** Total de coincidencias homogéneas que se agruparon de forma consecutiva

Para muestras grandes y dado  $H_0$ , tenemos una muestra aleatoria cuya distribución de probabilidad para R es normal a medida que  $n_1$  y  $n_2$  se hacen más grandes.

Esta aproximación es muy buena para  $n_1 > 10$  y  $n_2 > 10$ , por lo que se puede calcular las siguientes fórmulas estadísticas

$$R \rightarrow N \left( E[R], \sqrt{Var [R]} \right)$$

$$\text{Esperanza } E[R] = \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 1$$

$$\text{Varianza } Var[R] = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}$$

**P**

ara muestras grandes se verifica lo siguiente:

$$Z = \frac{R - E[R]}{\sqrt{Var[R]}}$$

De forma similar para una muestra correcta el valor del estadístico Z será:

$$Z_{expt} = \frac{R - \left(\frac{2n_1n_2}{n} + 1\right)}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n)}{n^2(n-1)}}} + 1$$

El siguiente intervalo muestra la región de aceptación para la hipótesis:

$$-Z_{\alpha/2} < Z_{expt} < Z_{\alpha/2}$$

El valor de  $Z_{\alpha/2}$  se obtiene de la tabla  $N(0,1)$  de manera que:

$$P(Z_1 \leq -Z_{\alpha/2}) = P(Z_1 \geq Z_{\alpha/2}) = \frac{\alpha}{2}$$

## ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

Desarrollo de la prueba de hipótesis por medio de contraste de rachas:

**Planteamiento la hipótesis nula:** El uso de la lógica difusa permite al sistema inteligente determinar el tipo de ocupación.

**Selección del nivel de confianza:** El nivel de confianza o significación que se obtiene para 90% es elegida de la tabla normal.

**Identificación del estadístico de pruebas:** Se hará uso de la prueba de rachas de Wald-Wolfowitz, el cual utiliza las variaciones de signos positivos y negativos. Una racha está conformada por una asociación de signos iguales.

**Formulación de la regla de decisión:** Se toma 39 casos de consulta para determinar el tipo de ocupación en estudiantes de bachillerato, luego se compara los resultados entre el test de Hollad y el sistema inteligente. Por tanto, la siguiente tabla muestra los resultados de la comparación, una vez observado los resultados se analizará la aceptación por rachas.

+ = Representa los casos en los que coincide el resultado generado por el sistema inteligente y el test de Holland.

- = Representa los casos en los que no coincide el resultado generado por el sistema inteligente y el test de Holland.

Total de Rachas  $R = 30$

Número total de observaciones  $n = 78$

Número de Residuos positivos  $n_1 = 60$

Número de Residuos negativos  $n_2 = 18$

$$\text{Esperanza } E[R] = \frac{2n_1n_2}{n_1 + n_2} + 1 = \frac{2(60)(18)}{60 + 18} + 1 = 28.69$$

$$\text{Varianza } \text{Var}[R] = \frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}$$

$$\text{Varianza } \text{Var}[R] = \frac{2(60)(18) \left( (2(60)(18)) - 60 - 18 \right)}{(60 + 18)^2(60 + 18 - 1)} = 9,59$$

1. **Toma de decisión:** Se determina el valor estadístico  $Z_{expt}$  para una muestra dada:

$$2. Z = \frac{R - E[R]}{\sqrt{\text{Var}[R]}} = \frac{30 - 28.69}{\sqrt{9,59}} = 0,42$$

La región de aceptación para la hipótesis es:

$$-Z_{\frac{\alpha}{2}} < Z_{expt} < Z_{\frac{\alpha}{2}}$$

$$-1.96 < 0,42 < 1.96$$

Dado que el valor estadístico está dentro del rango de aceptación de la hipótesis, se puede afirmar que el uso del sistema inteligente ayuda a determinar el tipo de ocupación idóneo para los estudiantes de tercero de bachillerato de la Unidad Educativa Stephen Hawking, lo que indica que los datos de la muestra son aleatorios.

## ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD

Para medir el nivel de confiabilidad en un determinado tiempo del Sistema Inteligente utiliza la función exponencial, basándose en la siguiente escala:

- 10% - 50% -> No satisfactorio
- 51% - 79% -> satisfactorio
- 80% - 100% -> muy satisfactorios

Se comienza en instante  $t_0 = 0$  y se observa hasta que ocurra un error, la duración se denomina  $T = \{t_0, t_1, \dots, t_n\}$  la cual es una variable aleatoria continua. Entonces la probabilidad de error del SI en un tiempo  $t$  es  $P[T \leq t] = F(t)$  donde  $F(t)$  es una función de distribución de la variable aleatoria  $T$ , por lo tanto, la probabilidad de que no ocurra un error en el Sistema en un tiempo  $t$  es  $R(t) = P[T \leq t] = 1 - F(t)$

Debido a que  $T$  es una variable aleatoria exponencial se tiene la función de distribución  $R(t) = 1 - e^{-\gamma t}$ , donde  $(\gamma)$  es el promedio de respuestas acertadas y  $(t)$  es el tiempo que trabaja en Sistema Inteligente. Por lo que la función de probabilidad se plasma de la siguiente forma:

$$R(t) = P[T \leq 4] = 1 - e^{-\left(\frac{60}{78}\right)} = 1 - e^{-2.71} = 1 - 0.046 = 0.95$$

Se observa que los resultados aportados por el Sistema Inteligente son confiables en un 95% encontrándose dentro de un parámetro elevado. Concluyendo así que es Sistema Inteligente es confiable.

### Discusión

En los últimos años, las aplicaciones basadas en la lógica difusa para la toma de decisiones han cobrado relevancia por su eficacia. La evaluación del sistema experto revela una confiabilidad del 95%, indicando que logró alinear de manera significativa sus sugerencias con las preferencias vocacionales de los usuarios. Se emplean reglas de producción del tipo if-then para la representación del conocimiento, similar a la metodología utilizada en [Martin, 1996] y [Pineda et al., 2010] además, al igual que [Téllez et al., 2020] dispuso del apoyo de expertos en psicología. Otros autores como [Abbaszadeh et al., 2011], [Yannakoudakis et al., 2015] y [Banaszak et al., 2013], también usan la lógica difusa, mientras [Velásquez et al., 2014] usó las redes neuronales. La elección de la plataforma informática permitió una implementación eficiente de la metodología propuesta garantizando una representación y procesamiento eficiente del conocimiento computacional similar al utilizado en [Apaza, 2015], En comparación con [Pineda et al., 2010] y [Téllez et al., 2020] que optaron por la programación lógica. En [Alcaraz et al., 2016], se presenta el "Sistema de recomendación vocacional en línea", un tipo especial de sistema experto enfocado en la validación y consistencia, asimismo, [Téllez et al., 2020] presenta un sistema experto que

facilita la orientación vocacional basándose en intereses, habilidades y competencias de los aspirantes.

### **Conclusiones**

La lógica difusa ha emergido como un componente fundamental en el desarrollo de sistemas expertos, desempeñando un papel crucial dentro del ámbito de la inteligencia artificial. En este contexto, se reconoce como un método de razonamiento que exhibe la capacidad de manejar información incompleta o con un grado variable de incertidumbre, una característica intrínseca en numerosos sistemas expertos. Este enfoque innovador no solo permite la gestión eficiente de datos complejos, sino que también abre la puerta a un nivel de análisis más sofisticado y contextualizado. En el contexto específico de la orientación vocacional para estudiantes, la aplicación de la lógica difusa ofrece una ventaja considerable. Al aprovechar su capacidad para evaluar y procesar las aptitudes individuales con mayor precisión y flexibilidad, se pueden identificar de manera más precisa las áreas de fortaleza y las vocaciones potenciales de cada estudiante. Esto, a su vez, facilita una toma de decisiones más informada y estratégica en cuanto a la elección de ocupación, brindando a los estudiantes una dirección clara para destacar y prosperar en sus futuras carreras profesionales.

No obstante, el impacto de esta elección vocacional sugerida por el sistema no puede ser subestimado. Se requiere un análisis exhaustivo del rendimiento y la satisfacción de los estudiantes en relación con sus elecciones profesionales para evaluar la eficacia y la utilidad de este enfoque. Esto implica no solo examinar el éxito académico y la inserción laboral, sino también considerar la tasa de deserción y el grado de satisfacción laboral a largo plazo.

En consecuencia, se justifica una investigación detallada para evaluar cómo las recomendaciones proporcionadas por el sistema de orientación vocacional impactan en la elección de carrera y la persistencia académica de los estudiantes. Este análisis permitirá una comprensión más completa de la eficacia y el potencial de la lógica difusa en el ámbito de la orientación vocacional, informando así futuras mejoras en los sistemas de apoyo a la toma de decisiones en el campo educativo y profesional.

## Referencias

- [1] Andrade, J., Díaz, H., Flores, E. (Febrero 2021). Modelo nacional de gestión y atención para el servicio de nivelación y aceleración pedagógica – NAP. Recuperado 15 de Enero del 2024 de <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Modelo-Nacional-de-Gestion-NAP.pdf>
- [2] OIT. (2023, Enero 16). Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo: Tendencias 2023 [Online]. Disponible: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/--publ/documents/publication/wcms\\_865368.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/--publ/documents/publication/wcms_865368.pdf)
- [3] Choque, H. C., Ruelas, E., Montalvo, A. G. (2019). Elaboración de un instrumento psicológico de orientación vocacional para alumnos que terminan secundaria en Lima–Perú. *Revista de investigación en psicología*, 22(1), 29-38..
- [4] Martín Moreno, M. J. (1997). Sistema experto de orientación vocacional-profesional (un procedimiento informatizado de ayuda) (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- [5] Pineda, E., Leal, E., & Barrera, C. (2010, October). Los sistemas expertos como alternativa de solución a la deserción universitaria. In de Congreso Académico UDI, Bucaramanga.
- [6] Téllez-Acuña, F. R., Pineda-Ballesteros, E., Meneses-Cabrera, T., & Medina-Cruz, J. (2020). Sistemas expertos y orientación vocacional en educación a distancia virtualmente mediada. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 8(S1), 186-195.
- [7] Abbaszade, M. M., Ragimova, E. A., Gardashova, L. A., Ibragimbekova, R., & Veisova, Z. SYSTEM OF PSYCHOLOGICAL TESTING OF ENTRANTS FOR THE PURPOSE OF VOCATIONAL GUIDANCE.
- [8] Yannakoudakis, H., & Yannakoudakis, E. J. (2015, March). The architecture of the ARISTON expert system for vocational counselling. In 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM) (pp. 1-6). IEEE.
- [9] Banaszak-Piechowska, A., Mreła, A., & Sokołov, O. (2013). Expert systems—the help for vocational guidance of medical physics graduates. *Journal of Health Sciences*, 3(2), 115-129.
- [10] Velásquez, A. M. Puentes y J. L. Sarabia, “Orientación vocacional aplicando sistemas basados en conocimiento”, en *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, vol. 1, pp. 74-79, 2014.

- [11] Apaza Suntura, W. R. (2015). Sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de la hernia discal lumbar basado en lógica difusa (Doctoral dissertation).
- [12] Corona, S. A. (2016). Sistema de recomendación vocacional en línea/Online vocational recommendation system. RECI Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática, 5(9), 68-83.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).