ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.868

Expert system using fuzzy logic and its relationship with the recommendation of extracurricular activities in high school students in Trujillo

Jordan A. Rondon Pozo, Bachelor[1]; Pablo E. Alfaro Quispe, Bachelor[1]
[1]Universidad Privada del Norte, Trujillo, *n00197711@upn.pe, alfaroquispepablo@gmail.com*

Abstract – The main objective of this study is to develop an expert system based on fuzzy logic to recommend personalized extracurricular activities to high school students. For this purpose, Mamdani's fuzzy inference method was used, implemented in Python with the Skfuzzy and Tkinter libraries, and validated by means of questionnaires applied to a sample of 30 students. The results revealed that the system provides recommendations aligned with the interests and skills of the users, with high levels of satisfaction and perception of academic relevance. In addition, fuzzy logic was found to provide flexibility and accuracy compared to traditional approaches, providing multiple options suitable for each student. In conclusion, the fuzzy logic-based expert system proved to be an effective tool to support the choice of extracurricular activities, contributing significantly to students' personal and academic development.

Keywords-- Expert System, Fuzzy Logic, Extracurricular Activities, Mamdani Inference.

Sistema experto empleando lógica difusa y su relación con la recomendación de actividades extracurriculares en estudiantes de escuelas secundarias de Trujillo

Jordan A. Rondon Pozo, Bachiller[1]; Pablo E. Alfaro Quispe, Bachiller[1]
[1]Universidad Privada del Norte, Trujillo, *n00197711@upn.pe, alfaroquispepablo@gmail.com*

Resumen – Este estudio tiene como objetivo principal desarrollar un sistema experto basado en lógica difusa para recomendar actividades extracurriculares personalizadas a estudiantes de secundaria. Para ello, se utilizó el método de inferencia difusa de Mamdani, implementado en Python con las librerías Skfuzzy y Tkinter, y validado mediante cuestionarios aplicados a una muestra de 30 estudiantes. Los resultados revelaron que el sistema ofrece recomendaciones alineadas con los intereses y habilidades de los usuarios, con altos niveles de satisfacción y percepción de relevancia académica. Además, se comprobó que la lógica difusa aporta flexibilidad y precisión en comparación con enfoques tradicionales, brindando múltiples opciones adecuadas para cada estudiante. En conclusión, el sistema experto basado en lógica difusa demostró ser una herramienta efectiva para apoyar la elección de actividades extracurriculares, contribuyendo significativamente al desarrollo personal y académico de los estudiantes.
Palabras claves: Sistema experto, Lógica difusa, Actividades extracurriculares, Inferencia Mamdani.

I. INTRODUCCIÓN

En México, el consumo de drogas o alcohol en los adolescentes es considerado un problema presente en jóvenes que oscilan entre los 13 y 17 años [1]. Además de ello, la deserción escolar también abarca una problemática para el país, ya que cada vez es mayor el número de niños y adolescentes estudiantes que deciden abandonar sus estudios [2]. Se identifica que el 32.5% de adolescentes estudiantes han consumido drogas alguna vez y un 30.1% a consumido alcohol, esto producto a factores personales o familiares [1] y presentando un porcentaje de 40.2% de estudiantes que abandonan sus estudios durante el ciclo escolar, esto debido a múltiples factores, tanto internos como externos [3].

En Ecuador, la deserción estudiantil también es una problemática presente en la actualidad, entre los factores más comunes se encuentran falta de acceso a la educación con un 34.37%, falta de motivación y bajo rendimiento con un 36% de estudiantes y por problemas de salud con un 12.5% de estudiantes [4]. Además de ello, el consumo de sustancias ilícitas como la droga, tabaco y el alcohol también se encuentra presentes, aproximadamente el 68% de estudiantes ha consumido alcohol, el 21% tabaco y el 7% marihuana. Entre los motivos más comunes para el consumo de estas sustancias ilícitas se considera presión de amigos, problemas familiares y baja motivación hacia los estudios [5].

Actualmente, en el Perú la delincuencia juvenil está en aumento, representando un desafío significativo a nivel nacional. La investigación presentada en [6] señala que los jóvenes que cometieron al menos un delito en el Perú oscilan entre 12 y 18 años, los cuales fueron impulsados por condiciones negativas dentro de su entorno educativo, social y socioeconómico. Así mismo, el estudio referido en [7] destaca que el 48.9% de la población de los Centros Juveniles de Rehabilitación (CJDR) están compuestos por jóvenes que han cometido robos agravados, del mismo modo, el 54.4% de ellos admitieron haber consumido drogas al menos una vez. Evidenciando la relación entre el consumo de sustancias ilícitas y la criminalidad juvenil.

La criminalidad en la Libertad, específicamente enfocado se en la ciudad de Trujillo, ha sido el centro de atención debido al alarmante crecimiento de actividades delictivas como, homicidios, extorsiones, robos y venta de sustancias ilícitas. Mayormente estos actos son ocasionados por jóvenes [6]. Durante el periodo de enero a marzo de 2024, el informe presentado en [8] reporta que, en el departamento de La Libertad se registraron un total de 7,789 denuncias por delitos, representan el 6.4% del total nacional. donde el 75.3% corresponden a delitos contra el patrimonio, el 11.5% a delitos contra la seguridad pública, el 3.7% a delitos contra la vida, el cuerpo y la salud, y el 5.4% a delitos contra la libertad.

Para abordar estas problemáticas se necesita una atención prioritaria y una estrategia integral que apoye la creación de oportunidades, el desarrollo emocional y la formación de valores de los jóvenes. Para prevenir la propagación de la delincuencia juvenil, que está en aumento y plantea una amenaza cada vez mayor al bienestar social. Por ello, es necesario abordar sus orígenes estructurales desde las primeras etapas del desarrollo, específicamente en el ámbito escolar.

II. ANTECEDENTES

Actualmente los sistemas expertos se han utilizado en muchos contextos aplicados al sector educativo o específicamente en relación con los estudiantes, uno de estos contextos es en la selección de la actividad extracurricular adecuada para los estudiantes. En la investigación [9], se aborda este problema mediante el desarrollo de un cuestionario, el cual permite a los alumnos responder una serie de preguntas orientadas a identificar sus preferencias y actitudes,

permitiéndoles tomar decisiones informadas en función de sus habilidades.

De manera similar, la investigación presentada en [10] desarrolló un sistema de computación evolutiva que integra redes neuronales y lógica difusa, con el objetivo de explorar la relación que existe entre las actividades extracurriculares y el rendimiento académico. En el cual, concluyeron que, aunque el conocimiento en las escuelas se imparte de igual manera para todos, buscar sobresalir y diferenciarse del resto se puede lograr mediante los beneficios que aportan las actividades extracurriculares. Además, aclara que la participación activa de dichas actividades mejora significativamente su rendimiento académico.

Por su parte, en [11] se implementó un chatbot en el portal web de una institución, integrando técnicas de procesamiento de lenguaje natural y algoritmos de inteligencia artificial para brindar apoyo a los estudiantes. Este chatbot actúa como un orientador permanente y accesible, ofreciendo información específica basándose en el perfil y las preferencias de cada estudiante, tales como actividades extracurriculares, eventos institucionales y servicios disponibles.

Del mismo modo, en el estudio presentado en [12] se desarrolló un modelo para la selección y personalización de actividades educativas, apoyándose de la técnica de inteligencia artificial con razonamiento basado en casos. Este modelo recupera información específica del perfil de cada estudiante y selecciona la actividad educativa más adecuada, en función de sus características del estudiante.

Finalmente, la investigación citada en [13] realizó un sistema de optimización y automatización para la selección de actividades extracurriculares mediante servicios web. El autor argumenta que, para diseñar un plan de actividades extracurriculares que considere las preferencias del estudiante, es necesario implementar modelos matemáticos multicriterio que sirvan como soporte para la toma de decisiones del sistema.

III. OBJETIVOS

A. *Objetivo General*

Determinar la correlación de un sistema experto basado en lógica difusa en la recomendación de actividades extracurriculares a estudiantes de secundaria de Trujillo.

B. *Objetivos Específicos*

- Analizar la correlación entre los parámetros difusos clave y la recomendación de actividades extracurriculares para estudiantes de secundaria, considerando sus intereses y habilidades.
- Analizar la relación entre el desarrollo del sistema experto, utilizando Python, la librería Skfuzzy para la lógica difusa y Tkinter para la interfaz gráfica, y la personalización de la recomendación de actividades extracurriculares.
- Evaluar la correlación entre el uso del sistema experto y la satisfacción de los estudiantes, mediante un cuestionario que mida la percepción de los resultados brindados por el sistema en relación con sus expectativas y necesidades.
- Identificar la relación entre el uso de la lógica difusa en el desarrollo del sistema experto y sus ventajas y desventajas para la recomendación de actividades extracurriculares

IV. METODOLOGÍA

Esta investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental. La población considerada estuvo conformada por todos los estudiantes de las escuelas secundarias de la ciudad de Trujillo del 2024. Para la recolección de información, se trabajó con una muestra de 30 estudiantes, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico. La selección del tamaño muestral respondió a criterios de disponibilidad, accesibilidad y limitaciones de tiempo. Únicamente una institución educativa autorizó la ejecución del estudio y dentro de esta, solo una aula - compuesta por 30 alumnos - estuvo disponible y mostró disposición para participar en la investigación dentro del plazo establecido.

A. Desarrollo del Software

La implementación del desarrollo del producto está conformada por las siguientes fases:

1. Planificación:

Para la planificación de esta investigación, se identificaron las historias de usuario necesarias para llevar a cabo el desarrollo del producto propuesto:

TABLA I
HISTORIAS DE USUARIO

ID	Historias de Usuarios
1	Como usuario, quiero una interfaz limpia y moderna, con un diseño de navegación claro y botones fácilmente accesibles, para poder encontrar rápidamente las secciones de recomendaciones de actividades y perfil psicológico sin distracciones.
2	Como desarrollador, quiero poder crear un conjunto de reglas difusas que utilicen los datos del perfil psicológico del estudiante (como intereses, habilidades y preferencias) para generar una lista personalizada de actividades extracurriculares, que puedan ser ajustadas dinámicamente según los cambios en el perfil del estudiante.
3	Como usuario, quiero visualizar una lista de actividades extracurriculares recomendadas, donde cada actividad esté acompañada de un indicador visual que muestre su nivel de afinidad con mi perfil, para poder tomar decisiones informadas sobre cuáles explorar o considerar.

La validación de un experto en psicología permitió identificar las características psicológicas del estudiante y las características comunes de las personas que practican una actividad extracurricular específica. Esto facilitó la definición de los antecedentes y consecuentes difusos para el sistema experto.

2. Diseño:

Para la presente investigación se utilizó el lenguaje de programación Python, y las librerías Skfuzzy para la creación del sistema experto y Tkinter para el apartado gráfico.

Para el manejo de la respuesta que brinda el sistema experto, se utiliza la técnica de Mamdani, ya que esta técnica es la más utilizada y se adapta de buena manera a los sistemas expertos desarrollados a partir del conocimiento de una persona experta [14]. Esta técnica consta de cuatro fases: Fuzzificación, Evaluación de Reglas, Agregación y Defuzzificación [15].

1. Fuzzificación: Los valores nítidos son convertidos en valores difusos

$\mu_{Ai}(Xi)$ (1)

Ai: Conjunto difuso.

Xi: Valor de entrada.

2. Evaluación de reglas: Permite resumir la experiencia o el conocimiento de los expertos.

$\mu = min(\mu_{A1}(x_1), \mu_{A2}(x_2))$ (2)

μ : Grado de activación

μ_{A1}: Función de pertenencia del conjunto difuso A_1

3. Agregación: Se combinan los subconjuntos difusos en una solo

$\mu A_k(Z) = max(min(\mu_{1k}(x_1), \mu_{2k}(x_2), \ldots \mu_{nk}(x_n)))$ (3)

$\mu A_k(Z)$: Función de pertenencia de salida

$x_1 \ldots x_n$: Valores de Entrada

$\mu_{1k} \ldots \mu_{nk}$: Funciones de Pertenencia

k : Cantidad de reglas SI-ENTONCES (IF-THEN)

4. Defuzzificación: Se realiza la conversión de un conjunto difuso en una salida nítida

$$z* = \frac{\int \mu_A(Z) \cdot Z dz}{\int \mu_A(Z) \cdot Z dz} \quad (4)$$

z *: Salida Nítida

$\mu_A(Z)$: Función encontrada mediante la fase de agregación

En el sistema experto, las variables de entrada corresponden a las características psicológicas de los estudiantes, que se obtienen a través de un cuestionario. Estos datos serán procesados por el sistema, el cual proporcionará las actividades extracurriculares más adecuadas según dichas características, gracias a las cuatro fases descritas previamente.

3. Implementación:

Para el desarrollo del software, se implementó la metodología ágil Scrum debido a su enfoque iterativo y flexible, lo cual permitió una adaptación eficiente a las necesidades del presente proyecto. Las fases consideradas en su implementación incluyeron:

3.1. Product Backlog:

En esta fase se definieron los requerimientos principales, permitiendo priorizar las actividades necesarias para culminar el desarrollo del Software. Cada elemento del Product Backlog se estructuró enfocado en historias de usuarios y especificando las tareas que conlleva su implementación.

TABLA II
PRODUCT BACKLOG PARA EL SISTEMA EXPERTO DIFUSO

ID	Historia de Usuario	Tareas
1	Diseño y Prototipado de la interfaz de usuario.	Diseño de wireframes para la estructura de interfaces de usuario.
		Diseño de mockups para la interfaz de usuario.
		Implementación de prototipo interactivo de la interfaz de usuario.
2	Desarrollo del Sistema Experto Difuso.	Definición de antecedentes difusos.
		Definición de consecuentes difusos.
		Definición de reglas difusas.
		Validación de reglas difusas.
		Desarrollo de modelo de inferencia para calcular el grado de recomendación.
3	Integración del Sistema Experto Difuso en interfaz de usuario.	Integración del modelo difuso en la interfaz de usuario.
		Pruebas de presión del modelo difuso integrado en la interfaz de usuario.

3.2. Sprint:

En la fase del desarrollo, se organizaron tres Sprints principales, enfocados en el proceso iterativo para priorizar la entrega progresiva de cada resultados funcional y verificable. Los Sprints abarcan etapas fundamentales dentro del proyecto. Empezando con el diseño y prototipado de la interfaz de usuario, donde se definieron y validaron los elementos visuales del sistema, como se observa en la Tabla III.

TABLA III
DISEÑO Y PROTOTIPO DE INTERFAZ DE USUARIO

Sprint 01	
Historia de usuario	Como usuario, quiero una interfaz limpia y moderna, con un diseño de navegación claro y botones fácilmente accesibles, para poder encontrar rápidamente las secciones de recomendaciones de actividades y perfil psicológico sin distracciones.
Tareas	Diseño de wireframes para la estructura de interfaces de usuario.
	Diseño de mockups para la interfaz de usuario.
	Implementación de prototipo interactivo de la interfaz de usuario.
Entregable	Prototipo interactivo de la interfaz de usuario.

Fig. 1. Wireframe de la interfaz inicial.

Fig. 2. Wireframe de la interfaz con la última pregunta de la prueba psicológica.

Fig. 3. Wireframe de la interfaz de resultados.

El diseño presentado en los Wireframes se fundamentó en criterios de accesibilidad y usabilidad orientados a estudiantes, quienes fueron los usuarios objetivo. La ubicación de los botones en la parte inferior garantiza una navegación continua entre preguntas, permitiendo un flujo secuencial. Los textos descriptivos y preguntas se encuentran en la parte superior para aprovechar el hábito de lectura de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo. La distribución de las alternativas fue dispuesta horizontalmente, permitiendo una comparación rápida y una selección eficiente. La inclusión de imágenes apoya la contextualización de las preguntas, mejorando el proceso de respuesta.

Seguidamente, se llevó a cabo el desarrollo del Sistema Experto Difuso, enfocado en la configuración de las reglas, antecedentes y consecuentes difusos para establecer un modelo lógico robusto con la capacidad de generar recomendaciones basándose en el perfil psicológico de los usuarios, Tabla IV.

TABLA IV
DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO DIFUSO

Sprint 02	
Historia de	Como usuario, quiero que el sistema

usuario	presente un conjunto de reglas difusas que utilicen los datos de mi perfil psicológico (como intereses, habilidades y preferencias) para generar una lista personalizada de actividades extracurriculares, que puedan ser ajustadas dinámicamente según los cambios en el perfil del estudiante.
Tareas	Definición de antecedentes difusos.
	Definición de consecuentes difusos.
	Definición de reglas difusas.
	Validación de reglas difusas.
	Desarrollo de modelo de inferencia para calcular el grado de recomendación.
Entregable	Sistema experto configurado y validado.

Como se muestra en la Fig. 4 la generación de reglas difusas se fundamenta en la combinación de características previamente definidas por cada actividad extracurricular, utilizando lógica difusa para establecer relaciones entre los antecedentes y los consecuentes.

El algoritmo implementado para generar todas las posibles combinaciones de características es esencial para el análisis de interacción entre grupos de dos. El cual permite modelar situaciones en las que el comportamiento del sistema no dependa únicamente de características individuales, sino de la interacción entre múltiples factores.

Dado que el sistema difuso considera un total de 88 características, el número de combinaciones posibles tomadas de dos en dos se calcula utilizando la fórmula de combinaciones sin repeticiones.

$$C(n,r) = \frac{n!}{r! \times (n-r)!} \quad (5)$$

Donde n es el número total de características y r es el tamaño de los grupos. Aplicando la fórmula:

$$C(n,r) = \frac{88 \times 87}{2} = 3828$$

Se obtiene un total de 3828 combinaciones únicas de características.

```python
def crear_reglas_difusas(self):
        self.crear_antecedentes_difusos()
        self.crear_consecuente_difusos()

        combinaciones_bajas = list(combinations(self.caracteristicas, 2))

        condicion_baja_o_media = None

        for combinacion in combinaciones_bajas:
            condicion_actual = None
            for antecedente in combinacion:
                if condicion_actual is None:
                    condicion_actual = (self.antecedentes_difusos[antecedente]['bajo'] |
                                        self.antecedentes_difusos[antecedente]['medio'])
                else:
                    condicion_actual &= (self.antecedentes_difusos[antecedente]['bajo'] |
                                         self.antecedentes_difusos[antecedente]['medio'])
            if condicion_baja_o_media is None:
                condicion_baja_o_media = condicion_actual
            else:
                condicion_baja_o_media |= condicion_actual

        regla1 = ctrl.Rule(
            condicion_baja_o_media,
            self.consecuente_difuso['bajo']
        )

        regla2 = ctrl.Rule(
            ~condicion_baja_o_media,
            self.consecuente_difuso['alta']
        )

        self.reglas_difusas.extend([regla1, regla2])
```

Fig. 4. Definición de reglas difusas.

Cada combinación se evalúa para identificar patrones o relaciones relevantes entre los niveles de pertinencia **"bajo"** y **"medio"** de las características implicadas.

Las condiciones están construidas utilizando operadores lógicos establecidas por la biblioteca **"Skfuzzy"**, tales como OR (|), AND (&) y NOT(~), lo que permite definir relaciones difusas complejas entre las características.

Así mismo, se muestran las reglas definidas para indicar si un conjunto de características tiene niveles donde predominan los **"bajos"** o **"medios"**, entonces el consecuente será una recomendación de nivel **"bajo"**. En caso contrario, si estas condiciones no se cumplen, el consecuente será de nivel **"alto"**. Estas reglas se integran al sistema de control difuso, permitiendo inferir decisiones basadas en los valores de entrada.

TABLA V
TABLA DE PERTENENCIA PARA ACTIVIDAD DE FÚTBOL, RECOMENDACIÓN BAJA

Fútbol				
Característica	Valor	µBajo	µMedio	µAlto
Resistencia	2	0.33	0.00	0.00
Velocidad	3	0.00	1.00	0.00
Fuerza	3	0.00	1.00	0.00
Agilidad	4	0.00	0.00	0.50
Coordinación inferior	3	0.00	1.00	0.00
Resiliencia	1	1.00	0.00	0.00

Liderazgo	4	0.00	0.00	0.50
Solución Problemas	3	0.00	1.00	0.00
Trabajo Equipo	5	0.00	0.00	1.00
Deporte Contacto	1	1.00	0.00	0.00

Un ejemplo concreto de esta situación se presenta en la TABLA V donde la regla de recomendación denominada **"consecuente"** se activa con un estado **"bajo",** debido a que múltiples características, específicamente más de la mitad, presentan valores que pertenecen a los conjuntos difusos **"bajo"** o **"medio"**. Al cumplir estas condiciones, la **"regla1"** determina que el perfil general del usuario no cumple con un alto rendimiento en suficientes áreas claves para la recomendación de dicha actividad.

TABLA VI
TABLA DE PERTENENCIA PARA ACTIVIDAD DE FÚTBOL, RECOMENDACIÓN ALTA

Fútbol				
Característica	Valor	µBajo	µMedio	µAlto
Resistencia	4	0.00	0.00	0.50
Velocidad	5	0.00	0.00	1.00
Fuerza	4	0.00	0.00	0.50
Agilidad	3	0.00	1.00	0.00
Coordinación Inferior	4	0.00	0.00	0.50
Resiliencia	4	0.00	0.00	0.50
Liderazgo	2	0.33	0.00	0.00
Solución Problemas	5	0.00	0.00	1.00
Trabajo Equipo	5	0.00	0.00	1.00
Deporte Contacto	5	0.00	0.00	1.00

Sin embargo, en el segundo caso, como se muestra en la TABLA VI, la situación cambia de manera significativa, ya que las características del usuario presentan valores que, en su mayoría, pertenecen a los conjuntos difusos **"alto"** con grados de pertenencia de **0.5** o **1.0**, lo que cumple con las condiciones necesarias para activar la **"regla2"**. En consecuencia, el sistema interpreta que el usuario presenta un alto rendimiento en la mayoría de las áreas claves para emitir una recomendación alta como resultado final.

El sistema de recomendación difuso considerado en este contexto evalúa un conjunto de actividades extracurriculares orientadas al desarrollo físico, cognitivo y artístico de cada estudiante. Entre las actividades se encuentran: **Fútbol**, **Voley**, **Baloncesto**, **Natación**, **Artes marciales** y **Ciclismo**. Asimismo, se incluyen actividades culturales y creativas tales como el **Ajedrez**, **Música**, **Danza**, **Teatro** y **Escritura creativa**, las cuales fomentan el pensamiento estratégico, la expresión artística y el desarrollo emocional.

El último sprint se centró en el proceso de integración del Sistema experto difuso, en la interfaz gráfica del usuario, logrando una solución funcional con la capacidad de brindar recomendaciones claras y entendibles para el usuario final, tal y como se detalla en la Tabla V.

TABLA VII
INTEGRACIÓN DEL SISTEMA EXPERTO DIFUSO EN INTERFAZ DE USUARIO

Sprint 03	
Historia de usuario	Como usuario, quiero visualizar una lista de actividades extracurriculares recomendadas, donde cada actividad esté acompañada de un indicador visual que muestre su nivel de afinidad con mi perfil, para poder tomar decisiones informadas sobre cuáles explorar o considerar.
Tareas	Integración del modelo difuso en la interfaz de usuario.
	Pruebas de presión del modelo difuso integrado en la interfaz de usuario.
Entregable	Interfaz funcional.

Fig 5. Interfaz inicial.

Fig. 6. Interfaz con la última pregunta de la prueba psicológica.

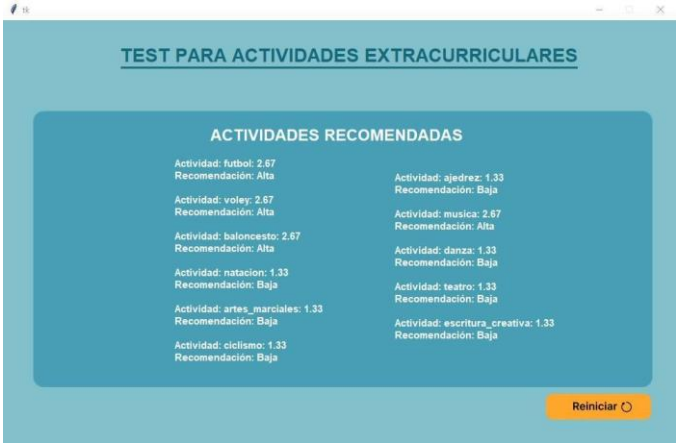

Fig. 7. Interfaz de Resultados.

3.3. Daily Scrum:

En el desarrollo de cada Sprint, se llevaron a cabo reuniones diarias con una duración mínima de 15 minutos, con el objetivo de sincronizar avances del desarrollo, ajustar prioridades y resolver impedimentos.

3.4. Sprint Review:

En la culminación de cada Sprint, se llevaron a cabo presentaciones de los avances alcanzados, demostrando y explicando funcionalidades desarrolladas, que contribuyeron al cumplimento del objetivo general del proyecto.

4. Pruebas

En la etapa de pruebas, se evaluó la precisión del sistema mediante la participación de usuarios reales, con el fin de validar el modelo de inferencia y reglas difusas, asegurando la generación de recomendaciones adecuadas al perfil psicológico de los usuarios. La interacción directa de los usuarios finales con el sistema resultó fundamental para detectar posibles errores en el comportamiento, permitiendo realizar las modificaciones necesarias para mejorar el rendimiento y fiabilidad del sistema.

Antes de realizar la prueba de normalidad, se evaluó la confiabilidad del instrumento utilizado mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual permitió determinar la consistencia interna de los ítems incluidos en el instrumento. Con un valor de 0.83, los resultados indicaron que el cuestionario cuenta con una buena confiabilidad, según la tabla de interpretación correspondiente.

Posteriormente, para validar los resultados y medir la normalidad de los datos, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, adecuada para la muestra de 30 encuestados. Los resultados de dicha prueba indicaron un nivel de significancia de 0.001 para la primera variable y de 0.005 para la segunda variable.

Dado que ambos valores eran menores a 0.05, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. En consecuencia, se determinó que el coeficiente Rho de Spearman era el método más apropiado para analizar la relación entre las variables.

V. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos a partir de la validación de las hipótesis planteadas en el estudio, el cual consideró dos hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existe una correlación significativa entre el uso de un sistema experto basado en lógica difusa y la recomendación de actividades extracurriculares en estudiantes de escuelas secundarias.

Hipótesis alternativa (H_a): Existe una correlación significativa entre el uso de un sistema experto basado en lógica difusa y la recomendación de actividades extracurriculares en estudiantes de escuelas secundarias.

Para garantizar y validar los resultados presentados, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, que permite verificar si los datos siguen una distribución normal. Esto se realizó debido a que la muestra estuvo conformada por un total de 30 encuestados.

TABLA VIII
PRUEBAS DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Sistema Experto	.866	30	.001
Actividad Extracurricular	.889	30	.005

Como resultado de la prueba de Shapiro Wilk, la primera variable obtuvo un nivel de significancia de 0.001 y la segunda variable un valor de 0.005. Dado que ambos valores cuentan con un nivel de significancia menor a 0.05, se infiere que los datos no siguen una distribución normal. Estos resultados rechazan la Hipótesis nula "H_0", debido a que esta cuenta con una distribución normal y la Hipótesis Alterna "H_a" sugiere lo contrario. En consecuencia, se determinó que el coeficiente Rho

de Spearman es la opción más adecuada para medir la relación entre las variables.

TABLA IX
ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Correlaciones				
			Sistema Experto	Actividades Extracurriculares
Rho de Spearman	Sistema Experto	Coeficiente de Correlación	1.000	.690**
		Sig. (bilateral)	.	.001
		N	30	30
	Actividades Extracurriculares	Coeficiente de correlación	.690**	1.000
		Sig. (bilateral)	.001	.
		N	30	30

El análisis de los resultados arrojó un valor de significación bilateral de 0.001, lo que indicó una correlación estadísticamente significativa. En consecuencia, se rechaza la Hipótesis nula (H_0) y se acepta la Hipótesis alternativa (H_a). Esto sugiere que es altamente improbable que esta relación haya surgido al azar.

Además, se identificó una correlación positiva moderada a fuerte entre la variable 1, sistema experto basado en lógica difusa y la variable 2, recomendación de actividades extracurriculares. Por lo tanto, se concluye que el uso de este sistema tiene una correlación directa con la recomendación de actividades extracurriculares para estudiantes de secundaria, mejorando la personalización de las sugerencias y consolidando a los sistemas expertos como herramientas valiosas para la toma de decisiones en el ámbito educativo.

VI. DISCUSIÓN

El sistema generó recomendaciones personalizadas considerando el perfil psicológico de los estudiantes. La encuesta realizada mediante Google Forms evidenció una aceptación positiva, donde el 80% de los estudiantes evaluaron las recomendaciones como adecuadas. Además, el análisis estadístico mostró una correlación positiva moderada a fuerte (coeficiente Rho Spearman: 0.690; significancia bilateral: 0.001), rechazando la hipótesis nula y validando que existe una correlación entre el sistema experto y las actividades extracurriculares.

El uso de lógica difusa permitió manejar la diversidad de preferencias, ofreciendo varias opciones adaptadas a intereses y habilidades. Este enfoque es consistente con investigaciones previas, como se indicó en [9], donde destacó la capacidad de los sistemas expertos para evitar decisiones arbitrarias. De manera similar, los estudios presentados en [10] y [12] refuerzan la pertinencia del uso de enfoques tecnológicos en la toma de decisiones educativas, señalan la importancia de adaptar las recomendaciones al perfil individual.

Los resultados del cuestionario indican que las actividades extracurriculares son percibidas como altamente sociales (100% de los encuestados), aunque un pequeño porcentaje (3.3%) reportó dificultades para equilibrarlas con otras obligaciones. Esto sugiere posibles mejoras, como la incorporación de opciones para estudiantes con diferentes estilos sociales o restricciones de tiempo.

El sistema aborda desafíos relacionados con la complejidad de alinear los intereses y capacidades de los estudiantes, estableciendo una correlación significativa entre el uso de un sistema experto basado en lógica difusa y la recomendación de actividades extracurriculares. A pesar de su efectividad, el sistema podría optimizarse para casos específicos, ajustando recomendaciones según las necesidades individuales y explorando enfoques híbridos como la inteligencia artificial y redes neuronales para una mayor personalización en el futuro.

VII. CONCLUSIONES

Se concluye que existe una correlación positiva moderada a fuerte entre el sistema experto basado en lógica difusa y la recomendación de actividades extracurriculares para estudiantes de secundaria, con un coeficiente de correlación de Spearman (ρ) de 0.690. Este resultado sugiere que el sistema experto contribuye significativamente a una selección adecuada de actividades extracurriculares, validando su utilidad como herramienta de apoyo en la toma de decisiones educativas.

En cuanto al primer objetivo específico, la correlación de los parámetros difusos, como intereses y habilidades de los estudiantes, en las recomendaciones de actividades extracurriculares ha quedado demostrada mediante los resultados obtenidos en el instrumento empleado. La lógica difusa permite personalizar las recomendaciones de acuerdo con las características de cada estudiante, reflejando una alta satisfacción con las sugerencias proporcionadas.

Con relación al segundo objetivo específico de analizar la relación entre el desarrollo del sistema experto, utilizando Python, la librería Skfuzzy para la lógica difusa y Tkinter para la interfaz gráfica, se identificó que la implementación conjunta de estas tecnologías permitió establecer una correlación significativa. El uso de la lógica difusa mediante Skfuzzy facilitó el procesamiento de las entradas proporcionadas por los estudiantes, mientras que Tkinter ofreció una interfaz amigable para los usuarios. Esto evidenció que el diseño técnico del sistema experto tiene una relación directa con la calidad y personalización de las recomendaciones generadas.

Para el tercer objetivo específico, los cuestionarios aplicados reflejaron una respuesta positiva hacia el sistema,

indicando una correlación efectiva entre los parámetros utilizados y los intereses de los estudiantes. Indicando que el sistema experto fue efectivo en las sugerencias de actividades extracurriculares, brindando una experiencia positiva hacia los estudiantes al recibir recomendaciones relevantes y satisfactorias.

Finalmente, sobre el cuarto objetivo específico, el uso de la lógica difusa en el desarrollo del sistema experto permitió de manera efectiva la incertidumbre en los datos de entrada, generando recomendaciones personalizadas y ajustadas a los interés y habilidades de los estudiantes. La formulación de las reglas y la interpretación de los resultados suele representar un desafío, las ventajas de la lógica difusa, como su flexibilidad y capacidad de adaptación, validaron su implementación en la recomendación de actividades extracurriculares.

VIII. TRABAJOS FUTUROS

Para futuras investigaciones relacionadas con este tema de estudio, se recomienda lo siguiente:

- Migrar el sistema hacia una arquitectura basada en aplicación móvil. Esta transición permitirá un acceso más ágil y recurrente a la información por parte de múltiples usuarios de diversos dispositivos, eliminando barreras demográficas y facilitando su implementación a nivel institucional [16].
- Incorporar técnicas de aprendizaje supervisado y no supervisado. La implementación de estos enfoques permitirá que el sistema sea más preciso, flexible y capaz de generar mejores recomendaciones de actividades extracurriculares para diversas poblaciones de estudiantes [17].

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar sus más sinceros agradecimientos a la licenciada en psicología Lida Andrea Gutierrez Villa, cuyo apoyo fue fundamental en el desarrollo de esta investigación. Su colaboración en la validación de la prueba psicológica y análisis de la correlación de las variables psicológicas de cada actividad extracurricular fue fundamental para el desarrollo de este estudio. Gracias a su experiencia y dedicación, se ofreció una visión más profunda y precisa sobre la correlación de los factores psicológicos en la selección de actividades extracurriculares, lo cual, enriqueció los resultados.

REFERENCIAS

[1] M. Del Rosario López Sauceda, C. C. N. Benítez, F. G. A. Romero, y N. S. C. Frías, «Factores predictores del consumo de drogas en estudiantes de secundaria», PSICUMEX, vol. 13, pp. 1-28, dic. 2023, doi: 10.36793/psicumex.v13i1.551.

[2] M. Fernandez-Haddad y R. C. L. Gonzalez, «Key Factors that Influence School Dropouts Amongst Adolescents in Marginalized Urban Areas of Mexico», Journal Of Nonprofit & Public Sector Marketing, vol. 35, n.o 5, pp. 494-520, oct. 2021, doi: 10.1080/10495142.2021.1982111.

[3] "Análisis de la deserción estudiantil en la Facultad de Informática Mazatlán", RECEA-UAS, vol. 2, no. 1, pp. 25–34, Oct. 2024, Accedido el 10 de diciembre de 2024. [En línea]. Available: https://revistas.uas.edu.mx/index.php/RECEAUAS/article/view/767

[4] D. J. L. Maldonado, I. A. G. Neira, J. P. R. Ambi, M. De Lourdes Diaz Triviño, y P. S. . R. Cabezas, «Identificación de los factores de la deserción académica en el sistema educativo del ecuador», Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, vol. 7, no 2, pp. 11121-11136, jun. 2023, doi: 10.37811/cl_rcm.v7i2.6190.

[5] Y. M. R. Díaz y B. L. P. Uchuari, «consumo de alcohol en estudiantes de educación básica superior de una ciudad en Ecuador», Horizontes Revista de Investigación En Ciencias de la Educación, vol. 5, n.o 20, pp. 1053-1059, oct. 2021, doi: 10.33996/revistahorizontes.v5i20.256.

[6] F. Ccopa-Quispe, D. Fuster-Guillén, K. Rivera-Paipay, Y. Pejerrey-Rivas, y M. T. Yupanqui-Bustamante, «Factores de la delincuencia juvenil en el Perú desde el enfoque preventivo», Eleuthera, vol. 22, n.o 2, pp. 149-169, dic. 2020, doi: 10.17151/eleu.2020.22.2.10.

[7] «Boletín estadístico - mayo 2024», Informes y Publicaciones - Programa Nacional de Centros Juveniles - Plataforma del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/pronacej/informes-publicaciones/5722800-boletin-estadistico-mayo-2024

[8] «Estadísticas de criminalidad, seguridad ciudadana y violencia. Enero-Marzo 2024», Informes y Publicaciones - Instituto Nacional de Estadística E Informática - Plataforma del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/5738344-estadisticas-de-criminalidad-seguridad-ciudadana-y-violencia-enero-marzo-2024

[9] E. Anguiano-Bello, B.-N. Carrillo-Quiroz, Areli, Taboada-Vazquez, and Javier, "ECORFAN Journal-Republic of Colombia Expert System for choose extracurricular Activities Sistema experto para elegir actividades extracurriculares," 2018. [En línea]. Available: www.ecorfan.org/republicofcolombia

[10] N. Rawat, A. Rastogi, K. Jaiswal, and A. Nigam, "Analysis of relationship between extracurricular activities and academic performance by computational intelligence," in 2014 Innovative Applications of Computational Intelligence on Power, Energy and Controls with their impact on Humanity (CIPECH), IEEE, Nov. 2014, pp. 472–475. doi: 10.1109/CIPECH.2014.7019087.

[11] P. F. Oliveira and P. Matos, "Introducing a Chatbot to the Web Portal of a Higher Education Institution to Enhance Student Interaction," in ASEC 2023, Basel Switzerland: MDPI, Dec. 2023, p. 128. doi: 10.3390/ASEC2023-16621.

[12] R. Moreno, Joyanes Luis, M. Lillyana, D. Néstor, and Tabares Valentina, "Modelo para personalización de actividades educativas aprovechando la técnica de Razonamiento basado en Casos (RbC)," revista científica iberoamericana de tecnología educativa., 2015.

[13] I. Kotsyuba, A. Shikov, and A. Mihailov, "Parametric optimization the automated plan of extracurricular activities of students by means of information technologies," Mater Today Proc, vol. 81, pp. 682–689, 2023, doi: 10.1016/j.matpr.2021.04.152.

[14] T. Samavat et al., "A Comparative Analysis of the Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems for MPPT of an Islanded PV System," Int J Energy Res, vol. 2023, 2023, doi: 10.1155/2023/7676113.

[15] H. Singh and Y. A. Lone, Deep Neuro-Fuzzy Systems with Python: With Case Studies and Applications from the Industry. Apress Media LLC, 2020. doi: 10.1007/978-1-4842-5361-8.

[16] L. N. Hernández & L. V. Pérez Desarrollo de una aplicación móvil para la gestión y acceso a la información de actividades extracurriculares para instituciones de educación superior. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/10882/14292

[17] J. Chen, Z. Zhu, H. Li, W. Jiang, G. Jeon, y Y. Qian, «A data augmentation model integrating supervised and unsupervised learning for recommendation», *Scientific Reports*, vol. 15, n.o 1, feb. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-88858-9.