

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**Sistema experto para el diagnóstico del trastorno de déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en estudiantes universitarios**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR**

**Sergio David Velasquez Velasquez**

**ASESOR**

**Mariana Chavarry Chankay**

<https://orcid.org/0000-0001-5136-7177>

**Chiclayo, 2024**

**Sistema experto para el diagnóstico del trastorno de déficit de  
atención con hiperactividad (TDAH) en estudiantes universitarios**

PRESENTADA POR

**Sergio David Velasquez Velasquez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

APROBADA POR

María Garcia Aranguri  
PRESIDENTE

Huiler Juanito Mera Montenegro  
SECRETARIO

Mariana Chavarry Chankay  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A mi madre, Verónica Velásquez, quien ha sido mi guía, mi apoyo incondicional y mi mayor inspiración. Gracias por creer en mí y por alentarme a perseguir mis sueños.

A mi hermana, Fernanda Padilla, por ser el mejor ejemplo a seguir y mi inspiración para actuar correctamente.

Y finalmente, a mis abuelos Luis y Nélida, quienes siempre estuvieron ahí de manera incondicional impulsándome en cada etapa de mi formación como persona y profesional.

## **Agradecimientos**

A mi asesora de tesis, la Ingeniera Chávarry Chankay Mariana, por su orientación experta, su dedicación y su constante apoyo a lo largo de todo el proceso, su sabiduría y conocimiento

han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Y finalmente a mi amigo, Alonso Martínez de la escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, por su apoyo y consejos en el transcurso de esta gran etapa de mi vida.

## Informe Final

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>20%</b>	<b>19%</b>	<b>8%</b>	<b>10%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.umsa.bo</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Internacional de la Rioja</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>dspace.unach.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
	<b>II.1. Antecedentes .....</b>	<b>12</b>
	<b>II.1.1. Antecedentes internacionales .....</b>	<b>12</b>
	<b>II.1.2. Antecedentes nacionales .....</b>	<b>14</b>
	<b>II.1.3. Antecedentes locales .....</b>	<b>16</b>
	<b>II.2. Bases teórico científicas .....</b>	<b>18</b>
	<b>II.2.1. Sistemas Expertos .....</b>	<b>18</b>
	<b>II.2.2. Trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH) .....</b>	<b>20</b>
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
	<b>III.1. Tipo de investigación .....</b>	<b>22</b>
	<b>III.1.1. Diseño de investigación .....</b>	<b>22</b>
	<b>III.1.2. Población, muestra y muestreo .....</b>	<b>22</b>
	<b>III.2. Métodos de investigación .....</b>	<b>23</b>
	<b>III.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>23</b>
	<b>III.4. Procedimientos .....</b>	<b>38</b>
	<b>III.4.1. Metodología de desarrollo .....</b>	<b>38</b>
	<b>III.4.2. Producto acreditable .....</b>	<b>41</b>
	<b>III.4.3. Manual de usuario .....</b>	<b>42</b>
	<b>III.5. Matriz de consistencia .....</b>	<b>43</b>
	<b>III.6. Consideraciones éticas .....</b>	<b>37</b>
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
	<b>IV.1. En base a la metodología utilizada .....</b>	<b>38</b>
	<b>IV.1.1. Fase #1: Planificación .....</b>	<b>38</b>
	<b>IV.1.2. Fase #2: Diseño .....</b>	<b>45</b>
	<b>IV.1.3. Fase #3: Codificación .....</b>	<b>50</b>
	<b>IV.1.4. Fase #4: Pruebas .....</b>	<b>61</b>
	<b>IV.2. En base a los objetivos de la investigación .....</b>	<b>68</b>
	<b>IV.2.1. Identificar el algoritmo del Sistema Experto para determinar el nivel de trastorno de déficit de atención en estudiantes .....</b>	<b>68</b>

IV.2.2.	Construir un modelo basado en reglas.....	70
IV.2.3.	Obtener una valoración favorable en la usabilidad del sistema, medida en base al Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) .....	70
IV.2.4.	Obtener un aceptable nivel de eficacia del Sistema Experto .....	73
IV.3.	Impactos esperados .....	73
IV.3.1.	Impactos económicos .....	73
IV.3.2.	Impactos sociales .....	73
IV.3.3.	Impactos en tecnología .....	74
IV.3.4.	Impactos en la formación de cadenas productivas .....	74
V.	DISCUSIÓN .....	74
VI.	CONCLUSIONES .....	77
VII.	RECOMENDACIONES .....	78
VIII.	REFERENCIAS .....	79
IX.	ANEXOS .....	83
	ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS....	83
	ANEXO N° 02. MANUAL DE USUARIO.....	84
	ANEXO N° 03. ENCUESTA DE FACILIDAD DE USO Y UTILIDAD PERCIBIDA BASADA EN EL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA(TAM)	96
	ENCUESTA DE FACILIDAD DE USO Y UTILIDAD PERCIBIDA BASADA EN EL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM) .....	98
	ENCUESTA DE FACILIDAD DE USO Y UTILIDAD PERCIBIDA BASADA EN EL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM) .....	100

## Resumen

En la presente investigación se implementó un sistema experto para apoyar en el diagnóstico del Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) en estudiantes universitarios, integrando la metodología Buchanan a la metodología ágil Extreme Programming (XP) para abarcar desde los requerimientos del sistema hasta las pruebas y validaciones. El sistema experto (SE) está basado en sesenta y cuatro reglas previamente definidas junto al psicólogo experto y con base en el manual DSM-V de la Asociación Americana de Psiquiatría (APA), teniendo en cuenta tres síntomas principales: inatención, hiperactividad e impulsividad que, al ser evaluadas a través de preguntas, se determinó el nivel de TDAH presentado. Para ello, se logró identificar el algoritmo óptimo, se implementó el modelo basado en reglas y, adicionalmente, fue validado por el psicólogo experto, quien determinó un nivel de eficacia alto demostrado por los diagnósticos acertados del SE comparados con los suyos; y se obtuvo una valoración favorable por profesionales en Tecnologías de Información, medido en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), basado en los criterios de Facilidad de Uso y Utilidad Percibida.

**Palabras clave:** experto, TDAH, diagnóstico

## **Abstract**

In the present investigation, an expert system was implemented to support the diagnosis of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in university students, integrating the Buchanan methodology to the agile Extreme Programming (XP) methodology to cover from system requirements to testing and validation. The expert system is based on sixty-four rules previously defined together with the expert psychologist and based on the DSM-V manual of the American Psychiatric Association, taking into account three main symptoms: inattention, hyperactivity and impulsivity that, when evaluated to a Through questions, the level of ADHD presented was presented. For this, the optimal algorithm was identified, the rule-based model was implemented and, in addition, it was validated by the expert, who concluded a high level of efficiency demonstrated by the correct diagnoses of expert system compared to their own; and a favorable assessment was obtained by Information Technology professionals, measured in the Technological Acceptance Model (TAM), based on the criteria of Ease of Use and Perceived Utility.

**Keywords:** expert, ADHD, diagnosis

## I. INTRODUCCIÓN

El trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) es una alteración del neurodesarrollo que se caracteriza por la inatención, hiperactividad e impulsividad [1]. Anteriormente, se pensaba que solo afectaba a niños, pero en realidad comienza en la infancia y puede perdurar hasta la edad adulta con síntomas que cambian con el tiempo [2]. Por ello, es importante diagnosticar y tratar el TDAH de manera temprana y precisa, ya que puede afectar la calidad de vida y el desempeño académico o laboral de los pacientes. Un sistema experto para el diagnóstico del TDAH en estudiantes universitarios puede ser una herramienta de gran valor para los profesionales de la salud y la educación, ya que les permite identificar de manera precisa a aquellos que necesitan tratamiento y proporcionarles un plan de atención personalizado, mejorando así la calidad del tratamiento, el rendimiento académico y la tasa de retención de los estudiantes universitarios, lo que puede tener un impacto positivo en su futuro académico y profesional.

A nivel mundial, no hay datos precisos sobre el porcentaje de personas que sufren esta enfermedad, sin embargo, se estima que está comprendida entre el 2 y 12% en infantes y 2.5 y 5% en adultos, siendo África y Sudamérica las regiones con mayor prevalencia [3]. En Bolivia, y con el fin de apoyar en la detección del TDAH a temprana edad, Mendoza [4] plantea un sistema experto basado en lógica difusa, logrando resultados con un porcentaje de acierto alto comparados a los del experto y en menor tiempo; lo que permite tener soluciones tempranas para detectar este trastorno y ayudar a los estudiantes en su proceso educativo. Ello demuestra que los sistemas expertos ayudan a realizar diagnósticos eficaces y a tiempo.

En Latinoamérica, de acuerdo con La Liga Latinoamericana para el Estudio del TDAH [5], existen 36 millones de personas afectadas, teniendo a menos de un 25% de estos recibiendo un tratamiento adecuado. En Perú, la prevalencia del TDAH varía entre 5 a 10% [6]. Y si bien, el TDAH no tiene cura, al detectarlo se puede dar un tratamiento idóneo y reducir sus consecuencias. Por ello, sistemas expertos como el que plantea Rubina [7] ayudan a detectar este tipo de trastornos basados en su comportamiento; no

obstante, es importante mencionar que requieren del apoyo de un experto humano para la adquisición e implantación de una base de conocimientos y reglas que definan la probabilidad de una respuesta u otra.

A nivel nacional, el Ministerio de Educación (MINEDU) mencionó que más de 174 mil estudiantes dejaron la universidad desde enero a septiembre del 2020, mostrando un incremento en la tasa de deserción del 12% al 18.2% en un año. [8] Debido a esto, algunas universidades asignan psicólogos para dar acompañamiento a los estudiantes que tengan rendimiento escolar bajo o a los que están empezando su etapa universitaria. Para ello, utilizan métodos para detectar conductas relacionadas a algún trastorno y brindarle un tratamiento a la medida, no obstante, al no apoyarse de herramientas tecnológicas, el tiempo de detección de alguna sintomatología resulta largo y dificulta el proceso de apoyo a estudiantes que padezcan de trastornos como TDAH.

A nivel local, Ramírez [9] implementó un sistema experto para diagnosticar la conducta de estudiantes; ello basado en el modelo Procede Proceed, en el cual a través de un test psicológico se pudo determinar el tipo de conducta y la relación que podrían tener con afecciones coexistentes. Ello determina que los sistemas expertos ayudan a reconocer de manera temprana conductas irregulares en estudiantes y que son herramientas tecnológicas que, si se implementan bajo la supervisión de profesionales como psicólogos, podrían aumentar la tasa de éxito estudiantil.

Ante esta realidad, ¿de qué manera la implementación de un sistema experto ayudó a diagnosticar el TDAH en estudiantes universitarios? Frente a esta interrogante, se tuvo como objetivo principal: Implementar un sistema experto para diagnosticar el trastorno de déficit en atención con hiperactividad (TDAH) en estudiantes universitarios; como objetivos específicos: Identificar el algoritmo del sistema experto para determinar el nivel de trastorno de déficit en atención en los estudiantes; construir un modelo basado en reglas, para evaluar los diferentes síntomas que presenta el estudiante; obtener una valoración favorable en la usabilidad del sistema, medida en base al modelo de aceptación tecnológica (TAM); y obtener un aceptable nivel de eficacia del sistema experto, basado en los diagnósticos

acertados proporcionados por el sistema en contraste con los proporcionados por el experto.

Desde una perspectiva científica, los resultados de esta investigación pueden servir de ayuda para los profesionales de la salud, educadores y responsables de la toma de decisiones en las universidades a proporcionar información para el desarrollo de políticas y programas académicos orientados a los estudiantes universitarios. Tecnológicamente, el uso de un sistema experto puede brindar atención personalizada y precisa, mejorando la calidad del tratamiento y la atención médica. Socialmente, esta tecnología puede mejorar la salud mental de esta población, aumentar el rendimiento académico y reducir la tasa de deserción, lo que puede tener un impacto positivo en el futuro académico y profesional de los estudiantes.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **II.1. Antecedentes**

#### **II.1.1. Antecedentes internacionales**

Ramos y Salgado [10] narran que la Organización Mundial de la Salud considera a Ecuador en el puesto 11 en la lista de países con más casos de depresión y puesto 10 en casos de ansiedad y que, ante la falta de recursos y el aumento de trastornos, así como de equipo y personal ha provocado que la población afectada no sea diagnosticada a tiempo y de manera correcta, teniendo como consecuencia desenlaces fatales. Se utilizó una metodología orientada a agentes inteligentes, la cual se desarrolla a partir de la experiencia práctica, enfocándose en dar guía detallada y facilitando el desarrollo de las herramientas, logrando que el especialista pueda obtener un diagnóstico médico sobre el nivel de depresión y ansiedad. Finalmente, como conclusión el sistema desarrollado logró conseguir un alto grado de confiabilidad superando el 90%. Se tomó en consideración este proyecto al estar orientado a la aplicación de una solución tecnológica para diagnosticar un trastorno con algunos síntomas similares.

Mamani [11] narra como problemática la existencia de una población comprendida entre 20 y 26 años que presentan síntomas de distimia (trastorno depresivo persistente) y que optan por no realizarse evaluaciones psicológicas, poniendo en peligro su salud mental al no ser diagnosticados y teniendo consecuencias negativas al pasar de los años. La metodología utilizada es Buchanan, la cual se esquematiza en cinco apartados: identificación, conceptualización, formalización, implementación y testeado o prueba. Como resultados de la investigación se logró cumplir con los objetivos planteados mediante las fases de la metodología mencionada, además de ofrecer un diagnóstico de distimia más confiable para disminuir los casos de los no diagnosticados. El valor agregado se relaciona al uso de reglas difusas que parten de base para la construcción del sistema experto (SE). Finalmente, las conclusiones de este trabajo de investigación señalan que se obtuvieron diagnósticos de distimia más confiable; la implementación del SE basado en lógica difusa permitió un desarrollo enfocado en el conocimiento del experto contribuyendo al nivel de confianza obtenido en los resultados del diagnóstico. Se tomó en cuenta esta tesis debido a que está orientada a la implementación de un SE para diagnosticar un trastorno en un grupo etario similar al que se presenta en esta investigación.

Alapa [12], en su tesis sobre evaluación de trastornos de conducta en niños de cinco a diez años de edad, menciona que en Bolivia la falta de conocimiento y el desinterés sobre la salud mental en la población infantil, han generado que los diagnósticos sean trabajosos y tardíos, en este sentido varias familias han optado por no realizar estos diagnósticos preventivos, teniendo como consecuencia la presencia de alteraciones en el comportamiento, agresividad, dificultad en el aprendizaje, hiperactividad en los infantes. La metodología utilizada es Buchanan para la adquisición del conocimiento mediante el experto, y Mobile-D porque satisface los requerimientos necesarios, ya que es una mezcla de muchas técnicas, principalmente Extreme Programming. Obteniendo como resultados alcanzar el objetivo general planteado, ofreciendo una adecuada toma de decisiones y un

uso óptimo de la información. El valor agregado de la investigación es la aplicación de redes neuronales junto a la integración del manual DSM-5. Finalmente, las conclusiones de este trabajo de investigación mencionan que el sistema experto logró la adquisición del conocimiento obtenido a través del manual, llegando a brindar un apoyo para la evaluación de trastornos de conducta. Se tomó en consideración el presente trabajo al estar orientado en el desarrollo de un SE para evaluar y diagnosticar los trastornos de conducta, junto a la integración del manual DSM-V como parte de la solución.

### **II.1.2. *Antecedentes nacionales***

Pocco [13], en su trabajo de investigación sobre la implementación de un sistema experto para diagnosticar el trastorno depresivo en base a redes neuronales (RNA) en un centro de salud, menciona que los psicólogos se encuentran limitados al lograr un diagnóstico adecuado de la depresión en sus pacientes, debido a que solo cuentan con un método de evaluación basado en el Inventario de Depresión de Beck (BDI-II), poco preciso y confiable al no considerar la sintomatología compleja. Se propuso a RUP como metodología de desarrollo, para definir el alcance, objetivos y las funciones del sistema, logrando como resultados el desarrollo de un modelo de diagnóstico basado en RNA junto a la adaptación del BDI-II. El valor agregado de esta tesis se centra en el uso de RNA como solución para realizar un diagnóstico en diferentes áreas. Finalmente, las conclusiones de este trabajo mencionan que se logró brindar un diagnóstico general y específico, para tener un mayor detalle. Así también, el sistema experto servirá como apoyo a los profesionales de psicología, ya que es eficaz en el diagnóstico, pudiendo minimizar las horas de trabajo del personal de salud. Se tomó en consideración el presente trabajo al tener como base de reglas a un cuestionario de la Psicología, mismo caso para esta investigación que se basa no solo del conocimiento del experto, sino también del manual DSM-V.

Medrano [14], en su trabajo de investigación enfocado en el diseño y

desarrollo de un SE para diagnosticar la desnutrición en menores de dos años en Chuquimarca, narra que en un centro de salud existen deficiencias en los procesos de diagnóstico de la desnutrición, debido a que los encargados del área de Pediatría no pueden determinar de manera rápida y eficaz los casos de desnutrición. Como metodología se utilizó Buchanan, al permitir la interacción directa con el experto del área, obteniendo como resultado que implementar el sistema experto ayuda a diagnosticar la desnutrición el grupo etario mencionado anteriormente. Finalmente, como conclusión se menciona que el SE ha mejorado el diagnóstico de la desnutrición en esos niños, aumentando el nivel de satisfacción del personal y los usuarios. La razón por la que se consideró este trabajo es porque se alinea con la solución planteada en las ciencias de la salud teniendo como soluciones a sistemas expertos.

Vilcacuri y Rodriguez [15], en su investigación para diagnosticar la ansiedad usando Sistemas Expertos basados en un test psicológico, menciona que la ansiedad puede ser complicada de diagnosticar al ser un trastorno psicológico que puede presentarse con sintomatología diversa y que debe ser analizada cuidadosamente; por ello, profesionales como psicólogos invierten mucho tiempo para obtener un diagnóstico preciso de la ansiedad. Como metodología se utilizó CommonKADS, obteniendo como resultado la reducción del tiempo en la obtención de los diagnósticos de ansiedad. El valor agregado está enfocado a la implementación de un SE basado en un test de psicología para conocer el nivel de ansiedad. Finalmente, el autor concluye que el SE podría agilizar el resultado del diagnóstico de la ansiedad, ofreciendo un servicio de calidad a los universitarios y siendo una gran ayuda para el psicólogo y la universidad. La razón por la que se consideró este trabajo es por la utilización de una herramienta (test psicológico) implementada con un SE en una realidad similar y con la misma población (estudiantes universitarios)

Rubina [7], en su tesis sobre la implementación de un SE para apoyar el

diagnóstico del trastorno del espectro en niños, presenta como problemática la falta de desarrollo de sistemas o herramientas que sirvan de apoyo y permitan a los expertos diagnosticar el trastorno del espectro autista con mayor rapidez, para así llegar a un mejor tratamiento, ya que se menciona que dicho trastorno puede generar problemas en la comunicación, conducta y socialización del individuo. Se utilizó una metodología de Ingeniería de Conocimiento (IC) para transformar el conocimiento del experto a un formalismo computacional. Se obtuvo como resultados de la investigación el desarrollo de una herramienta que permite a los expertos diagnosticar el trastorno de autismo con mayor rapidez. El valor agregado se centra en el uso de RNA como solución al diagnóstico en diferentes áreas al ser eficaz y lograr que los resultados sean fiables con un tiempo de respuesta óptimo. Finalmente, las conclusiones de este trabajo mencionan que los SE son necesarias para realizar diferentes actividades, como si se tuviese a un experto de cualquier área al alcance. Se tomó en consideración el presente trabajo al estar orientado en la implementación de un SE como solución de apoyo para el diagnóstico de un trastorno.

### **II.1.3. Antecedentes locales**

Ramírez [9] narra como problemática que un diagnóstico precoz del comportamiento de los alumnos es vital para evitar un manejo inadecuado de sus emociones, siendo importante en nuestra sociedad por la poca importancia que se ha dado a la psicología en las escuelas. Como metodología se utilizó a Jhon Durkin, obteniendo como resultado la implementación de un SE, permitiendo realizar un diagnóstico de la conducta del alumno y caracterizarlo. Finalmente, el autor concluye que, al hacer uso de la IA, esta investigación podría ser un importante aporte en la ciencia de la salud educativa. La relación que se tiene con este trabajo es porque está dirigido a la implementación de un SE para diagnosticar las conductas en estudiantes preuniversitarios.

Vásquez [16] narra que las medidas tradicionales de disciplina son difíciles de aplicar en niños que padecen TDAH, presentándose sin resultados positivos. Para ello, se empleó una metodología basada en juegos para ayudar a integrar a todos los niños en un mismo ambiente educativo. Los resultados obtenidos demuestran que la gran mayoría de niños, en el caso de estudio, presentan señales de distracción cuando se explica algún juego, poca participación, descuido, poca expresión, entre otros. Finalmente, entre las conclusiones tenemos que se pueden lograr una integración escolar basado en las Teorías Psicológicas del Juego; la propuesta presentada con diferentes tipos de juegos resuelve el problema presentado; los niños con hiperactividad alta se caracterizan por presentar dificultades al expresarse, por ser inquietos, con problemas de conducta, muy activos y con baja capacidad para aprender.

Regalado [17], en su investigación sobre el TDAH en estudiantes de dos universidades en Chiclayo, presenta la problemática enfocada en la determinación de cuántos alumnos podrían presentar características enfocadas a este trastorno. El estudio fue cuantitativo, con una muestra de universitarios de la facultad de Medicina del primero al sexto año. Los resultados demuestran que la prevalencia de TDAH en estudiantes de ambas universidades es cercana al 15% teniendo a la hiperactividad como el subtipo clínico más frecuente. Finalmente, las conclusiones señalan que el TDAH es un trastorno frecuente en las casas de estudios superiores y que deberían tratarse a tiempo, ya que podría traer consecuencias como bajo rendimiento académico y hasta la deserción estudiantil. La relación de esta investigación se enfoca en la realidad de estudio, es decir, la determinación de este trastorno en estudiantes de dos universidades.

## II.2. Bases teórico científicas

### II.2.1. Sistemas Expertos

Los sistemas expertos (SE) están basados en computadoras, presentando confiabilidad, y siendo interactivos pueden tomar decisiones y resolver problemas de menor a mayor complejidad. Teniendo como el más alto nivel de inteligencia y experiencia humana a la toma de decisiones [18]. Entre ellos se tiene la particularidad de que los niveles de errores son cero; teniendo niveles de precisión que puede funcionar en una herramienta de cómputo.

#### II.2.1.1. Componentes de los Sistemas Expertos

Los componentes son [19]:

- **Base del conocimiento**, es la que representa las reglas y hechos que almacenan el conocimiento con procedimientos basados en el dominio.
- **Motor de inferencia**, es el conocimiento en base a las reglas del conocimiento, donde existen nuevos hechos que se proporcionan en una base de datos.
- **Módulo de adquisición del conocimiento**. Son los sistemas que permiten adquirir de diversas fuentes, para obtener la base del conocimiento.
- **Interfaz del usuario**. Este módulo ha explicado al usuario como se debe conformar el funcionamiento de las componentes, como también los resultados del usuario.

Debido a su flexibilidad, la aplicación es diversa, desde la gestión en la información, instalaciones médicas, servicios de ayuda, gestión en el desempeño de empleados, análisis de préstamos, optimización en almacenes, planificación y programación, configuración, toma de decisiones, entre otras.

#### II.2.1.2. Tipos de Sistemas Expertos

El uso de sistemas expertos se ha convertido en una

adaptación a la multitud de sectores, en que se aplican algunos tipos, tales como: Basados en reglas, Basados en casos, Basados en redes bayesiana [20].

Para la presente investigación se trabajó con un sistema experto basado en reglas, debido a que se utilizan reglas lógicas explícitas que pueden ser fácilmente entendidas y validadas por expertos humanos. Esto facilita la interpretación y explicación de las decisiones tomadas por el sistema.

### II.2.1.3. Características de los Sistemas Expertos

Los diversos programas cumplen con ciertos beneficios, estos tienen una estructura, de la siguiente forma: Estructura, Subsistema, Base del conocimiento, Base de hechos, Motor de inferencia y subsistema de justificación.

### II.2.1.4. Metodologías de Sistemas Expertos

Tabla 1. Metodologías de desarrollo de los Sistemas Expertos [21]

METODOLOGIAS	DESCRPCIÓN	FASES
Jhon Durkin	Cuenta con una invariable comunicación con el experto para la recolección, el análisis y proceso de la información. Además, en una de las fases contiene la documentación que es muy importante en la implementación de un sistema experto.	Fase 1: Evaluación Fase2: Adquisición del conocimiento Fase3: Diseño Fase4: Pruebas Fase5: Documentación Fase6: Pruebas
Buchanan	Constante comunicación entre el ingeniero y el especialista.	Fase1: Inicio Fase2: Identificación Fase3: Conceptualización Fase4: Formalización Fase5: Implementación Fase6: Mantenimiento
Ideal	Estudio de viabilidad en sistemas basados en conocimientos. Propone un ciclo de vida de manera espiral, adaptándolo al desarrollo del software actual. Generándolo reutilizable, integrable, contando con múltiples modelos computacionales.	Fase1: Reconocimiento de la tarea. Fase2: Construcción del prototipo. Fase3: Implementación de la construcción del sistema integrado. Fase4: Intervención para conseguir el mantenimiento perfecto. Fase5: Lograr una adecuada transferencia tecnológica.
Grover	Cada etapa cuenta con su documentación, reemplazando parcialmente al experto. Siendo esta guía para los usuarios y diseñadores.	Fase1: Dictamen del dominio. Fase2: Representación del conocimiento fundamental. Fase3: Afianzamiento del conocimiento basal.
Mixta	Puede reemplazar de manera parcial al especialista. Une todos los puntos más importantes de las metodologías que ya existen en las diversas áreas.	Fase1: Estudio Preliminar Fase2: Desarrollo de prototipos. Fase3: Desarrollo del sistema. Fase4: Evaluación final. Fase5: Mantenimiento
Common Kads	Consta con un tipo de vida de manera espiral, proporcionando una estructura durante la realización del sistema computarizado.	Fase1: Análisis Fase2: Diseño Fase3: Implantación del sistema. Fase4: Instalación. Fase5: Uso Fase6: Mantenimiento

Huertas [21] propone las metodologías presentadas en la

*Tabla 1* para los Sistemas Expertos. Para esta investigación se aplicó la metodología Buchanan, ya que permite una interacción constante entre el psicólogo experto y el investigador.

#### **II.2.1.5. Algoritmos**

Son las diferentes sentencias y sub-sentencias que se encuentran en el soporte tecnológico que utilice el programador. Si bien, existe una serie de cantidad de ciclos que permiten una mayor o menor participación en la frecuencia de participación, los algoritmos más usados para estos casos son: Rete, Eager Evaluation y Lazy Evaluation.

#### **II.2.2. Trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH)**

Durante muchos años, el trastorno por déficit de atención con o sin hiperactividad, ha sido una alteración de la función ejecutiva del cerebro, la cual se diagnostica principalmente a niños debido a la capacidad de aprendizaje que tiene respecto a retrasar sus respuestas como también en sus conductas o emociones, donde hace frente a demandas de patologías neuro comportamentales, donde se encuentran en una edad juvenil o infantil, teniendo una prevalencia alrededor del 5% [22].

Barrio [23] menciona que a partir de 1900 fue creciendo el interés por la adopción a diversas denominaciones, las cuales fueron apareciendo diagnósticos de forma manual con diferentes nomenclaturas, sin embargo, a partir de 1994, en la asociación psiquiátrica americana le puso el nombre a lo que se conoce como: TDAH, lo cual a través de estudios de neuro imágenes y genéticos, se logra entender y reconocer el impacto que tiene el desarrollo social y académico.

##### **II.2.2.1. Manifestaciones clínicas acerca del TDAH**

La impulsividad inesperada que tienen los niños y el coeficiente intelectual hacen que existan síntomas que pueden ir disminuyendo a partir de un contexto dependiente, la cual se encuentra organizada por diferentes

factores, como es el caso de la intensidad en la cantidad de horas de concentración, sea a través de videojuegos, algunos como problemas que confluyen, como es el tema de externalidades (conductuales), en el caso de las niñas, se demuestra a través de la ansiedad, depresión. En algunos casos, la incapacidad de mantener un adecuado nivel de tareas u órdenes como es el caso de olvidos, pérdidas de cosas, no atiende al signo matemático, y su rendimiento académico siempre es menor al promedio [24].

#### **II.2.2.2. Manifestaciones clínicas acerca del TDAH**

La impulsividad inesperada que tienen los niños y el coeficiente intelectual hacen que existan síntomas que pueden ir disminuyendo a partir de un contexto dependiente, la cual se encuentra organizada por diferentes factores, como es el caso de la intensidad en la cantidad de horas de concentración, sea a través de videojuegos, algunos como problemas que confluyen, como es el tema de externalidades (conductuales), en el caso de las niñas, se demuestra a través de la ansiedad, depresión. En algunos casos, la incapacidad de mantener un adecuado nivel de tareas u órdenes como es el caso de olvidos, pérdidas de cosas, no atiende al signo matemático, y su rendimiento académico siempre es menor al promedio [24].

#### **II.2.2.3. Tratamiento acerca del TDAH**

Un niño o adolescente, diagnosticado con THDA, debe ser tratado a través de un plan integral de tratamiento individualizado, teniendo en cuenta el impacto en la condición de psicofármacos y conductuales, lo que permite una alteración a sus preferencias como a sus inquietudes. La formación en psicoeducación debe estar desarrollada, tanto para la familia como para el estudiante, de manera que se pueda establecer una adherencia a los tratamientos como a los síntomas centrales para reducir las dificultades conductuales [24].

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### III.1. Tipo de investigación

Basado en el Manual de Frascati [25], la presente investigación es aplicada, ya que implica el uso de conocimientos y habilidades adquiridas para mejorar o resolver desafíos específicos en un entorno concreto. Por lo tanto, la implementación de un SE puede ser un gran apoyo para los psicólogos en el diagnóstico de TDAH en estudiantes universitarios.

##### III.1.1. Diseño de investigación

*R G O1 X O2*

Donde:

R = Elección aleatoria.

G = Grupo de estudiantes universitarios.

O1 = Prueba preliminar (sin el SE)

X = Sistema experto.

O2 = Prueba después de la implementación del SE.

##### III.1.2. Población, muestra y muestreo

###### III.1.2.1. Población

Estudiantes universitarios de una universidad en la ciudad Chiclayo, siendo más de 9 mil estudiantes matriculados en sus programas de pregrado y posgrado, actualizado en 2023. [29]

###### III.1.2.2. Muestra

Se tomó en cuenta la muestra basándose en la fórmula del procedimiento para estimar su tamaño en una población finita:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

Donde:

$n$  = Tamaño de la muestra.

$Z$  = Nivel de confianza ( $Z = 1.65$ ).

$N$  = Tamaño de la población

$P$  = Probabilidad de éxito = 0.5

$Q$  = Probabilidad de fracaso =  $1 - P = 0.5$ .

$E$  = Error de estimación (en función del nivel de confianza definido.  $E = 0.11$  o 11%.

Por lo tanto:

$$n = \frac{(1.65)^2 * 0.5 * 0.5 * 9000}{0.11^2(9000 - 1) + (1.65)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 55.7 \approx 56$$

### III.1.2.3. Muestreo

Se utilizó la técnica del muestreo no probabilístico (no aleatorio) [30]. Se tomó en cuenta características de los estudiantes como el ciclo que cursan, la asignación de un psicólogo en la universidad y la edad comprendida entre 17 y 22 años.

## III.2. Métodos de investigación

Tabla 2. Métodos de investigación

Método	Descripción
Analítico	Estudiar y analizar el problema presentado en los estudiantes.
Inductivo	Determinar qué aplicación podría tener el desarrollo de la solución en esta realidad de estudio.

## III.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Elementos de población	Propósito
Entrevista	Cuestionario	Psicólogo	Recopilar información sobre la problemática presentada en estudiantes.

Encuesta	Formularios	Psicólogo	Determinar los criterios de usabilidad del Sistema Experto
Análisis Documental	Ficha de recolección de datos	Manual de la Asociación Americana de Psiquiatría.	Conocer qué criterios se consideran para determinar si una persona presenta este trastorno.

### III.4. Procedimientos

#### III.4.1. Metodología de desarrollo

Para la implementación del Sistema Experto se requirió el desarrollo de una interfaz web que permita ser intuitiva para los usuarios y que cumpla con estándares y requisitos mínimos. Para ello, se usó Xtreme Programming (XP), la cual es una metodología ágil de desarrollo de software que se destaca por su enfoque en la entrega rápida y continua de software de alta calidad, la adaptabilidad a los cambios y la colaboración constante entre el equipo de desarrollo y los clientes [26]. Presenta cuatro fases:

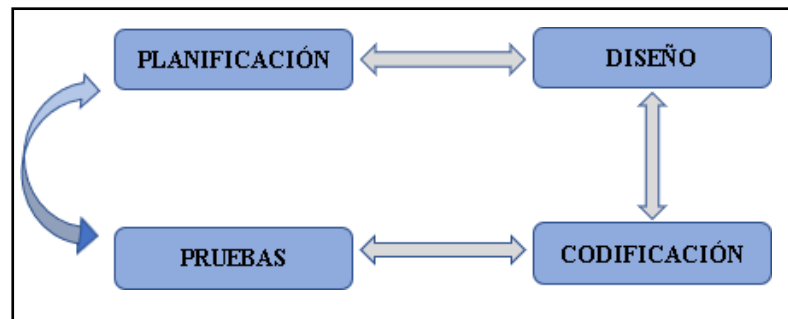


Figura 1. Fases de la metodología XP [26]

**Fase 1. Planificación:** Se establecen las prioridades y se organiza el trabajo. Se establecen las historias de usuario para la próxima iteración y se establece el orden de implementación. Se asignan tareas específicas a los miembros del equipo y se realiza una estimación de los recursos y el tiempo necesarios para cada iteración. El objetivo es tener una planificación sólida que permita un desarrollo ágil y orientado a resultados. Algunos entregables podrían ser:

- ✓ Historias de usuario

- ✓ Criterios de aceptación
- ✓ Requerimientos funcionales y no funcionales.

**Fase 2. Diseño:** Se realiza el diseño del software, tanto a nivel arquitectónico como a nivel de componentes individuales. Se definen las estructuras de datos, los algoritmos y las interfaces necesarias para implementar las funcionalidades identificadas. Se plantea diagramas, como el de base de datos, el diccionario de datos. El objetivo es establecer una base sólida para la implementación del código y garantizar un diseño claro y mantenible. Entre los entregables podemos tener:

- ✓ Glosario de términos
- ✓ Diagrama de base de datos
- ✓ Arquitectura tecnológica
- ✓ Infraestructura tecnológica

**Fase 3. Codificación:** En esta fase se lleva a cabo la implementación del código del software de acuerdo con el diseño establecido. Se suele trabajar en parejas (*pair programming*), donde uno escribe el código y el otro lo revisa y ofrece sugerencias continuas. Se busca mantener un enfoque en la simplicidad, la claridad y la legibilidad del código. El objetivo es desarrollar incrementos de software funcionales y de calidad, asegurando una colaboración efectiva y una revisión continua.

**Fase 4. Pruebas:** Se realizan pruebas para verificar y validar el software desarrollado. Se llevan a cabo pruebas unitarias para comprobar el correcto funcionamiento de los componentes y se realizan pruebas de aceptación para verificar que las funcionalidades cumplan con los requisitos establecidos. Algunas de ellas podrían ser pruebas de caja negra y caja blanca. El objetivo es asegurar la integridad funcional y la robustez del software, promoviendo la confianza en su desempeño. Entre los entregables podemos tener:

- ✓ Prueba caja negra
- ✓ Prueba de caja blanca

Esta metodología ágil ha necesitado ser desarrollada junto a la metodología Buchanan. La integración de ambas es beneficiosa para combinar los enfoques ágiles de desarrollo de software y el razonamiento del conocimiento experto.

La metodología Buchanan se basa en el modelo de ciclo de vida en cascada. Este enfoque implica un proceso de revisión constante y refinamiento del sistema implementado a través de la redefinición de conceptos y representaciones [27]. Su enfoque se centra en la interacción constante entre el experto humano y el ingeniero de conocimiento, y presenta cinco fases (Ver *figura 2*): identificación, conceptualización, formalización, implementación y validación.

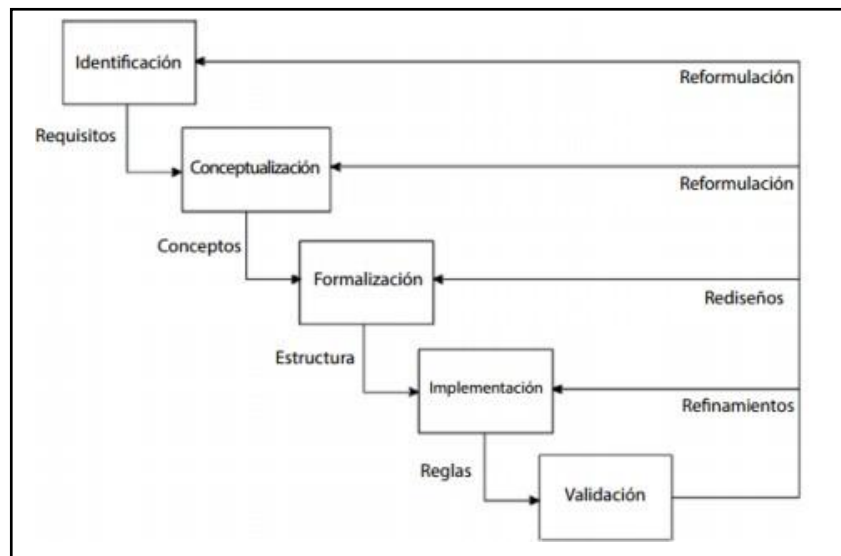


Figura 2. Ciclo de vida de la metodología Buchanan [27]

- **Fase 1. Identificación:** Se tienen entrevistas con el experto para enriquecer la información encontrada y validarla. Una vez que se identifique el problema y el dominio, se procede a definir los roles y participantes del Sistema Experto. Los entregables podrían ser:

- ✓ Participantes y sus roles en el SE.
- **Fase 2. Conceptualización:** Se procede a adquirir el conocimiento del SE; para ello, es importante obtener la información cuantitativa y cualitativa del modelo probabilístico a usar. El respaldo en documentos enfocados al campo de estudio servirá para mejorar el conocimiento.
  - ✓ Manual DSM-V de la APA.
  - ✓ Experiencia del psicólogo.
- **Fase 3. Formalización:** Se construye el modelo basado en reglas, el cual representa la base de conocimiento. La inferencia se lleva a cabo haciendo uso de un algoritmo.
  - ✓ Definición de entradas y salidas.
  - ✓ Reglas para el SE.
- **Fase 4. Implementación:** A través de reglas se plantea el modelo que permita dar como respuesta el diagnóstico. Para ello, se evalúan las entradas, se procesan y retorna el nivel de TDAH.
- **Fase 5. Validación:** Con el experto se valida que la información presentada sea correcta. Así mismo, se evalúa que el sistema experto sea eficiente y muestre resultados correctos.

### III.4.2. Producto acreditable

#### III.4.2.1. Interfaces

Se implementaron las interfaces haciendo uso del *framework* Laravel basado en MVC (Modelo Vista Controlador). Se pueden apreciar en el *ítem 4.1.2 Fase #2: Diseño, sección Interfaces del sistema, en el Capítulo IV. Resultados.*

#### III.4.2.2. Arquitectura

La arquitectura tecnológica se presenta en la *figura 9 del ítem*

*4.1.2 Fase #2: Diseño, sección Arquitectura tecnológica, en el Capítulo IV. Resultados*

**III.4.2.3. Infraestructura tecnológica**

La arquitectura tecnológica se presenta en la *figura 9 del ítem 4.1.2 Fase #2: Diseño, sección Arquitectura tecnológica, en el Capítulo IV. Resultados*

**III.4.3. Manual de usuario**

El manual de usuario sirve de apoyo para los usuarios en el uso del sistema experto implementado. Este se puede apreciar en el *Anexo N° 02*

### III.5. Matriz de consistencia

Tabla 4. Matriz de consistencia

<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>		<u>MÉTODOLÓGÍA DE INVESTIGACIÓN</u>			
¿De qué manera la implementación de un sistema experto ayudó a diagnosticar el TDAH en estudiantes universitarios?		<u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u>			
		Aplicada			
<u>OBJETIVO GENERAL</u>	<u>MÉTODO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>			
Implementar un sistema experto para diagnosticar el trastorno de déficit en atención con hiperactividad (TDAH) en estudiantes universitarios	Análítico	Estudiar y analizar el problema presentado en los estudiantes.			
	Deductivo	Determinar qué aplicación podría tener el desarrollo de la solución en esta realidad de estudio.			
	Implementación	Ejecución de la propuesta de solución (SE).			
	<u>TÉCNICAS</u>	<u>INSTRUMENTOS</u>	<u>ELEMENTOS DE LA POBLACIÓN</u>	<u>PROPÓSITO</u>	
	Entrevista	Cuestionario	Psicólogo	Recopilar información sobre la problemática.	
Encuesta	Fichas de encuestas	Psicólogo	Determinar los criterios de usabilidad del SE.		
Análisis documental	Ficha de recolección de datos	Manual DSM V de la APA (Asociación Americana de Psiquiatría)	Conocer los diferentes trastornos, síntomas y posibles tratamientos.		
<u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>			<u>INDICADORES</u>	
OE1: Identificar el algoritmo del sistema experto para determinar el nivel de TDAH	Evaluar los diferentes Sistemas Expertos y verificar qué características debe tener un algoritmo para determinar el nivel de TDAH.			<b>Para OE1:</b> Rendimiento del motor de inferencia [28]: Reglas de inferencia y estrategias de inferencia.	
OE2: Construir un modelo basado en reglas para evaluar los diferentes síntomas que presenta el estudiante.	Implementar el modelo basado en reglas (árboles de decisión), donde se permita evaluar los tres síntomas para el TDAH: Inatención, hiperactividad e impulsividad.			<b>Para OE2:</b> Síntomas con frecuencia en los últimos 6 meses [1]: Inatención, Hiperactividad e Impulsividad.	
OE3: Obtener una valoración favorable en la usabilidad del sistema, medida en base al modelo de aceptación tecnológica (TAM).	El Sistema Experto debe presentar una óptima valoración basándose en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM).			<b>Para OE3:</b> Criterios de usabilidad: Facilidad de Uso y Utilidad	
OE4: Obtener un aceptable nivel de eficacia del sistema experto, medido en base a los diagnósticos acertados proporcionados por el sistema en contraste con los proporcionados por el experto.	Verificar el nivel de eficacia del SE, tomando en cuenta los diagnósticos del SE vs. El experto humano (psicólogo).			<b>Para OE4:</b> N° aciertos del SE, N° de aciertos del experto. %Eficacia: A/B	

### III.6. Consideraciones éticas

- ✓ La información obtenida de repositorios y fuentes de investigación han sido citadas con el estilo IEEE y se muestran en el apartado de *Referencias*. Adicionalmente, la investigación ha pasado por una revisión anti-plagio mediante el software Turnitin.
- ✓ Se aplicó entrevistas y encuestas para conocer la realidad de estudio y el logro de algunos objetivos específicos.
- ✓ Se ha protegido la privacidad y confidencialidad de la información de los participantes a través de almacenamiento y transmisión de datos seguros. Además, la información personal de los estudiantes no será divulgada sin su consentimiento y los datos han sido utilizados únicamente para los fines de esta investigación
- ✓ El sistema experto diagnostica el nivel de TDAH en los estudiantes y junto a los psicólogos se pueden brindar servicios de apoyo a los estudiantes que experimentan malestar emocional o cualquier otra consecuencia negativa como resultado de su participación

## IV. RESULTADOS

### IV.1. En base a la metodología utilizada

Se integró la metodología Buchanan dentro de la metodología ágil XP. para proporcionar un desarrollo más ágil, colaborativo y efectivo del sistema experto. Destacan entre sus ventajas: captura eficiente del conocimiento experto, mayor precisión y calidad del software, mejor retroalimentación y colaboración de los expertos, y adaptabilidad y flexibilidad en el desarrollo.

#### IV.1.1. Fase #1: Planificación

Se presentan las historias de usuario para definir los requerimientos del sistema, así como los requerimientos funcionales y no funcionales, entre otros.

- Historias de usuario y criterios de aceptación

Tabla 5. HUI - Gestionar usuarios

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 1	Usuario: Administrador
Nombre de la HU: Gestionar usuarios	
Prioridad en el negocio: Media	
Puntos asignados: 2	Iteración asignada: 1
Responsable: Sergio Velásquez	
Descripción: El administrador puede gestionar la información de los usuarios y los roles que estos tengan, así también podrán actualizar la información de cada uno de ellos o darlos de baja en caso de ser necesario.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe registrar el usuario.</li> <li>• Debe modificar el usuario.</li> <li>• Permitir dar de baja al usuario.</li> <li>• Listar todos los usuarios.</li> <li>• Los datos del personal deben ser consistentes.</li> </ul>	

Tabla 6. HU2 - Gestionar escuelas

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 2	Usuario: Administrador
Nombre de la HU: Gestionar escuelas	
Prioridad en el negocio: Media	
Puntos asignados: 2	Iteración asignada: 1
Responsable: Sergio Velásquez	
Descripción: El administrador puede gestionar todas las escuelas pertenecientes en la universidad.	
Criterio de aceptación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe registrar la escuela.</li> <li>• Debe modificar la escuela.</li> <li>• Permitir dar de baja la escuela.</li> <li>• Listar todas las escuelas.</li> </ul>	

Tabla 7. HU3 - Gestionar ciclos

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 3	Usuario: Administrador
Nombre de la HU: Gestionar ciclos	
Prioridad en el negocio: Media	
Puntos asignados: 2	Iteración asignada: 1
Responsable: Sergio Velásquez	
Descripción: El administrador puede gestionar los diferentes ciclos universitarios que existen en la universidad, teniendo como mínimo 10, los que son para la mayoría de las escuelas universitarias.	

<p>Criterio de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe registrar el ciclo.</li> <li>• Debe modificar el ciclo.</li> <li>• Permitir buscar el ciclo.</li> <li>• Listar todos los ciclos.</li> </ul>
--

Tabla 8. HU4 - Gestionar escuela-ciclo

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 4	Usuario: Administrador
Nombre de la HU: Gestionar escuela-ciclo	
Prioridad en el negocio: Media	
Puntos asignados: 2	Iteración asignada: 1
Responsable: Sergio Velásquez	
<p>Descripción:</p> <p>El administrador puede asignar las diferentes escuelas universitarias a diferentes ciclos de la universidad. Esto ayudará a identificar a qué ciclo y escuela pertenecen los estudiantes registrados en el sistema.</p>	
<p>Criterio de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe asignar el ciclo a la escuela.</li> <li>• Debe modificar el ciclo asignado.</li> <li>• Permitir eliminar o desasignar el ciclo a la escuela.</li> <li>• Listar todas las escuelas asignadas a los ciclos.</li> </ul>	

Tabla 9. HU5 - Gestionar preguntas

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Numero: 5	Usuario: Administrador
Nombre de la historia: Gestionar preguntas	
Prioridad en el negocio: Alta	
Puntos asignados: 3	Iteración asignada: 2
Responsable: Sergio Velásquez	

<p>Descripción:</p> <p>El administrador puede gestionar las preguntas necesarias para posteriormente realizar el test a cada estudiante. Ello debe tomarse en cuenta basándose en el Manual DM5 de la Asociación Americana de Psiquiatría, el cual dimensiona en tres síntomas el trastorno de déficit de atención humana (TDAH).</p>
<p>Criterio de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe registrar la pregunta asignando la categoría correspondiente.</li> <li>• Debe modificar la pregunta.</li> <li>• Permitir inhabilitar la pregunta.</li> <li>• Listar todas las preguntas.</li> <li>• Los datos de las preguntas deben ser consistentes.</li> </ul>

Tabla 10. HU6 - Gestionar estudiantes

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 6	Usuario: Administrador
Nombre de la historia: Gestionar estudiante	
Prioridad en el negocio: Media	
Puntos asignados: 2	Iteración asignada: 2
Responsable: Sergio Velásquez	
<p>Descripción:</p> <p>El administrador puede registrar la información de los estudiantes de la universidad asignando una escuela y ciclo para cada uno, pudiendo a su vez realizar la actualización de datos cuando se requiera.</p>	
<p>Criterio de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe registrar el estudiante.</li> <li>• Debe modificar el estudiante.</li> <li>• Permitir dar de baja al estudiante.</li> <li>• Listar todos los estudiantes.</li> <li>• Los datos de los ingresos de stock deben ser consistentes.</li> </ul>	

Tabla 11. HU7 - Gestionar colaboradores

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 7	Usuario: Administrador
Nombre de la historia: Gestionar colaborador	
Prioridad en el negocio: Media	
Puntos asignados: 2	Iteración asignada: 2
Responsable: Sergio Velásquez	
<p>Descripción:</p> <p>El administrador puede gestionar la información de los colaboradores de la universidad, así como otros datos que seannecesarios.</p>	
<p>Criterio de aceptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe registrar el colaborador asignado el cargo correspondiente.</li> <li>• Debe editar el colaborador.</li> <li>• Permitir dar de baja al colaborador.</li> <li>• Listar todos colaboradores.</li> <li>• Los datos de los ingresos de stock deben ser consistentes.</li> </ul>	

*Tabla 12. HUS - Gestionar tests*

<b>HISTORIA DE USUARIO</b>	
Número: 8	Usuario: Administrador
Nombre de la historia: Gestionar tests	
Prioridad en el negocio: Alta	
Puntos asignados: 3	Iteración asignada: 2
Responsable: Sergio Velásquez	
<p>Descripción:</p> <p>El psicólogo puede gestionar los tests de cada estudiante perteneciente a una escuela y ciclo. Esta gestión se hará a través de la aplicación de los tests basándose en las</p>	

preguntas previamente registradas en la base de datos. Los estudiantes responderán cada una de ellas y los psicólogos registrarán esa información en el sistema. También se podrán actualizar las respuestas. La salida será el diagnóstico del estudiante, catalogándola mediante 3 niveles: LEVE, MODERADO y GRAVE.

Criterio de aceptación:

- Debe registrar los tests para los estudiantes que aparecen en el listado.
- Debe permitir editar los tests registrados.
- Listar todos los estudiantes con los test realizados.
- Las preguntas mostradas en el test deben ser consistentes.
- Cada pregunta debe tener tres opciones de respuesta.

- **Requerimientos funcionales**

- El sistema permitirá registrar la información de los diferentes usuarios, ya sea administrador, estudiante o psicólogo. Así también, permitirá la actualización de la información que se detalle de ellos.
- El sistema permitirá registrar información de las diferentes escuelas universitarias que existan en la universidad de estudios, sean de cualquier facultad que sean.
- El sistema permitirá registrar los ciclos universitarios, contemplados en la malla curricular. Por lo general, son 10 ciclos.
- La gestión de las escuelas y ciclos será importante, ya que permitirá conocer de qué ciclo y escuela son los estudiantes registrados en el sistema.
- El sistema permitirá registrar las preguntas a través de las diferentes categorías estipuladas en el Manual DSM-V de la Asociación Americana de Psiquiatría.
- El sistema permitirá registrar información de los

estudiantes y actualizarla a medida que sea necesario.

- El sistema permitirá almacenar información de los colaboradores que laboren en la casa de estudios.
- Se permitirá evaluar a los estudiantes a través de tests con las preguntas previamente registradas. Adicionalmente, y en caso se requiera, se podrá actualizar las respuestas seleccionadas por los estudiantes.
- El sistema permitirá gestionar diversos reportes que ayuden a un mejor entendimiento de la situación actual de la universidad.

- **Requerimientos no funcionales**

- Los permisos en el acceso al sistema solo podrán ser modificados por el administrador del sistema o el administrador de la base de datos.
- La aplicación web debe estar disponible mínimo en los horarios laborables de los psicólogos de la universidad.
- El sistema debe mostrar mensajes de error, cuando sea el caso, que sean claros e informen al usuario final.
- Las interfaces del sistema deben ser intuitivas para el usuario final.
- El sistema debe mostrar las interfaces correctas dependiente el tipo de usuario que acceda.

- **Velocidad del proyecto**

*Tabla 13. Esfuerzo total de iteraciones*

N°	HU	Iteración 1	Iteración 2	Iteración 3
1	Gestionar usuarios	2 pts.		
2	Gestionar escuelas	2 pts.		

3	Gestionar ciclo	2 pts.		
4	Gestionar escuela-ciclo	2 pts.		
5	Gestionar preguntas		3 pts.	
6	Gestionar estudiante		2 pts.	
7	Gestionar colaborador		2 pts.	
8	Gestionar tests			3 pts.
9	Gestionar reportes			2 pts.
ESFUERZO/ITERACIÓN		<b>8 pts.</b>	<b>7 pts.</b>	<b>5 pts.</b>
<b>ESFUERZO TOTAL</b>		<b>20 PUNTOS</b>		

El esfuerzo de las iteraciones es representado a través de un sistema de puntos. Para el desarrollo de este sistema experto, según la *Tabla 13. Esfuerzo total de iteraciones*, se llegó a un total de 20 puntos, siendo que cada uno representa 5h de trabajo. Por ello, la velocidad del desarrollo del sistema, para estas historias de usuario, fue de 100 h. y se calculó así:

$$Velocidad_{pry} = Esfuerzo\ total * 5h$$

$$Velocidad_{pry} = 20 * 5h$$

$$Velocidad_{pry} = 100\ h.$$

#### IV.1.2. Fase #2: Diseño

- *Glosario de términos*

Para esta fase se realizó el glosario de los términos más relevantes del sistema. Entre algunos de ellos tenemos:

- **Colaborador:** Usuarios con credenciales de acceso, encargados de realizar las funcionalidades del sistema.
- **Mantenimiento:** Módulo del sistema que permite gestionar las historias de usuario.
- **Test:** Capacidad del sistema para diagnosticar un trastorno de desarrollo neurológico. Lo realiza en base a síntomas obtenidos como respuesta a una serie de preguntas.

- **Reportes:** Un visualizador de datos que muestra la situación actual de los estudiantes mediante gráficos.
- **Riesgo Alto:** Presencia de muchos síntomas, más de los necesarios para el diagnóstico.
- **Riesgo Bajo:** Pocos o ningún síntoma manifestados más que los necesarios para el diagnóstico.
- **Riesgo Moderado:** Síntomas funcionales manifestados entre “leve “y “grave”.

- Diagrama de base de datos

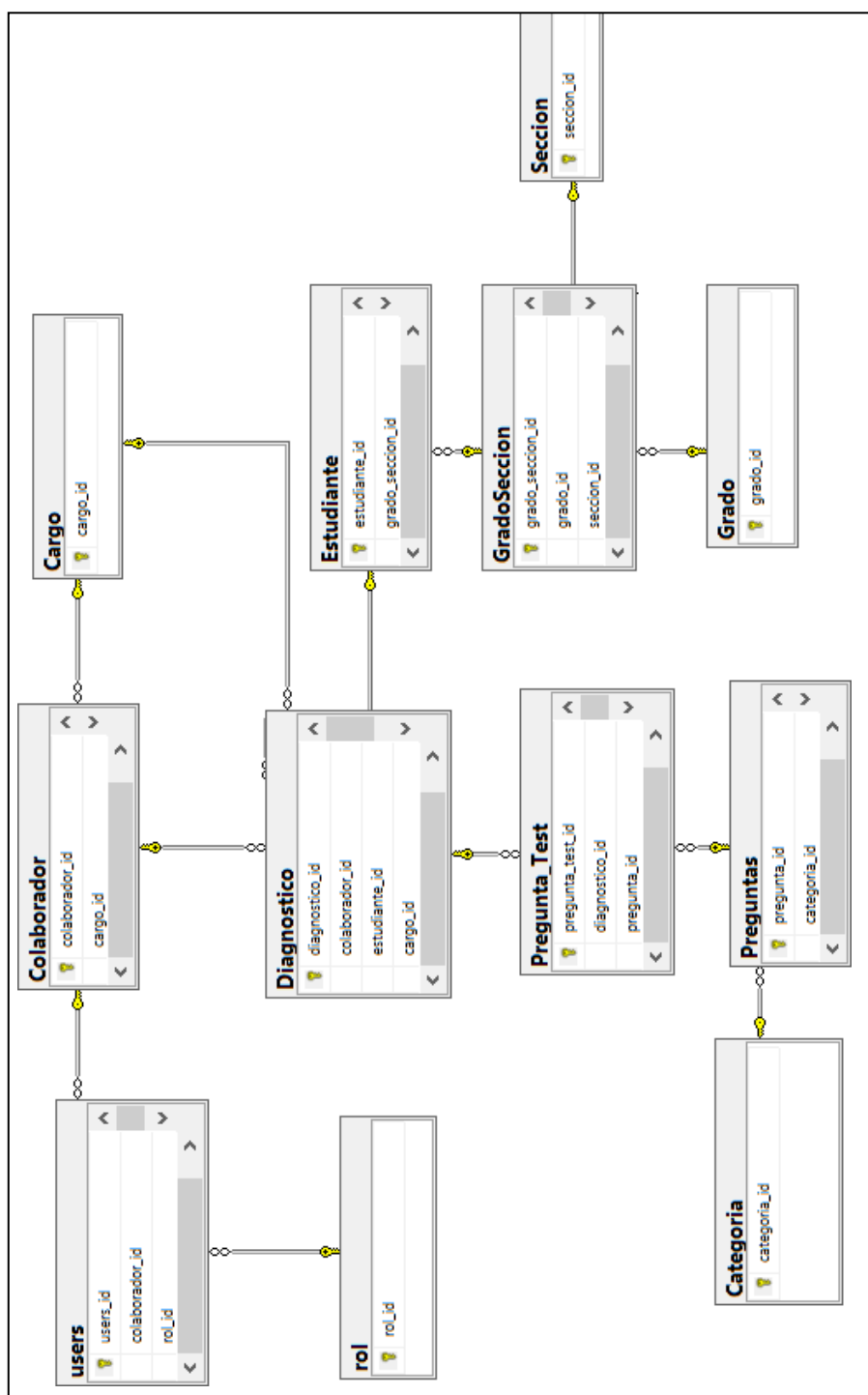
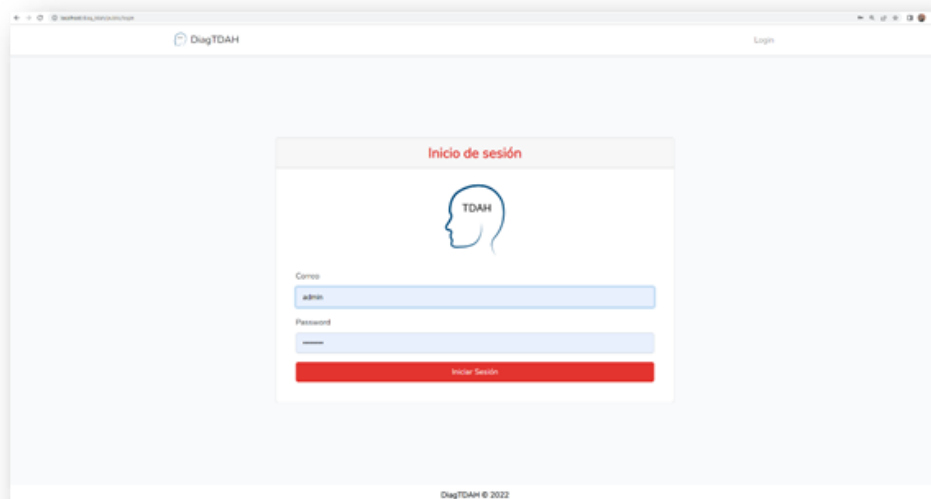


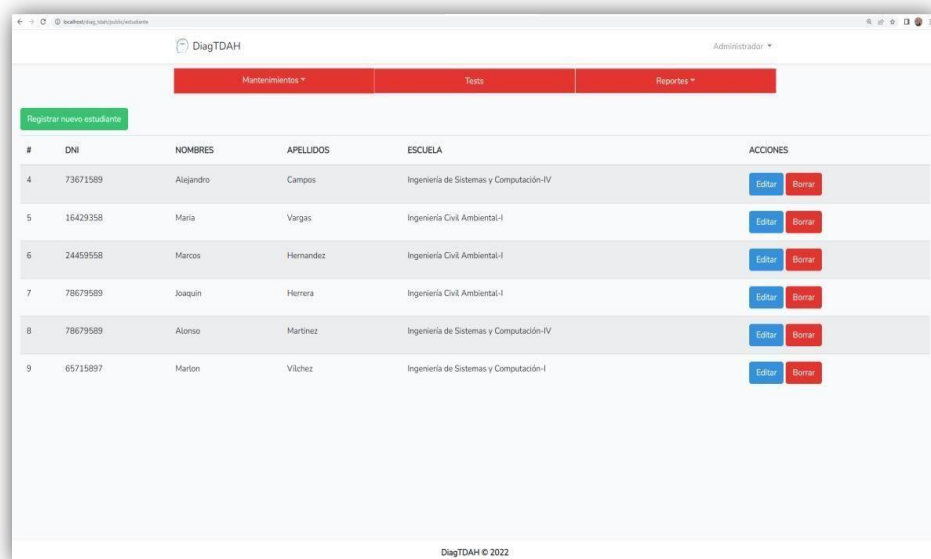
Figura 3. Diagrama de base de datos

- *Interfaces del sistema*

Para el sistema experto se contempló interfaces interactivas con las que el psicólogo pueda interactuar y cumplir con su trabajo. Se muestran algunas de ellas a continuación:



*Figura 4. Interfaz Login*



*Figura 5. Interfaz Gestionar estudiante*

DiagTDAH Administrador

Mantenimientos Tests Reportes

Registrar nueva pregunta.

#	PREGUNTA	CATEGORÍA	ACCIONES
12	A menudo no presta atención suficiente a los detalles o incurre en errores por descuido en las tareas escolares.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
13	A menudo tiene dificultades para mantener la atención en tareas o en los juegos.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
14	A menudo parece no escuchar cuando se le habla directamente.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
15	A menudo no sigue instrucciones y no finaliza tareas escolares, encargos u obligaciones (no por rebeldía ni por incapacidad para comprender instrucciones).	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
16	A menudo tiene dificultades para organizar tareas y actividades.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
17	A menudo evita, le disgusta o es reacio a dedicarse a tareas que requieren un esfuerzo mental sostenido.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
18	A menudo extravía objetos necesarios para tareas o actividades (ejem.: juguetes, ejercicios escolares, lápices, libros...).	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
19	A menudo se distrae fácilmente por estímulos irrelevantes.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
20	A menudo es descuidado en las actividades diarias.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
21	A menudo mueve en exceso manos y pies, o se remueve en su asiento.	Hiperactividad	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>

Figura 6. Interfaz Gestionar preguntas

DiagTDAH Administrador

Mantenimientos Tests Reportes

#	DNI	NOMBRES	APELLIDOS	ESCUELA	RESULTADO	ACCIONES
7	78679589	Joaquín	Herrera	Ingeniería Civil Ambiental-I	SIN RIESGO DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
8	78679589	Alonso	Martínez	Ingeniería de Sistemas y Computación-IV	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
4	73671589	Alejandro	Campos	Ingeniería de Sistemas y Computación-IV	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
5	16429358	María	Vargas	Ingeniería Civil Ambiental-I	MODERADO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
6	24459558	Marcos	Hernández	Ingeniería Civil Ambiental-I	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
9	65715897	Marlon	Vilchez	Ingeniería de Sistemas y Computación-I	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>

DiagTDAH © 2022

Figura 7. Interfaz Gestionar tests

DiagTDAH Administrador

Mantenimientos Tests Reportes

TEST DE ALUMNO

DNI: 78679589 Nombre: Joaquín Apellidos: Herrera

**Inatención**

1) A menudo no presta atención suficiente a los detalles o incurre en errores por descuido en las tareas escolares.

Nunca  A veces  Siempre

2) A menudo tiene dificultades para mantener la atención en tareas o en los juegos.

Nunca  A veces  Siempre

3) A menudo parece no escuchar cuando se le habla directamente.

Nunca  A veces  Siempre

4) A menudo no sigue instrucciones y no finaliza tareas escolares, encargos u obligaciones (no por rebeldía ni por incapacidad para comprender instrucciones).

Nunca  A veces  Siempre

5) A menudo tiene dificultades para organizar tareas y actividades.

Nunca  A veces  Siempre

Figura 8. Interfaz Test del alumno

- *Arquitectura tecnológica*

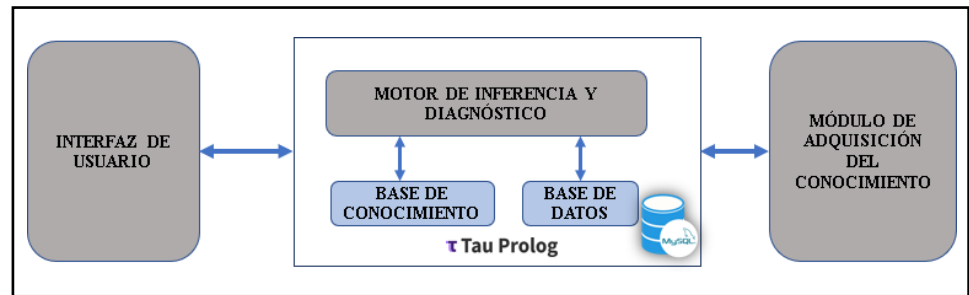


Figura 9. Arquitectura tecnológica del Sistema Experto

- *Infraestructura tecnológica*

Según lo descrito anteriormente en la arquitectura, se definen las características de sus componentes:

- **Interfaz de usuario:** Es la interfaz implementada en el framework Laravel. Esto permitirá al psicólogo experto acceder al sistema experto desde cualquier navegador web. La interfaz debe ser intuitiva y fácil de usar, con información clara para ingresar datos de los estudiantes.
- **Motor de inferencia:** Integra TauProlog como motor de inferencia para implementar las reglas y el razonamiento necesario en el sistema experto.
- **Base de datos:** Utiliza MySQL como base de datos para almacenar la información relevante, como datos de los estudiantes, sus síntomas y resultados de sus diagnósticos.
- **Base de conocimiento:** Contiene las reglas específicas para el diagnóstico del TDAH. Se definen las reglas basadas en los criterios establecidos por la comunidad médica, en este caso, el manual DSM-V de la APA y psicológica.

#### IV.1.3. Fase #3: Codificación

En esta fase se integró la metodología Buchanan para alinear los módulos que se van a implementar junto a las reglas para el sistema experto.

##### IV.1.3.1. Fase de Identificación – M. Buchanan

Para esta fase, se definió los módulos del sistema experto a

implementar, así como los participantes y sus roles.

Tabla 14. Roles y participantes

<b>PARTICIPANTE</b>	<b>MÓDULO</b>	<b>ROL</b>
<b>TESISTA</b>	ADMINISTRADOR	Mantenimiento ✓ Usuarios ✓ Psicólogo ✓ Preguntas- formulario
<b>PSICÓLOGO</b>	SISTEMA EXPERTO	Acceso a: ✓ Formulario <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síntomas</li> <li>• Preguntas</li> </ul> ✓ Resultados ✓ Reportes

El rol de administrador faculta al usuario a tener un mayor control del sistema experto. Entre los módulos a los que tiene acceso, se encuentran: Usuarios, donde puede gestionar la información de los usuarios (agregar, modificar o dar de baja), Psicólogos, mismas funciones que los Usuarios; y Preguntas, las cuales se harán en el formulario. De otro lado, el rol de psicólogo faculta el acceso al formulario y los resultados que este retorne una vez se hayan registrado los síntomas y respondido las preguntas.

#### **IV.1.3.2. Fase de Conceptualización – M. Buchanan**

Para la implementación del Sistema Experto se tuvo que recurrir al DSM-V, manual que propone la Asociación Americana de Psiquiatría (APA), donde se definen los diferentes trastornos y la sintomatología que cada uno puede tener.

Así, apoyados del experto humano (psicólogo), se pudo definir 3 categorías que representan las sintomatologías principales de las personas que padecen TDAH: Inatención, hiperactividad e impulsividad. En cada una de ellas se presentan preguntas, las cuales

se detallan a continuación:

### **a) INATENCIÓN**

- ✓ Frecuentemente no presta suficiente atención a los detalles o comete errores por descuido en las tareas escolares.
- ✓ Frecuentemente presenta dificultad para mantener la atención en tareas o en los juegos.
- ✓ Frecuentemente parece no escuchar cuando alguien le habla directamente.
- ✓ Frecuentemente no finaliza tareas escolares o no sigue instrucciones, obligaciones o encargos (no por rebeldía ni por incapacidad para comprender instrucciones).
- ✓ Frecuentemente tiene dificultades para organizar tareas y actividades.
- ✓ Frecuentemente le disgusta, evita o es reacio a dedicarse a tareas donde se necesita un esfuerzo mental sostenido.
- ✓ Frecuentemente se le pierden objetos necesarios para tareas o actividades (como ejercicios escolares, juguetes, libros...)
- ✓ Frecuentemente se distrae con facilidad por estímulos irrelevantes.
- ✓ Frecuentemente es descuidado en las actividades diarias.

### **b) HIPERACTIVIDAD**

- ✓ Frecuentemente mueve en exceso las manos y pies, o se remueve en su asiento.
- ✓ Frecuentemente abandona su asiento en la clase o en situaciones en que se espera que permanezca sentado.
- ✓ Frecuentemente corre o salta en exceso en

situaciones en que es inapropiado hacerlo (en adolescentes o adultos puede limitarse a sentimientos subjetivos de inquietud).

- ✓ Frecuentemente tiene dificultades para jugar o realizar actividades de ocio.
- ✓ Frecuentemente “está en marcha” o suele actuar como si tuviera un motor.
- ✓ Frecuentemente habla en exceso.

### c) **IMPULSIVIDAD**

- ✓ Frecuentemente precipita respuestas antes de haber sido completadas las preguntas.
- ✓ Frecuentemente tiene dificultades para guardar turno.
- ✓ Frecuentemente se inmiscuye o interrumpe en las actividades de otros (por ejemplo, se entromete en conversaciones o juegos).

En la sintomatología de Inatención se presentan 9 preguntas, en Hiperactividad 6; y, finalmente, en la Impulsividad, solo 3. Según el manual antes mencionado, la Inatención es un síntoma que tiene mayor detalle, por lo que se justifica su aparición con más ítems o preguntas.

#### **IV.1.3.3. Fase de Formalización – M. Buchanan**

Definimos las variables de entrada que darán lugar al modelo basado en reglas. En nuestro caso, se representan a través de categorías y cada una de ellas presenta un número de síntomas diferente. Para el sistema experto, tenemos tres: Inatención (9 síntomas), Hiperactividad (6 síntomas) e Impulsividad (3 síntomas).

Cada síntoma presenta tres posibles valores (entre el 1 y 3), los

cuales determinan una puntuación.

### a) Variables de entrada

#### ✓ Inatención

- N° síntomas: 9
- Valores:
  - Nunca: 1
  - A veces: 2
  - Siempre: 3
- Puntaje: [9-27]

*Tabla 15. Nivel de Inatención según puntaje*

<b>PUNTAJE</b>	<b>NIVEL</b>
9	NADA
[10-15]	BAJO
[16 – 20]	MEDIO
[21-27]	ALTO

#### ✓ Hiperactividad

- N° síntomas: 6
- Valores:
  - Nunca: 1
  - A veces: 2
  - Siempre: 3
- Puntaje: [6-18]

*Tabla 16. Nivel de Hiperactividad según puntaje*

<b>PUNTAJE</b>	<b>NIVEL</b>
6	NADA
[7-10]	BAJO
[11 – 14]	MEDIO
[15 – 18]	ALTO

### ✓ Impulsividad

- N° síntomas: 3
- Valores:
  - Nunca: 1
  - A veces: 2
  - Siempre: 3
- Puntaje: [3-9]

*Tabla 17. Nivel de Impulsividad según puntaje*

<b>PUNTAJE</b>	<b>NIVEL</b>
3	NADA
[4 – 5]	BAJO
[6 – 8]	MEDIO
9	ALTO

Con los resultados obtenidos en cada categoría se pudo implementar las reglas del SE, las cuales nos permitieron determinar el nivel de TDAH en los estudiantes universitarios.

Las reglas para el modelo se muestran en la *Tabla 18*, *Tabla 19* y *Tabla 20*. En ellas apreciamos que las combinaciones de las respuestas de cada sintomatología retornan un resultado o posible diagnóstico de TDAH.

*Tabla 18. Reglas para determinar el nivel de TDAH (1)*

ENTRADAS				SALIDAS
Nº	Inatención	Hiperactividad	Impulsividad	Nivel de TDAH
1	NADA	NADA	NADA	NO PRESENTA
2	NADA	NADA	BAJO	NO PRESENTA
3	NADA	NADA	MEDIO	BAJO
4	NADA	NADA	ALTO	MEDIO
5	NADA	BAJO	NADA	NO PRESENTA
6	NADA	BAJO	BAJO	BAJO
7	NADA	BAJO	MEDIO	MEDIO
8	NADA	BAJO	ALTO	MEDIO
9	NADA	MEDIO	NADA	BAJO
10	NADA	MEDIO	BAJO	MEDIO
11	NADA	MEDIO	MEDIO	MEDIO
12	NADA	MEDIO	ALTO	MEDIO
13	NADA	ALTO	NADA	BAJO
14	NADA	ALTO	BAJO	MEDIO
15	NADA	ALTO	MEDIO	MEDIO
16	NADA	ALTO	ALTO	ALTO
17	BAJO	NADA	NADA	BAJO
18	BAJO	NADA	BAJO	BAJO
19	BAJO	NADA	MEDIO	MEDIO
20	BAJO	NADA	ALTO	MEDIO
21	BAJO	BAJO	NADA	BAJO
22	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Tabla 19. Reglas para determinar el nivel de TDAH (2)

23	BAJO	BAJO	MEDIO	BAJO
24	BAJO	BAJO	ALTO	MEDIO
25	BAJO	MEDIO	NADA	BAJO
26	BAJO	MEDIO	BAJO	BAJO
27	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
28	BAJO	MEDIO	ALTO	MEDIO
29	BAJO	ALTO	NADA	MEDIO
30	BAJO	ALTO	BAJO	MEDIO
31	BAJO	ALTO	MEDIO	MEDIO
32	BAJO	ALTO	ALTO	ALTO
33	MEDIO	NADA	NADA	BAJO
34	MEDIO	NADA	BAJO	MEDIO
35	MEDIO	NADA	MEDIO	MEDIO
36	MEDIO	NADA	ALTO	MEDIO
37	MEDIO	BAJO	NADA	BAJO
38	MEDIO	BAJO	BAJO	BAJO
39	MEDIO	BAJO	MEDIO	MEDIO
40	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO
41	MEDIO	MEDIO	NADA	MEDIO
42	MEDIO	MEDIO	BAJO	MEDIO
43	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO

Tabla 20. Reglas para determinar el nivel de TDAH (3)

44	MEDIO	MEDIO	ALTO	ALTO
45	MEDIO	ALTO	NADA	MEDIO
46	MEDIO	ALTO	BAJO	MEDIO
47	MEDIO	ALTO	MEDIO	ALTO
48	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO
49	ALTO	NADA	NADA	BAJO
50	ALTO	NADA	BAJO	MEDIO
51	ALTO	NADA	MEDIO	MEDIO
52	ALTO	NADA	ALTO	ALTO
53	ALTO	BAJO	NADA	MEDIO
54	ALTO	BAJO	BAJO	MEDIO
55	ALTO	BAJO	MEDIO	MEDIO
56	ALTO	BAJO	ALTO	ALTO
57	ALTO	MEDIO	NADA	MEDIO
58	ALTO	MEDIO	BAJO	MEDIO
59	ALTO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
60	ALTO	MEDIO	ALTO	ALTO
61	ALTO	ALTO	NADA	ALTO
62	ALTO	ALTO	BAJO	ALTO
63	ALTO	ALTO	MEDIO	ALTO
64	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO

Se tuvieron 64 reglas en total, con 4 posibles salidas para el diagnóstico: NO PRESENTA TDAH, BAJO, MEDIO y ALTO. Adicionalmente, cada salida tendrá un detalle en el sistema experto, con un posible diagnóstico. Esto se puede apreciar en el Manual de usuario (*Ver Anexo 02*).

#### IV.1.3.4. Fase de Implementación – M. Buchanan

La implementación del Sistema Experto se realizó en el *framework* Laravel, trabajando con PHP y JavaScript. Adicionalmente, para la definición de las reglas se usó Tau Prolog, la cual es una versión mejorada del lenguaje Prolog y con la que se puede integrar de mejor manera con las tecnologías antes mencionadas.

```
//Nivel de categorías
function nivel_categoria(numCat1, numCat2, numCat3) {
  var nivel = {};
  //rangos cat 1
  nivel.cat1 = nivel_categoria1(numCat1);
  nivel.cat2 = nivel_categoria2(numCat2);
  nivel.cat3 = nivel_categoria3(numCat3);

  return nivel;
}
```

Figura 10. Función Nivel de categorías

En una función se determina el nivel de la categoría ingresada, teniendo los rangos específicos para cada categoría. Estos están determinados en la

```
//rangos cat 1
function nivel_categoria1(numcat1) {
  if (numcat1 == 9) return "nada";
  if (numcat1 <= 15) return "bajo";
  if (numcat1 <= 20) return "medio";
  if (numcat1 > 20) return "alto";
}
//rangos cat 2
function nivel_categoria2(numcat2) {
  if (numcat2 == 6) return "nada";
  if (numcat2 <= 10) return "bajo";
  if (numcat2 <= 14) return "medio";
  if (numcat2 > 14) return "alto";
}
//rangos cat 3
function nivel_categoria3(numcat3) {
  if (numcat3 == 3) return "nada";
  if (numcat3 <= 5) return "bajo";
  if (numcat3 <= 8) return "medio";
  if (numcat3 > 8) return "alto";
}
```

Figura 11. Rangos de las categorías

Algunas reglas definidas permiten visualizar cuál podría ser el valor

```
const reglas = `
%Hechos
%calcular_nivel
calcular_nivel(nada,nada,nada,0).
calcular_nivel(nada,nada,bajo,0).
calcular_nivel(nada,nada,medio,1).
calcular_nivel(nada,nada,alto,2).
calcular_nivel(nada,bajo,nada,0).
calcular_nivel(nada,bajo,bajo,1).
calcular_nivel(nada,bajo,medio,2).
calcular_nivel(nada,bajo,alto,2).
calcular_nivel(nada,medio,nada,1).
calcular_nivel(nada,medio,bajo,2).
calcular_nivel(nada,medio,medio,2).
calcular_nivel(nada,medio,alto,2).
calcular_nivel(nada,alto,nada,1).
calcular_nivel(nada,alto,bajo,2).
calcular_nivel(nada,alto,medio,2).
calcular_nivel(nada,alto,alto,3).
calcular_nivel(bajo,nada,nada,1).
calcular_nivel(bajo,nada,bajo,1).
calcular_nivel(bajo,nada,medio,2).
calcular_nivel(bajo,nada,alto,2).
calcular_nivel(bajo,bajo,nada,1).
calcular_nivel(bajo,bajo,bajo,1).
calcular_nivel(bajo,bajo,medio,1).
calcular_nivel(bajo,bajo,alto,2).
calcular_nivel(bajo,medio,nada,1).
calcular_nivel(bajo,medio,bajo,1).
calcular_nivel(bajo,medio,medio,2).
calcular_nivel(bajo,medio,alto,2).
```

de salida, tomando en cuenta los tres primeros valores. Así tenemos:

*Figura 12. Reglas para determinar el nivel de TDAH*

Por ejemplo, “calcular\_nivel” en la primera regla la salida es 0 (No presenta TDAH) cuando no presenta NADA en ninguna de los tres síntomas.

```
%Reglas
calcular_nivel_final(A,B,C,X):- calcular_nivel(A,B,C,X).
```

*Figura 13. Regla principal que determina el nivel de TDAH*

La regla principal se determina por el ingreso de 4 valores, teniendo a cada uno de los tres primeros como resultado de cada síntoma y al último como el resultado de las combinaciones de estas.

#### **IV.1.3.5. Fase de Validación– M. Buchanan**

Para verificar que las reglas sean lógicamente coherentes y no conduzcan a conclusiones contradictorias, se realizó pruebas de consistencia. De la Tabla 18, Tabla 19 y Tabla 20, se tomaron 3 de las 64 reglas en total para realizar estas pruebas.

##### **a) Pruebas de consistencia**

*Tabla 21. Prueba de consistencia 1*

<b>Nº REGLA: 2</b>	
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDA</b>
NADA, NADA, BAJO	NO PRESENTA TDAH.
<b>CONCLUSIÓN</b>	Esta regla establece que si el síntoma INATENCIÓN es "NADA", el síntoma HIPERACTIVIDAD es "NADA" y el síntoma IMPULSIVIDAD es "BAJO", el nivel de TDAH es "NO PRESENTA TDAH".

Tabla 22. Prueba de consistencia 2

<b>N° REGLA: 31</b>	
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDA</b>
BAJO, ALTO, MEDIO	MEDIO.
<b>CONCLUSIÓN</b>	Esta regla establece que, si el síntoma INATENCIÓN es "BAJO", el síntoma HIPERACTIVIDAD es "ALTO" y el síntoma IMPULSIVIDAD es "MEDIO", el nivel de TDAH es "MEDIO".

Tabla 23. Prueba de consistencia 3

<b>N° REGLA: 52</b>	
<b>ENTRADAS</b>	<b>SALIDA</b>
ALTO, NADA, ALTO	ALTO.
<b>CONCLUSIÓN</b>	Esta regla establece que si el síntoma INATENCIÓN es "ALTO", el síntoma HIPERACTIVIDAD es "NADA" y el síntoma IMPULSIVIDAD es "ALTO", el nivel de TDAH es "ALTO".

Las reglas evaluadas no presentan contradicciones o conflictos lógicos. Todas las combinaciones posibles de los tres síntomas están cubiertas por las reglas, teniendo una asignación de manera coherente a un nivel de TDAH (NO PRESENTA TDAH, BAJO, MEDIO o ALTO) en todas ellas. Se verificó que no hay situaciones en las que una combinación de síntomas tenga asignado un nivel de TDAH contradictorio en diferentes reglas. Por lo tanto, no se

observa ninguna contradicción y las reglas no conducen a conclusiones contradictorias.

Así también, se evaluó la usabilidad y la eficacia del sistema experto. Para la primera, se realizó una encuesta al psicólogo basada en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), determinándose una valoración favorable en la usabilidad del sistema; estos resultados se pueden apreciar en el ítem **4.2.3. *Obtener una valoración favorable en la usabilidad del sistema.*** De otro lado, para la eficacia, se realizó una comparación de los resultados obtenidos por el SE y los del psicólogo, logrando obtener un aceptable nivel de eficacia; estos resultados se encuentran en el ítem **4.2.4. *Obtener un aceptable nivel de eficacia del Sistema Experto.***

#### IV.1.4. Fase #4: Pruebas

Para esta fase se ejecutó el funcionamiento correcto del sistema, aplicando las pruebas de caja blanca y caja negra que se muestran a continuación.

##### IV.1.4.1. Pruebas de caja negra

Tabla 24. CASO N° 01: PCN-01: Registrar estudiantes

<b>Registrar estudiantes</b>				<b>Fecha:</b> 17/11/22
<b>Descripción:</b> El sistema debería permitir registrar a los estudiantes incluyendo la escuela y ciclo asignados registrados previamente.				<b>HU Relacionada: HU6</b>
<b>N°</b>	<b>Tipo</b>	<b>Datos de prueba</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Cumple</b>
<b>1</b>	Funcional	Campos vacíos	No permite registro.	SÍ
<b>2</b>	Funcional	DNI vacío	Ingresa DNI y no dejar el campo vacío. No permite	SÍ

			registro.	
3	Comunicación	Escuelas y ciclos	Listado de asignación de escuelas a ciclos académicos. Se debe seleccionar uno.	SÍ
4	Funcional	Asignación completa. Click en “guardar”.	Listado de asignaciones.	SÍ
5	Funcional	Formato de fecha inválida	No permite registro.	SÍ

Tabla 25. CASO N° 02: PCN-02: Gestionar preguntas

<b>Gestionar preguntas</b>				<b>Fecha:</b> <b>17/11/22</b>
<b>Descripción:</b> El sistema debería permitir registrar las preguntas que están catalogadas en tres principales síntomas. Adicionalmente, es opcional agregar las respuestas con su respectivo puntaje. Así también, permite modificarlas o inhabilitarlas.				<b>HU relacionada:</b> <b>HU5</b>
<b>N°</b>	<b>Tipo</b>	<b>Datos de prueba</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Cumple</b>
1	Funcional	Campos vacíos	No permite registro.	SÍ
2	Comunicación	Categoría síntomas	Listado de categorías síntomas. Se debe seleccionar uno.	SÍ

3	Funcional	Campos vacíos en agregar alternativas	No permite registro. Ingresar datos.	SÍ
4	Funcional	Pregunta a editar	Edición exitosa	SÍ
5	Funcional	Pregunta a inhabilitar	Inhabilitación exitosa. No se muestra en formulario de “Tests”	SÍ

Tabla 26. CASO N° 03: PCN-03: Gestionar tests

<b>Gestionar tests</b>				<b>Fecha:</b> <b>17/11/22</b>
<b>Descripción:</b> El sistema debería permitir registrar los tests a los alumnos que ya se encuentran en la base de datos. También debería mostrar un listado de ellos, junto al detalle de las respuestas.				<b>HU relacionada:</b> <b>HU8</b>
<b>N°</b>	<b>Tipo</b>	<b>Datos de prueba</b>	<b>Resultado esperado</b>	<b>Cumple</b>
1	Funcional	Campos vacíos	No permite registro.	SÍ
2	Funcional	Usuario registrado.	Registrar nuevo test o editar si ya registró uno.	SÍ
3	Comunicación	Listado de preguntas	Clasificación de preguntas según categoría a la que pertenece.	SÍ
4	Funcional	Preguntas sin respuesta.	No permite registro. Seleccione una respuesta.	SÍ
5	Comunicación	Editar test	Carga de respuestas a las preguntas del tests. Se puede	SÍ

			modificar.	
--	--	--	------------	--

#### IV.1.4.2. Pruebas de caja blanca

- Gestionar tests

Tabla 27. CASO N° 01: PCB-01: Gestionar tests

<b>Formato de casos de prueba</b>	
<b>Tipo de prueba:</b>	Unitaria (Caja Blanca) método “Gestionar tests”
<b>Objetivo:</b>	Validar que el sistema pueda procesar información referente a las respuestas de cada pregunta y permita retornar una predicción basada en reglas estandarizadas basadas en el manual DSM-V.
<b>Caso N° 02: PCB-02: Gestionar tests</b>	
<b>Descripción:</b>	Datos correctos: Histórico de respuestas, reglas estandarizadas, detalle gráfico de sintomatología.
<b>Entradas:</b>	Respuestas estandarizadas, array de reglas.
<b>Salida esperada:</b>	Resultado de la predicción del test (diagnóstico del estudiante) basándose en la sintomatología manual DSM-5 que propone la Asociación Americana de Psiquiatría (APA).

Se evalúa las funciones que permiten gestionar el test. Calcular nivel es una función que solicita como datos de entrada los resultados por cada categoría de TDAH.

```

const calcular_nivel = (parCat1, parCat2, parCat3) => {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    session.consult(reglas, {
      success: function() {
        /* Program loaded correctly */
        //console.log("PL Succes!!");
        session.query(
          "calcular_nivel_final(" + parCat1 + "," + parCat2 + "," + parCat3 + "," + X + ").", {
            success: function(goal) {
              /* Goal loaded correctly */
              // Answers
              session.answer({
                success: function(answer) {
                  /* Answer */
                  // console.log("Rtp: ", session.format_answer(answer));
                  resolve(session.format_answer(answer))
                },
                error: function(err) {
                  /* Uncaught error */
                  console.log("Error:", err);
                },
                fail: function() {
                  /* Fail */
                  console.log("Fail");
                },
                limit: function() {
                  /* Limit exceeded */
                  console.log("Exceded");
                }
              },
            });
          });
        }
      }
    });
  });
}

```

Figura 14. Código: Formulario Calcular nivel de TDAH

Ahora, la función obtiene el resultado mediante una sintaxis en Tau Prolog, esta nos pedirá como datos de entrada los resultados por cada categoría de TDAH según lo extraído en la formula calcular\_nivel

```

//nivel prolog
const obtenerResultadoProlog = async (numCat1, numCat2, numCat3) => {
  nivel = nivel_categoria(numCat1, numCat2, numCat3);
  const resultado = await calcular_nivel(nivel.cat1, nivel.cat2, nivel.cat3);
  const interpretacionFinal = interpretaciones[resultado];
  return interpretacionFinal;
};

```

Figura 15. Código: Obtener resultado con Prolog

- Registrar pregunta

Tabla 28. CASO N° 02: PCB-02: Registrar pregunta

<b>Formato de casos de prueba</b>	
<b>Tipo de prueba:</b>	Unitaria (Caja Blanca) método “Registrar pregunta”
<b>Objetivo:</b>	Validar que el sistema pueda registrar una pregunta con sus respectivas respuestas.

### Caso N° 03: PCB-03: Registrar pregunta

**Descripción:** Datos correctos: descripción de la pregunta.  
Datos incorrectos: Campos obligatorios vacíos.

**Entradas:** Datos de la pregunta

**Salida esperada:** Registro de pregunta exitosa.  
Listar preguntas registradas.

Dentro del formulario “Registrar pregunta” en la vista form.blade.php se debe validar la extracción de los datos, opciones, descripción y puntaje mediante el id dentro de cada form-group, para así verificar que se está extrayendo los datos del formulario correctamente

```

<div class="form-group">
  <div class="d-flex justify-content-between align-items-center">
    <label for="categoria_id">Opciones</label>
    <input type="button" class="btn btn-primary" id="agregarOpcion" value="Agregar">
  </div>
  <div class="form-row">
    <div class="col-md-5">
      <label for="validationDefault01">Descripcion</label>
    </div>
    <div class="col-md-5">
      <label for="validationDefault02">Puntaje</label>
    </div>
  </div>
  <div class="opciones">
    <@if (isset($pregunta->descripciones))
    @for ($i = 0; $i < count($pregunta->descripciones); $i++)
      <div class="form-row opcion">
        <div class="col-md-5 mb-3">
          <input name="descripciones[{{ $i }}" type="text" class="opcion-descripcion form-control" id="validationDefault01">
        </div>
        <div class="col-md-5 mb-3">
          <input name="puntajes[{{ $i }}" type="text" class="opcion-puntaje form-control" id="validationDefault02" placeholder="Puntaje">
        </div>
        <div class="col-md-2 mb-3">
          <input type="button" class="btn btn-danger btn-block eliminar" value="Eliminar">
        </div>
      </div>
    @endfor
  </div>
</div>
</div>
<div class="form-group">
  <input class="btn btn-success" type="submit" value="{{ $modo }} datos">
  <a class="btn btn-primary" href="{{ url('pregunta') }}">Regresar</a>
</div>

```

Figura 16. Código: Formulario Registrar pregunta

Una vez validado la extracción de los datos a través del formulario, se procede a verificar el registro de estos mediante la función store, la cual solicita como datos de entrada un token, descripción, puntaje y por ultimo las opciones.

```
public function store(Request $request)
{
    //
    $datosPreguntas = request()->except("_token");
    $descripciones = $request->input('descripciones', []);
    $puntajes = $request->input('puntajes', []);
    $opciones = [];
    for ($i = 0; $i < count($descripciones); $i++) {
        if ($descripciones[$i] != '') {
            array_push($opciones, (object)[
                'descripcion' => $descripciones[$i],
                'puntaje' => $puntajes[$i],
            ]);
        }
    }
    $datosPreguntas['opciones'] = json_encode($opciones);
    unset($datosPreguntas['puntajes']);
    unset($datosPreguntas['descripciones']);
    Pregunta::insert($datosPreguntas);
    return redirect("pregunta")->with("mensaje", "Pregunta registrada con éxito");
}
```

Figura 17. Código Función Store

## IV.2. En base a los objetivos de la investigación

### IV.2.1. Identificar el algoritmo del Sistema Experto para determinar el nivel de trastorno de déficit de atención en estudiantes

Para identificar el algoritmo ha sido importante conocer qué tipo de Sistema Experto (SE) es el ideal para implementar la propuesta de solución.

Tabla 29. SE basados en reglas y SE basados en probabilidad [28]

	Basados en Reglas	Probabilísticos
Base de Conocimiento	Objetos, reglas Hechos	Variabes, FPC Hechos
Motor de Inferencia	Estrategias de inferencia Encadenamiento de reglas	probabilidad condicional métodos de evaluación
Subsistema de Explicación	Basado en reglas activas	Basado en probabilidad condicional
Aprendizaje	Cambio en objetos y reglas	Cambio en modelo probabilístico

En este caso, debido a que las entradas (síntomas) son conocidas y que las salidas (diagnósticos) resultan de las combinaciones de estas, se optó por implementar un SE basado en reglas.

El motor de inferencia permite lograr deducciones lógicas y está determinado por: reglas de inferencia y estrategias de inferencia.

En cuanto a las reglas de inferencia, tenemos: Modus Tollens y Modus Ponens. Ambas son reglas usadas para obtener conclusiones simples, siendo la primera usada para examinar una conclusión y si es falsa, se concluye que la premisa es falsa también. Para el caso de Modus Ponens, se examina la premisa de la regla y si es cierta, la conclusión pasa a ser parte del conocimiento [28]

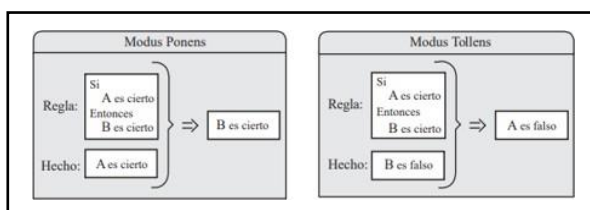


Figura 18. Reglas de inferencia [28]

Para la presente investigación se obtienen las premisas (causas o síntomas) para determinar la conclusión (diagnóstico). Por ello, la regla de inferencia seleccionada ha sido Modus Ponens.

En cuanto a las estrategias de inferencia, tenemos dos algoritmos: encadenamiento de reglas y encadenamiento de reglas orientado a un objetivo. La diferencia de estas radica en el modo en que se aplican las reglas de inferencia.

Tabla 30. Características de algoritmos en estrategias de inferencia [19]

<b>Estrategias de inferencia</b>	<b>Algoritmo de encadenamiento de reglas</b>	<b>Algoritmo de encadenamiento de reglas orientado a un objetivo</b>
<b>Eficiencia</b>	Evalúa las reglas de forma secuencial, lo que requiere evaluar reglas innecesarias.	Permite una búsqueda más eficiente y dirigida hacia el objetivo deseado, evitando reglas innecesarias.
<b>Enfoque al objetivo</b>	No se enfoca directamente en el objetivo, ya que evalúa todas las reglas.	Se centra directamente en el objetivo establecido (determinar el nivel de TDAH).
<b>Ventajas</b>	-Simple y fácil de implementar.	-Eficiente en términos de búsqueda y razonamiento. -Ahorro de tiempo y recursos

En base a estas características y considerando el contexto del diagnóstico de TDAH, se optó por aplicar el algoritmo de encadenamiento de reglas orientado a un objetivo sobre el encadenamiento de reglas como algoritmo para el Sistema Experto. Ello porque permite un razonamiento más preciso y rápido, lo que puede conducir a conclusiones más acertadas en el diagnóstico del nivel de TDAH.

#### IV.2.2. Construir un modelo basado en reglas

Para implementar el modelo basado en reglas, se tuvo en cuenta las tres sintomatologías definidas para esta investigación, representadas a través de la inicial C (así tenemos C1 para para Inatención, C2 para Hiperactividad y C3 para Impulsividad)

Tabla 31. Posibles salidas de las sintomatologías.

C1	C2	C3
nada	nada	nada
bajo	bajo	bajo
medio	medio	medio
alto	alto	alto

Apreciamos en la Tabla 31 que se tienen los tres síntomas, con sus posibles respuestas. Así, la combinación de estas mostrará una salida que permitirá conocer si el estudiante presenta o no TDAH y en qué nivel.

Las reglas en código han sido implementadas en Tau Prolog y se muestran en 4.1.3.4. Fase de Implementación – M. Buchanan de la Fase#3: Codificación del capítulo 4.1. Resultados en base a la metodología utilizada.

#### IV.2.3. Obtener una valoración favorable en la usabilidad del sistema, medida en base al Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

Para determinar la usabilidad del sistema, se evaluó en base al Modelo de Aceptación Tecnológica (Ver Anexo N° 04). Se tomó en cuenta dos criterios de usabilidad: Facilidad de Uso y Utilidad Percibida, los que se muestran a través de las siguientes preguntas:

Crterios	Preguntas	RANGO
<b>Facilidad de uso percibida</b>	Fue fácil aprender a utilizar el Sistema Experto.	[0-4]
	Fue fácil hacer que el Sistema Experto haga lo que yo quiera que haga.	[0-4]
	Mi interacción con el Sistema Experto es clara y entendible.	[0-4]
	Fue fácil interactuar con el Sistema Experto.	[0-4]
	¿Podría dar uso al Sistema Experto con mucha frecuencia?	[0-4]
	Creo que no necesitaré ayuda para utilizar el Sistema Experto.	[0-4]
<b>Utilidad percibida</b>	El uso del Sistema Experto me permitió identificar las funcionalidades principales.	[0-4]
	Siento que voy a lograr usar bien el Sistema Experto.	[0-4]
	Estoy entusiasmado con la idea de usar el Sistema Experto.	[0-4]
	Siento que el Sistema Experto me ayudará a ser más productivo.	[0-4]
	Siento que el Sistema Experto me ayudará a ahorrar tiempo en el diagnóstico de mis resultados.	[0-4]
	¿Cuál es su experiencia en uso de sistemas similares?	[0-4]
	Creo que el Sistema Experto se comportará de la manera adecuada.	[0-4]

Para cada una de ellas, se determinó un rango de 0 a 4, los cuales son representados mediante porcentajes y se muestran a continuación:

Tabla 33. Rangos de Encuesta.

RANGOS*	
Valores	Porcentajes
0: Totalmente en desacuerdo	0%
1: En desacuerdo	25%
2: Ni acuerdo ni en desacuerdo	50%
3: De acuerdo	75%
4: Totalmente de acuerdo	100%

Esta encuesta de usabilidad fue realizada al psicólogo y a un experto de TI, quienes registraron sus respuestas para cada pregunta mostrada y estas pueden verse en el Anexo 04.

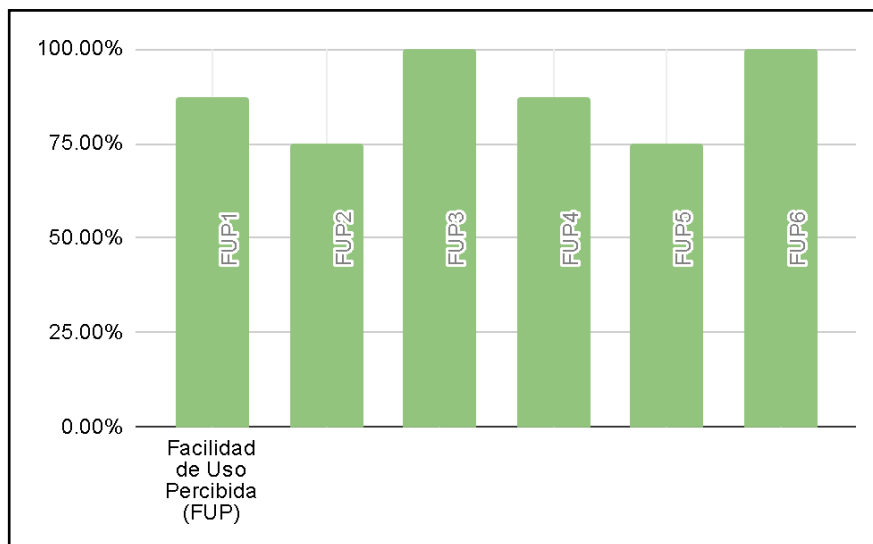


Figura 19. Resultados Facilidad de Uso

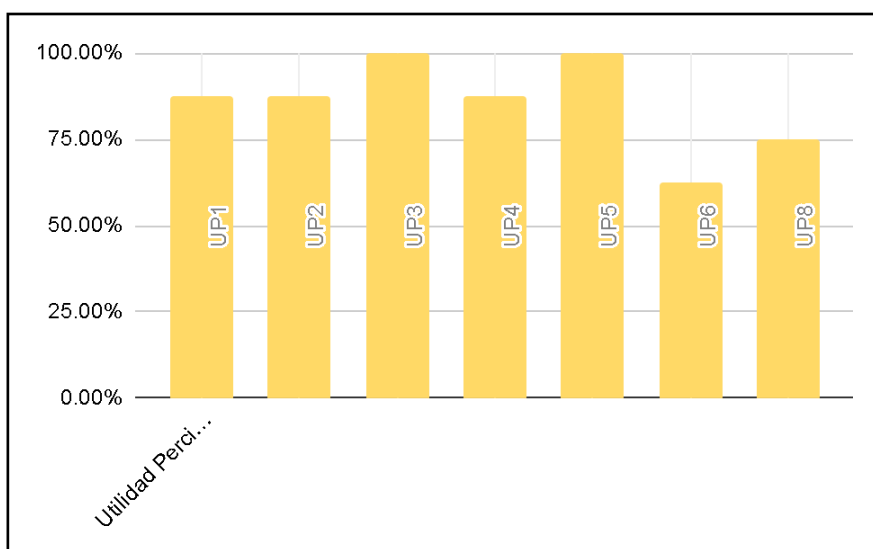


Figura 20. Resultados Utilidad Percibida

Las respuestas registradas por el psicólogo y el experto de Tidenotan que para el primer indicador (Facilidad de Uso), se tuvo un 87.5%, mientras que para el segundo indicador (Utilidad Percibida) fue de 85.71%.

En promedio se obtuvo un 86.61%, lo que demuestra una valoración favorable en la usabilidad del sistema experto medida en el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

#### IV.2.4. Obtener un aceptable nivel de eficacia del Sistema Experto

Para medir el nivel de eficacia del Sistema Experto se tomó en cuenta el nivel de TDAH de algunos estudiantes. Por confidencialidad, se tuvieron que ocultar su información personal.

ESTUDIANTE	A (Psicol.)	DETALLE DE A	B (SE)	DETALLE DE B	CONCLUSIÓN
Estudiante A	2	Predominancia de Inatención	2	Inatención con un 67%	100%
Estudiante B	3	Predominancia de Inatención e Hiperactividad	2	Inatención con un 66.67% e Hiperactividad con un 75%	75%
Estudiante C	3	Predominancia de Impulsividad e Hiperactividad	2	Impulsividad con un 75% e Hiperactividad con un 41.67%	75%
Estudiante D	2	Predominancia de Hiperactividad	1	Hiperactividad con un 41.67%	75%
Estudiante E	3	Predominancia de Inatención e Hiperactividad	3	Inatención e Hiperactividad con un 75%	100%
Estudiante F	2	Predominancia de Inatención	2	Inatención con un 66.67%	100%
<b>PROMEDIO</b>					<b>88%</b>

LEYENDA	
VALOR	SALIDA
0	NO PRESENTA TDAH
1	LEVE
2	MODERADO
3	ALTO

Figura 21. Diagnósticos del Sistema Experto vs. Psicólogo

Se compararon los diagnósticos del Psicólogo (A) vs. Sistema Experto (B), determinándose que los resultados de A coinciden con los del B en un 88%. Para ello, se compararon los detalles de A y B y se concluyó que los resultados de este objetivo denotan que el nivel de eficacia del Sistema Experto es alto.

### IV.3. Impactos esperados

#### IV.3.1. Impactos económicos

El uso de un sistema experto podría agilizar y optimizar el proceso de diagnóstico del TDAH, reduciendo los costos de una evaluación individual realizada por profesionales de la salud mental. Esto podría traducirse en ahorros significativos para las universidades y sus estudiantes.

Además, un diagnóstico preciso y temprano del TDAH podría permitir una intervención adecuada y oportuna, mejorando la efectividad de los tratamientos y reducir los gastos relacionados con terapias inapropiadas o innecesarias.

#### IV.3.2. Impactos sociales

Un sistema experto puede contribuir a garantizar un acceso más equitativo al diagnóstico del TDAH, especialmente en aquellos estudiantes que no pueden acceder a servicios especializados de

salud mental, permitiendo tener igualdad de oportunidades para todos los estudiantes universitarios.

Adicionalmente, la implementación de un SE podría aumentar la comprensión del TDAH en la comunidad universitaria, permitiendo reducir el estigma asociado al trastorno y promover un ambiente más inclusivo y comprensivo, fomentando la empatía y la colaboración entre los miembros de la comunidad académica.

#### **IV.3.3. Impactos en tecnología**

La implementación y uso de un sistema experto implica la aplicación de técnicas de IA y procesamiento de lenguaje natural. Esto podría contribuir al avance de la tecnología en el ámbito de la salud mental y abrir nuevas oportunidades para la mejora de otros sistemas expertos en diferentes áreas de diagnóstico y tratamiento.

Así también, se podría impulsar la adopción de soluciones IA para mejorar la detección y el tratamiento de diversos trastornos mentales en contextos clínicos y/o educativos.

#### **IV.3.4. Impactos en la formación de cadenas productivas**

La implementación y mantenimiento de un sistema experto requeriría la participación de profesionales en el campo de la salud mental y expertos en TI. Esto podría generar oportunidades para la formación de especialistas que puedan combinar conocimientos en psicología o psiquiatría con habilidades en IA y desarrollo de software

La colaboración interdisciplinaria podría dar lugar a la formación de nuevas alianzas y la generación de conocimiento especializado en la relación psicología-tecnología, beneficiando así el desarrollo de futuras soluciones en el campo de la salud mental

## **V. DISCUSIÓN**

- a) Identificar el algoritmo del sistema experto para determinar el nivel de trastorno de déficit en atención en los estudiantes**

Ramírez [9] plantea desarrollar algoritmos que puedan caracterizar el perfil de conducta de los estudiantes. Lo hace tomando en cuenta variables de entrada, tales como: minuciosidad, emocionalidad, agresividad, entre otros. Estas representan rasgos o características de los estudiantes y se toman en cuenta para determinar una salida (nivel de diagnóstico de conducta).

En esta investigación se tomó en cuenta dos algoritmos principales que hacen parte del motor de inferencia del SE. Estos consideran las variables de entrada (síntomas de los estudiantes) y su posible diagnóstico (salida), lo que ayuda a determinar el nivel de TDAH que pueden presentar los estudiantes universitarios.

**b) Construir un modelo basado en reglas para evaluar los diferentes síntomas que presenta el estudiante**

En [11] para diagnosticar el trastorno depresivo persistente (distimia) hacen uso de una base de conocimiento basándose en los criterios establecidos por el DSM-V, el cual es un manual de la Asociación Americana de Psiquiatría que establece los síntomas para cada trastorno.

En la presente investigación también se tomó como base dicho manual, en el que se presentan los síntomas que podrían estar relacionados a cada trastorno. No obstante, el conocimiento del experto también fue importante para implementar el sistema experto.

**c) Obtener una valoración favorable en la usabilidad del sistema, medida en base al modelo de aceptación tecnológica (TAM)**

Para validar la usabilidad del sistema experto, [9] plantea la aplicación de TAM apoyado de dos métricas: una para evaluar la satisfacción del usuario final; la otra para medir la aceptación del experto. A través de estas se pudo obtener resultados favorables en la validación del sistema experto.

En la presente investigación también se emplea TAM, aplicada al psicólogo experto, quien hace uso del SE; y a dos expertos de TI, quienes evaluaron el sistema experto determinando una valoración alta y favorable en la usabilidad del sistema. No ha sido necesario medir a través de otras métricas, debido a que el SE será de uso exclusivo para los psicólogos expertos.

- d) **Obtener un aceptable nivel de eficacia del sistema experto, medido en base a los diagnósticos acertados proporcionados por el sistema en contraste con los proporcionados por el experto.**

En [15] se pretende obtener un diagnóstico de un trastorno mediante un test psicológico. Se verificaron mediante tres iteraciones los resultados del sistema experto vs. los diagnósticos del experto. Así se pudo demostrar que se obtuvo en promedio 80% de acierto en los diagnósticos por parte del SE. Además, el tiempo en la obtención de estos diagnósticos se redujo considerablemente.

Para la presente investigación se tomó en cuenta los diagnósticos con los que el psicólogo experto ya contaba y basándose en los síntomas de esos pacientes se ingresó al SE y se pudo determinar que presenta un alto nivel de eficacia.

## VI. CONCLUSIONES

Con la implementación de un Sistema Experto (SE) para diagnosticar el Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH) en estudiantes universitarios, se concluye que:

- a. Se tuvo en cuenta como regla de inferencia a Modus Ponens y como estrategia de inferencia al algoritmo de encadenamiento de reglas orientado a un objetivo como el más óptimo; logrando determinar el nivel de TDAH en los estudiantes universitarios.
- b. El SE fue implementado mediante un modelo basado en 64 reglas que permiten evaluar los diferentes síntomas del estudiante agrupados en tres categorías principales: Inatención, hiperactividad e impulsividad.
- c. Se obtuvo una valoración favorable del SE medida en el Modelo de Aceptación Tecnológica, basada en dos criterios: Facilidad de Uso y Utilidad Percibida, siendo validado a través de una encuesta (**Ver Anexo N°03**) por el psicólogo experto y dos profesionales del área de Tecnologías de la Información.
- d. Se obtuvo un nivel de eficacia alto demostrado por los diagnósticos acertados del SE comparados a los diagnósticos del psicólogo (**Ver Tabla 24**); además, se disminuyó considerablemente el tiempo de respuesta en la obtención de estos diagnósticos.

## VII. RECOMENDACIONES

Se plantean las siguientes recomendaciones con el fin de incentivar la ejecución de otros proyectos:

- a. Se podría evaluar de manera periódica a cada estudiante para ver las variaciones de sus síntomas en el tiempo. Ello permitiría brindar un acompañamiento constante en su tratamiento.
- b. Se podría implementar otras técnicas y algoritmos de IA para poder diagnosticar no solo el TDAH, sino también otros trastornos, basados en la sintomatología de cada estudiante.
- c. Se podría tomar en cuenta esta investigación para aplicar otras soluciones tecnológicas en contextos similares donde se puedan identificar algún tipo de trastorno o conductas relacionadas a ello.
- d. Se recomienda agrupar a los estudiantes según sus síntomas para proporcionarles un tratamiento específico.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] Asociación Americana de Psiquiatría, “Guía de consulta de los criterios diagnósticos del DSM-5”, Chicago: Burg Translations Inc., 2014. [En línea]. Obtenido de: <https://www.eafit.edu/trastornos-mentales.pdf>
- [2] S. Faraone, “Attention-deficit hyperactivity disorder in adults: An overview. Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging”, Massachusetts: Pediatric Psychopharmacology Unit, 2016. [En línea]. Obtenido de: <https://journals.sagepub.com/146787>
- [3] L . Llanos; D. García; H. González & P. Puentes, "Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in schoolchildren aged 6 to 17 years", España: Revista Pediatría Atención Primaria, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://pap.es/article/deficit-hyperactivity-disorder>
- [4] F. Mendoza, “Sistema experto para la detección del trastorno por déficit de atención con hiperactividad en niños basado en Lógica Difusa”, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, 2015. [En línea]. Obtenido de: <https://repositorio.umsa.bo/42579/>
- [5] F. de la Peña, J. Palacio & E. Barragán, Cartagena’s Declaration for Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): breaking the Stigma, Colombia: Revista Ciencias de la Salud, 2010. [En línea]. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/5621630>
- [6] E. Velásquez & C. Ordóñez, “Trastornos por uso de sustancias y trastorno por déficit de atención e hiperactividad: frecuencia en pacientes varones hospitalizados en un servicio de adicciones”, Lima: Revista de Neuro-Psiquiatría, 2015. [En línea]. Obtenido de: <http://www.scielo.org.pe/8597201>.
- [7] K. Rubina, “Desarrollo de un sistema experto como apoyo para el diagnóstico de niños con trastorno del espectro autista”, Lima: Universidad Nacional Mayor

de San Marcos, 2019. [En línea]. Obtenido de: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/2132672/>

[8] J. Mori, "Deserción de estudiantes universitarios en lo que va del 2020", Minedu, 2020. [En línea]. Obtenido de: <https://www.tvperu.gob.pe/desercion-estudiantes/>

[9] L. Ramirez, "Sistema experto para apoyar el diagnóstico de conducta de los estudiantes del nivel secundario de una institución educativa particular de Chiclayo", Chiclayo: USAT, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/506731>

[10] J. Ramos & S. Salgado, "Implementación de un Sistema Inteligente para determinar el nivel de los trastornos mentales y de comportamiento basados en Lógica Difusa", Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador, 2023. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/>

[11] E. Mamani, "Sistema experto con base en lógica difusa para el diagnóstico de distimia", Bolivia: Universidad Pública de El Alto, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.upea.bo/bitstream/209123/>

[12] G. Alapa, "Sistema Experto móvil para evaluar los trastornos de conductos en niños de 5 a 10 años de edad", Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/29148/>

[13] K. Pocco. "Un sistema experto para el diagnóstico del trastorno depresivo basado en redes neuronales", ECIMED: Cuba, 2022. [Online]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/141684>

[14] L. Medrano, "Diseño e implementación de un sistema experto para el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el área de Pediatría del centro de salud Tupac Amaru - Chaupimarca", Cerro de Pasco, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/1898>

[15] "Diagnóstico de la ansiedad utilizando Sistemas Expertos como el test

psicológico "Inventario de Ansiedad de Beck'", Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://riucv.ucv.es/20.50012466>

[16] S. Vásquez, "Estrategia lúdica para lograr la integración escolar de los alumnos con trastornos por déficit de atención con hiperactividad del primer grado de educación primaria de la I.E. N° 82101 del Progreso, distrito de Chugay, provincia Sánchez Carrión, La Libertad, 2013", Lambayeque, Perú: 2017. [En línea]. Obtenido de: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/6989/>

[17] M. Regalado, "Prevalencia del trastorno de déficit de atención e hiperactividad en estudiantes de medicina de la universidad nacional Pedro Ruíz Gallo y Universidad de San Martín de Porres – Filial Norte en el año 2015", Chiclayo, Perú: 2017. [En línea] Obtenido de: <https://repositorio.usmp.edu.pe/12727/>

[18] Tecnologías Información, "Sistemas expertos: Definición, Aplicaciones y ejemplos", 2018. [En línea]. Obtenido de: <https://www.tecnologias-informacion.com/sistemas-expertos.html>

[19] S. Russell & P. Norvig, "Artificial Intelligence, a modern approach", Third edition, New Jersey: Pearson Education, 2010. [En línea]. Disponible en: <https://tamu.edu/Artificial-intelligence>

[20] S. Badaró; L. J. Ibáñez & M. J. Agüero, "Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones", Universidad de Palermo, Argentina, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.palermo.edu/ingenieria/CyT.df>

[21] C. Huertas, "Metodologías para el desarrollo de los sistemas expertos", 2017.

[22] M. Marín, A. Gutiérrez & otros, "Isolated attention deficit disorder with/without hyperactivity in clinical practice. Series of cases", 2020. [En línea]. Obtenido de: <https://www.sap.org.ar/docs/publicaciones/20201133.pdf>

[23] J. Barrio, C. Suárez & otros, "Enfermedades crónicas en población pediátrica: comorbilidades y uso de servicios en atención primaria", España: Congreso de la

Sociedad Española de Medicina de Familia, 2019. [En línea]. Obtenido de:  
<https://www.depediatria.org/enfermedades-cronicas>

[24] F. Rusca-Jordán y C. Cortez-Vergara, «Trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) en niños y adolescentes. Una revisión clínica», Revista de Neuro-Psiquiatria, vol. 83, n.º 3, pp. 148-156, oct. 2020. [En línea]. Obtenido de: <https://revistas.upch.edu.pe/view/3794>

[25] OCDE, "Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities", España: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, FECYT, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/frascati-manual>

[26] K. Beck, "Extreme Programming Explained: Embrace Change", primera edición, USA: Addison-Wesley, 1999

[27] L. Delgado; A. Cortez & E. Ibáñez, "Aplicación de metodología Buchanan para la construcción de un sistema experto con redes bayesianas para apoyo al diagnóstico de la Tetralogía de Fallot en el Perú", Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/article/12076/10791>

[28] E. Castillo, J. Gutiérrez & A. Hadi, "Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas", España: Universidad de Cantabria, 1996. [En línea]. Disponible en: <https://personales.unican.es/modelos-redes>

[29] EstudiaPerú, "Universidades Perú", 2023. [En línea]. Disponible en: <https://estudiaperu.pe/universidades/usat/>

[30] C. Bernal, "Metodología de la investigación", Pearson Education: Colombia, 2010, tercera edición. [En línea]. Disponible en: <https://El-proyecto-de-investigacion.pdf>

**IX. ANEXOS****ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS**

**"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"**

*Chiclayo, mayo del 2023*

**Psic. Andrea Ivonne Bustamante Fanning**

**ASUNTO: CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

**SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL TRASTORNO DE DÉFICIT DE ATENCIÓN CON HIPERACTIVIDAD (TDAH) EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

De mi consideración:

Quien suscribe, y en mi calidad de psicólogo colegiado con **registro CPSP 40487**, es grato dirigirme a usted con la finalidad de saludarlo cordialmente, asimismo, mediante la presente se suscribe que, habiendo revisado el producto acreditable de la tesis que lleva como título "**SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DEL TRASTORNO DE DÉFICIT DE ATENCIÓN CON HIPERACTIVIDAD (TDAH) EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**", presentado por el estudiante VELASQUEZ VELASQUEZ SERGIO DAVD identificado con código universitario 171EP70723 de la Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, se certifica que se ha culminado exitosamente la realización del sistema experto, cumpliéndose con la totalidad de requisitos establecidos y habiéndole dado las facilidades y apoyo pertinentes en acceder a la información necesaria para el desarrollo de la investigación

Reitero mi especial consideración y estima.



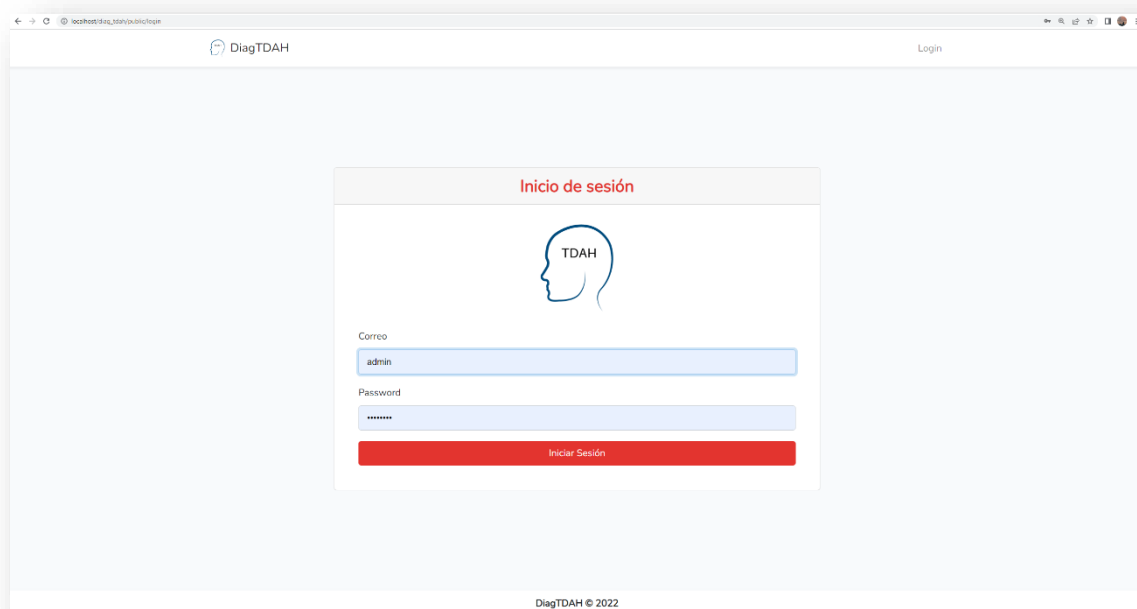
---

**Psic. Andrea Ivonne Bustamante Fanning**  
**DNI: 48502885**  
**N° COLEGIATURA: 40487**

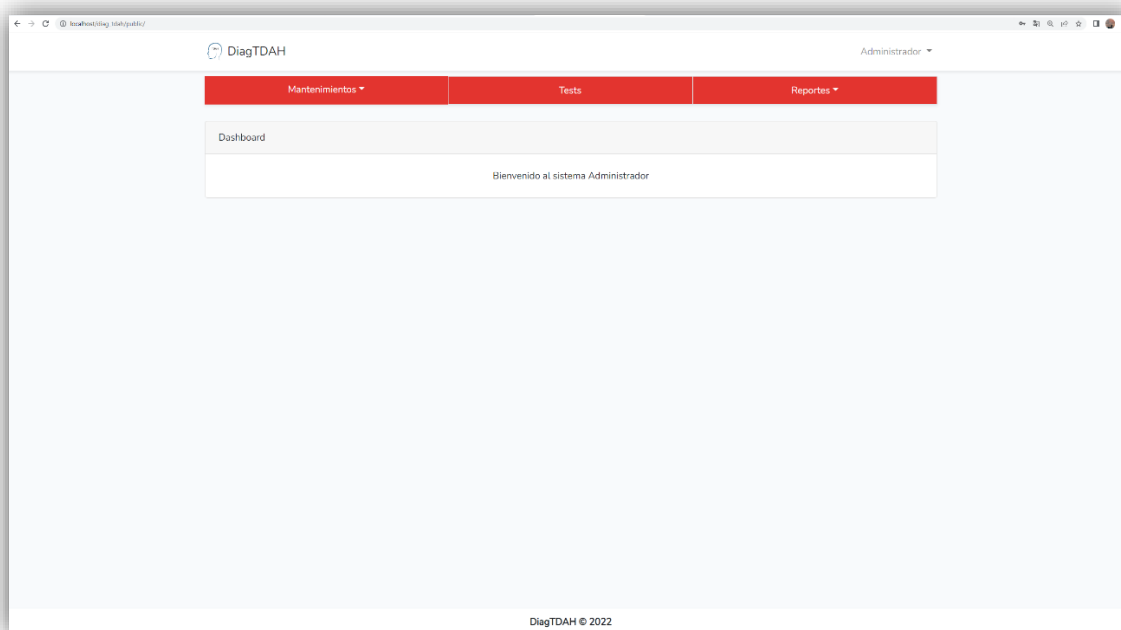
## ANEXO N° 02. MANUAL DE USUARIO

### ○ Interfaz Login

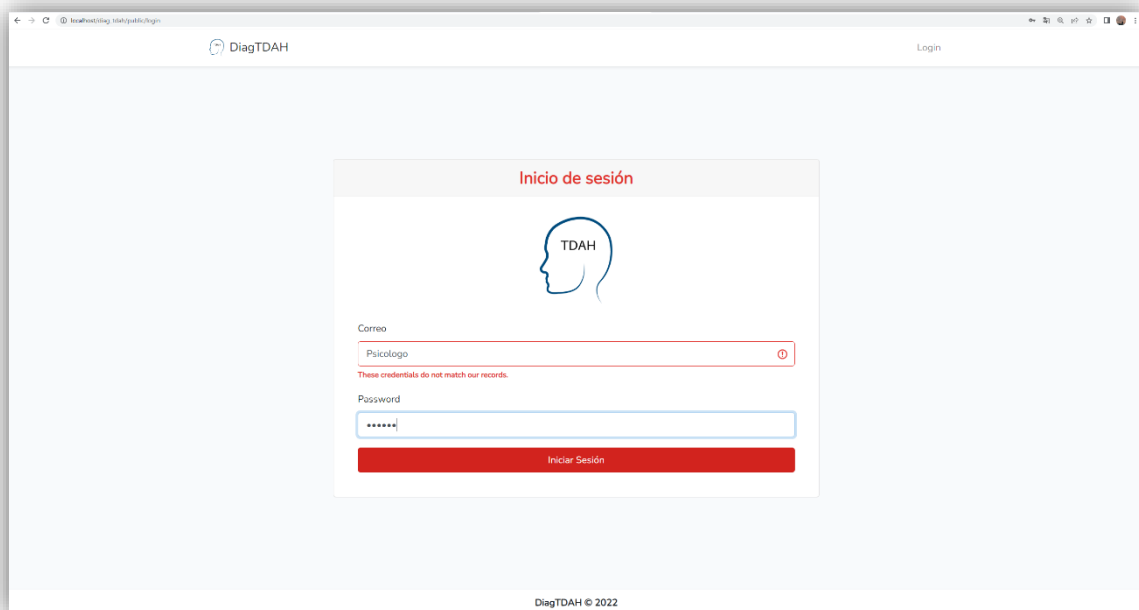
Cuando se inicia sesión como administrador, el encargado ingresa sus credenciales previamente asignadas.



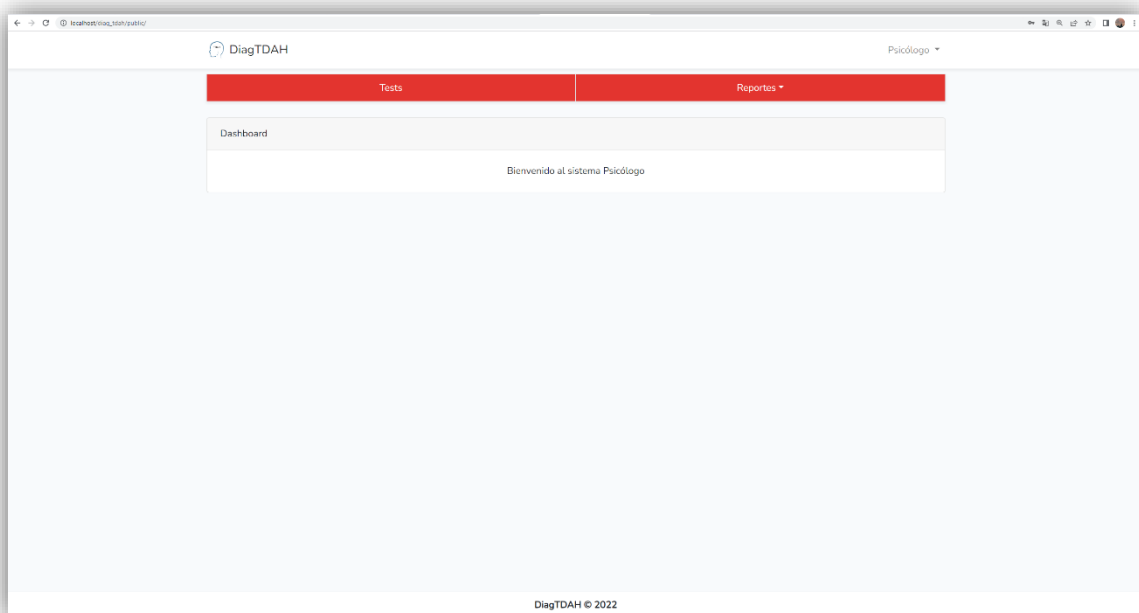
Una vez iniciado sesión, se le mostrara al usuario los módulos del sistema (Mantenimiento, Test, Reportes).



Inicio de sesión con el rol de Psicólogo, el cual también ingresará con sus credenciales.

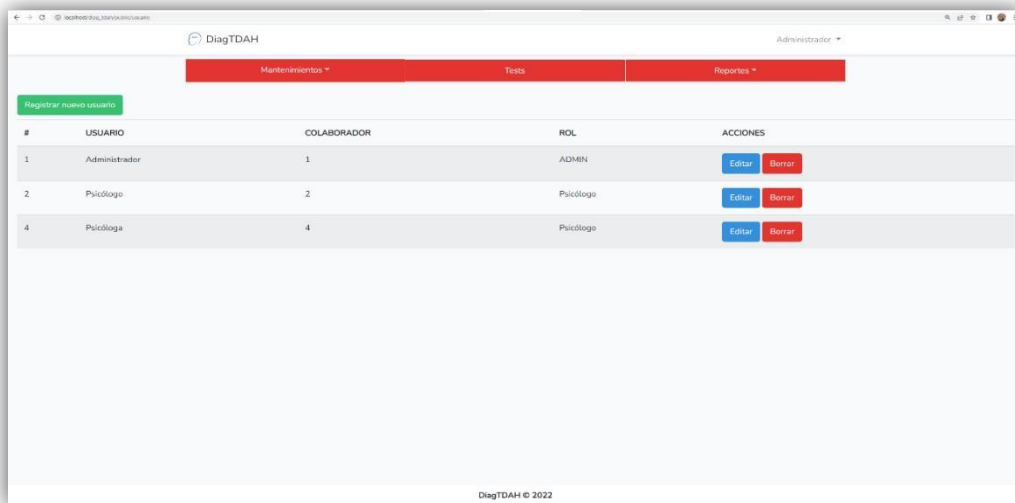


El psicólogo una vez haya iniciado sesión, tendrá disponible los módulos de Test y Reportes.



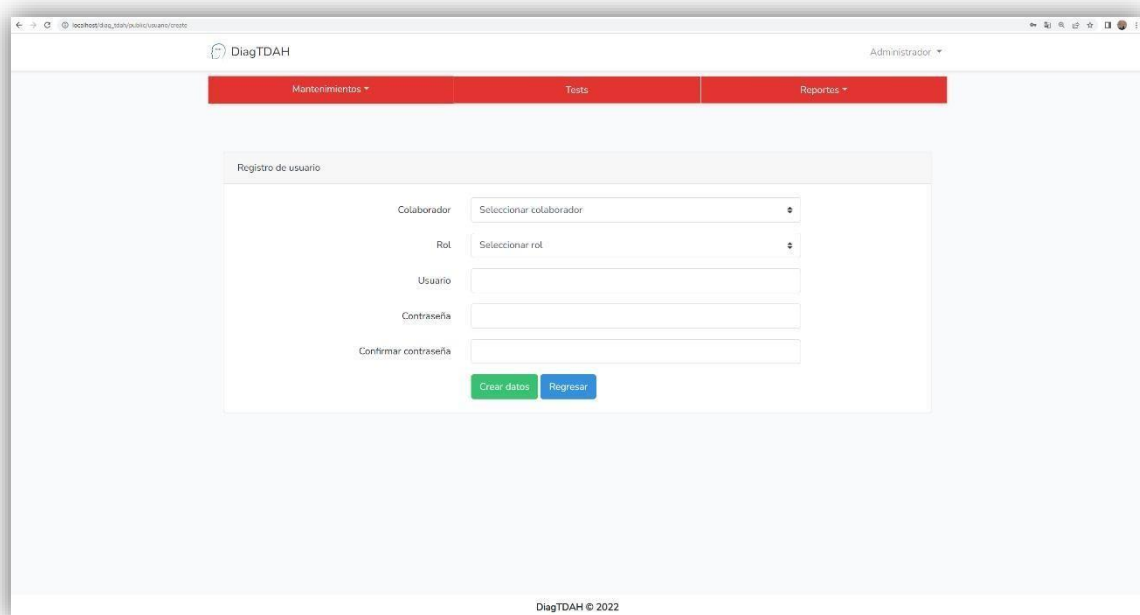
### o Gestionar usuario

El administrador podrá tener una vista de todos los usuarios registrados en el sistema, teniendo así las acciones de: crear, editar y dar de baja.



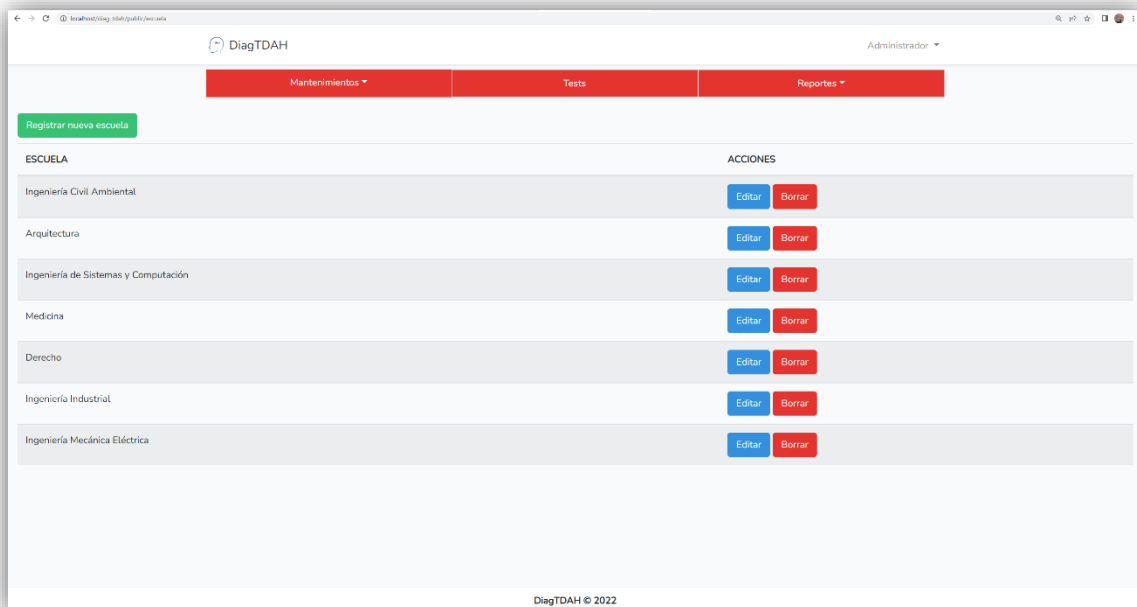
### o Gestionar usuario – Registrar Usuario

El administrador tendrá una vista donde podrá registrar un nuevo usuario asignándole un colaborador, un rol y sus respectivas credenciales (nombre de usuario y una contraseña).



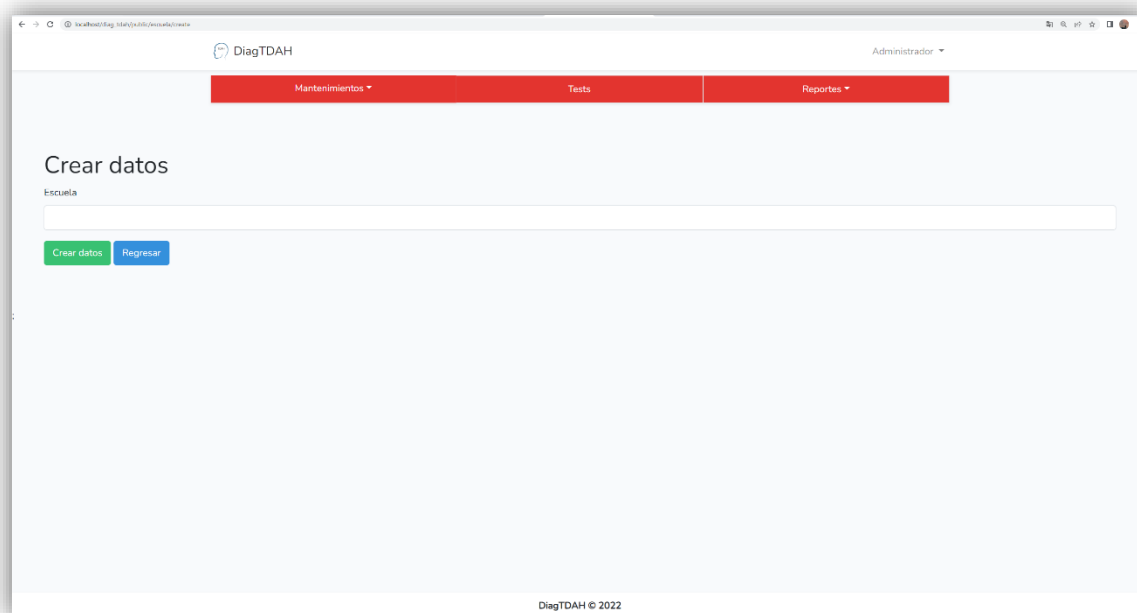
- o Gestionar Escuela

En la vista Escuela el administrador observará una lista de las escuelas ya registradas, como a su vez podrá editar y eliminar.



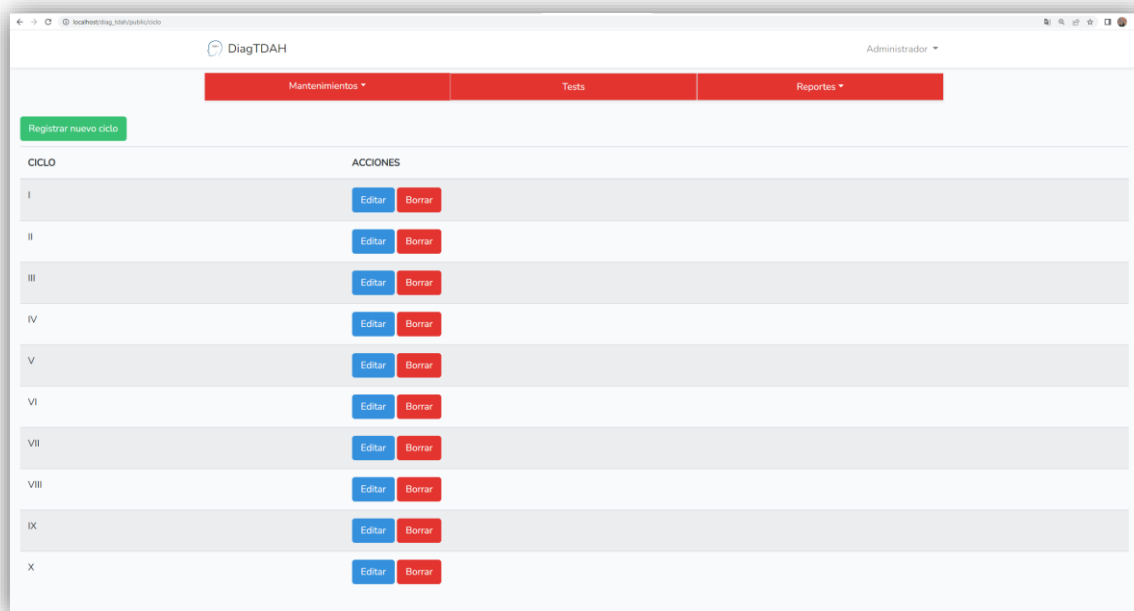
- o Gestionar Escuela– Registrar Escuela

En la vista registrar escuela el administrador podrá registrar las escuelas de la universidad.



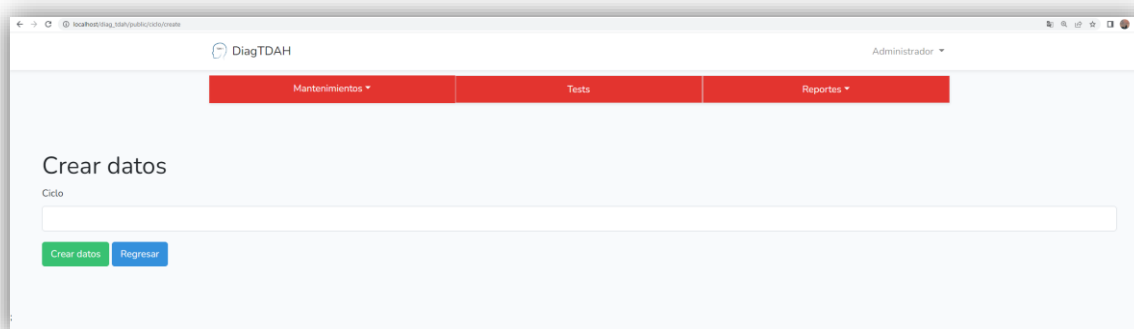
- o Gestionar ciclo

En la vista ciclo el administrador observará una lista de los ciclos ya registrados, como a su vez podrá editar y eliminar los registros.



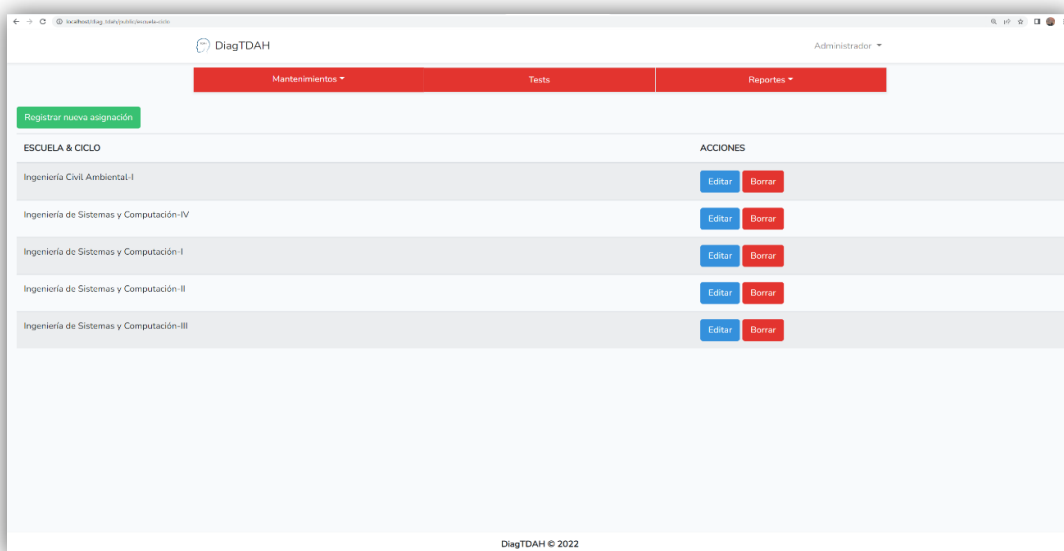
- o Gestionar Ciclo – Registrar Ciclo

En la vista registrar ciclo el administrador podrá registrar el ciclo.



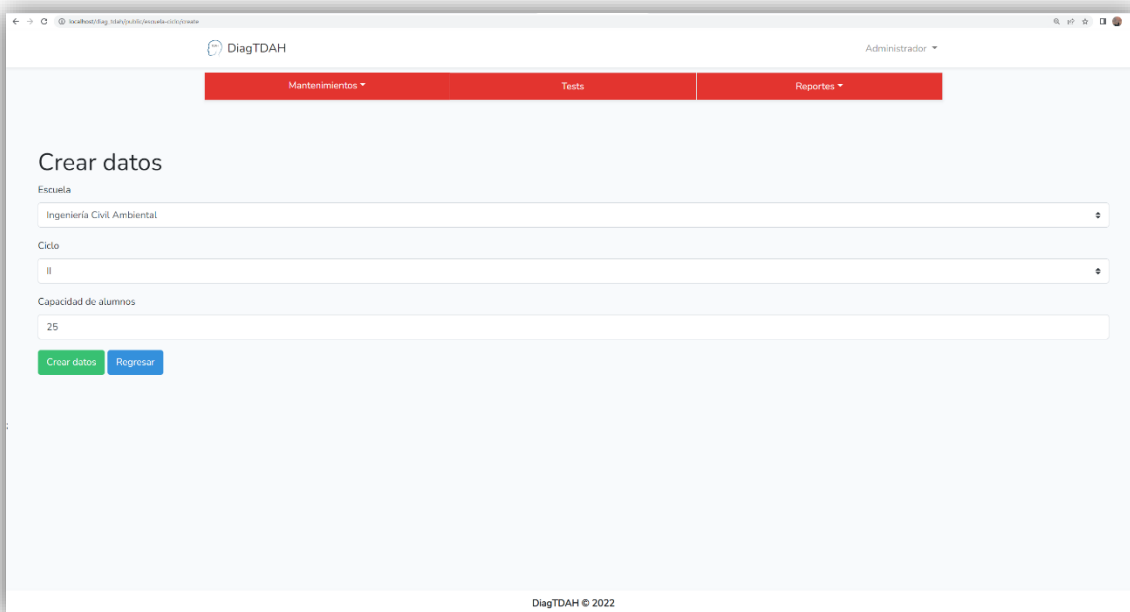
### o Gestionar escuela-ciclo

En la vista escuela-ciclo el administrador observará una lista de las escuelas asignadas a un ciclo, como a su vez podrá editar y eliminar la dicha asignación.



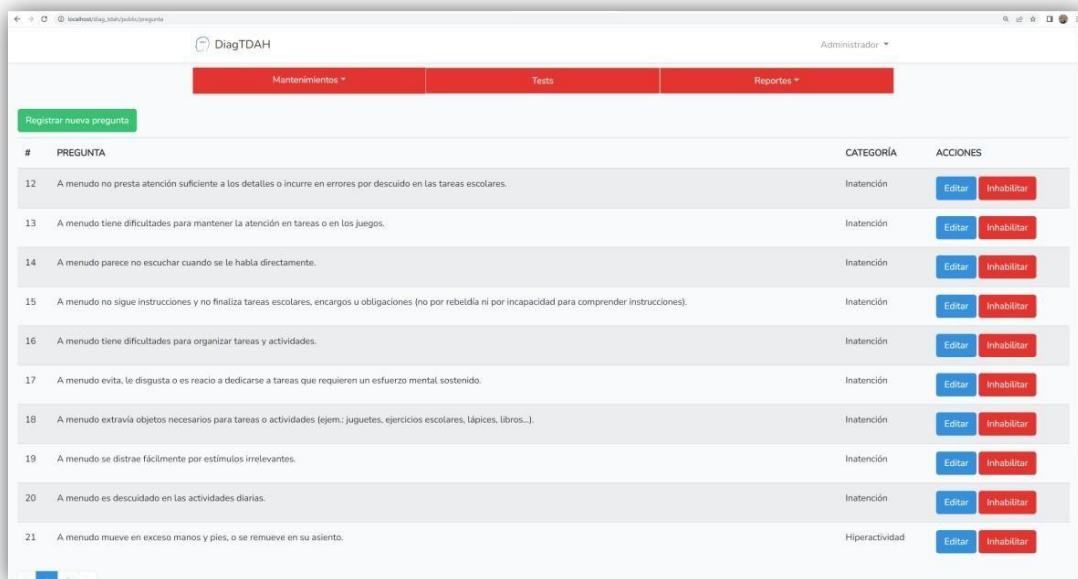
### o Gestionar escuela-ciclo– Registrar escuela-ciclo

En la vista registrar escuela-ciclo el administrador podrá registrar la escuela, el ciclo y la capacidad de alumnos.



- Gestionar preguntas

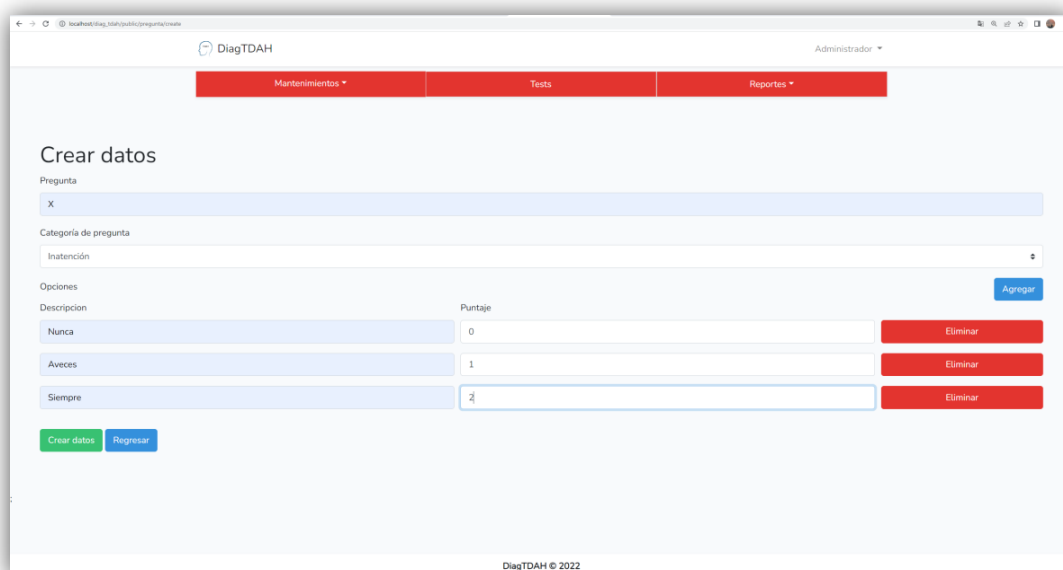
En la vista pregunta el administrador observará una lista de las preguntas ya registradas, como a su vez podrá editar e inhabilitar.



#	PREGUNTA	CATEGORÍA	ACCIONES
12	A menudo no presta atención suficiente a los detalles o incurre en errores por descuido en las tareas escolares.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
13	A menudo tiene dificultades para mantener la atención en tareas o en los juegos.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
14	A menudo parece no escuchar cuando se le habla directamente.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
15	A menudo no sigue instrucciones y no finaliza tareas escolares, encargos u obligaciones (no por rebeldía ni por incapacidad para comprender instrucciones).	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
16	A menudo tiene dificultades para organizar tareas y actividades.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
17	A menudo evita, le disgusta o es reacio a dedicarse a tareas que requieren un esfuerzo mental sostenido.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
18	A menudo extravía objetos necesarios para tareas o actividades (ejem.: juguetes, ejercicios escolares, lápices, libros...).	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
19	A menudo se distrae fácilmente por estímulos irrelevantes.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
20	A menudo es descuidado en las actividades diarias.	Inatención	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>
21	A menudo mueve en exceso manos y pies, o se remueve en su asiento.	Hiperactividad	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Inhabilitar</a>

- Gestionar Pregunta – Registrar Pregunta

En la vista registrar pregunta el administrador podrá registrar la pregunta, la categoría de la pregunta y las opciones (**nunca, a veces, siempre**).



**Crear datos**

Pregunta  
X

Categoría de pregunta  
Inatención

Opciones

Descripción	Puntaje	Acción
Nunca	0	<a href="#">Eliminar</a>
A veces	1	<a href="#">Eliminar</a>
Siempre	2	<a href="#">Eliminar</a>

[Crear datos](#) [Agregar](#)

DiagTDAH © 2022

- Gestionar estudiante

En la vista estudiante, el administrador observará una lista de los estudiantes ya registrados, como a su vez podrá editar y eliminar.

#	DNI	NOMBRES	APELLIDOS	ESCUELA	ACCIONES
4	73671589	Alejandro	Campos	Ingeniería de Sistemas y Computación-IV	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>
5	16429358	Maria	Vargas	Ingeniería Civil Ambiental-I	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>
6	24459558	Marcos	Hernandez	Ingeniería Civil Ambiental-I	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>
7	78679589	Joaquin	Herrera	Ingeniería Civil Ambiental-I	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>
8	78679589	Alonso	Martinez	Ingeniería de Sistemas y Computación-IV	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>
9	65715897	Marlon	Vilchez	Ingeniería de Sistemas y Computación-I	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Borrar</a>

- Gestionar Estudiante – Registrar Estudiante

En la vista registrar estudiante el administrador podrá insertar los datos del colaborador (DNI, nombres, apellidos, fecha de nacimiento, Escuela-Ciclo, y los datos del apoderado).

**Crear datos**

DNI  
78561589

Nombres  
Joaquin

Apellidos  
Saldaña

Fecha de nacimiento  
22/02/2000

Escuela - Ciclo  
Ingeniería Civil Ambiental-I

**Datos del apoderado**

Nombres  
Julian

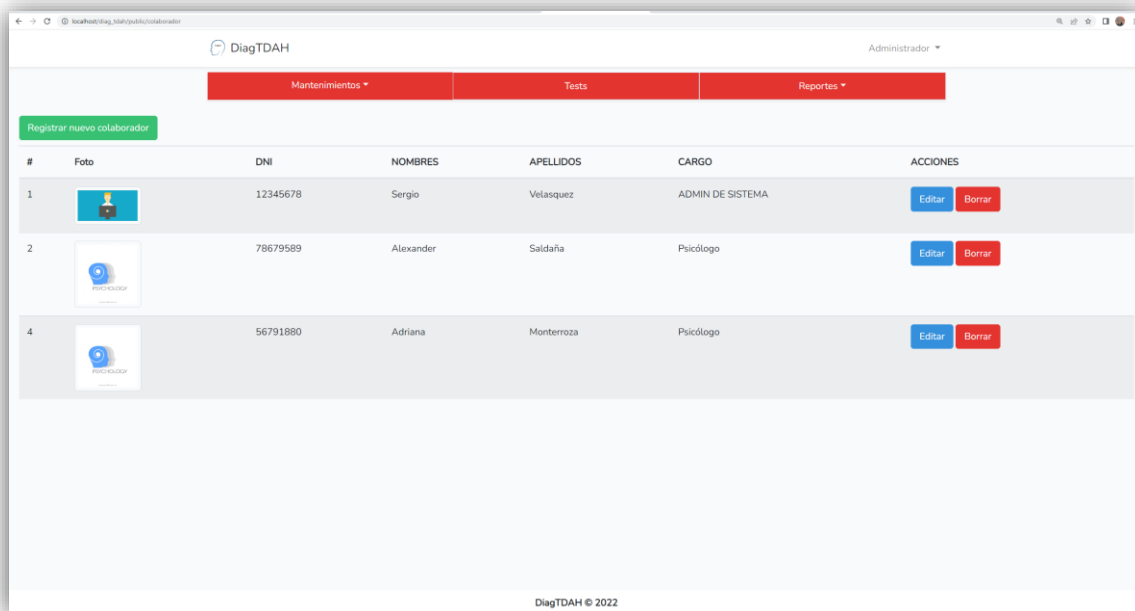
Apellidos  
Armas

Celular  
981927176

[Crear datos](#) [Regresar](#)

- Gestionar colaborador

En la vista colaborador el administrador observará una lista de los colaboradores ya registrados, como a su vez podrá editar y eliminar.



- Gestionar Colaborador – Registrar Colaborador En la vista registrar colaborador el administrador podrá agregar un nuevo colaborador registrando (DNI, Nombre, Apellidos, cargo y una foto).

The screenshot displays the 'DiagTDAH' web application interface for registering a new collaborator. The page title is 'Crear datos'. The form contains the following fields:

- DNI:** A text input field containing the value '16429358'.
- Nombres:** A text input field containing the value 'Sergio'.
- Apellidos:** A text input field containing the value 'Hernandez'.
- Cargo:** A dropdown menu with 'Psicólogo' selected.
- File Upload:** A button labeled 'Seleccionar archivo' and a text area containing 'Ninguno archivo selec.'.

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Crear datos' (green) and 'Regresar' (blue). At the bottom of the page, there is a footer that reads 'DiagTDAH © 2022'.

### ○ Gestionar test

En la vista test el psicólogo observará una lista de los estudiantes a los que deberá evaluar, como a su vez podrá editar y revisar el detalle una vez terminado la evaluación.

#	DNI	NOMBRES	APELLIDOS	ESCUELA	RESULTADO	ACCIONES
7	78679589	Joaquín	Herrera	Ingeniería Civil Ambiental-I	SIN RIESGO DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
8	78679589	Alonso	Martínez	Ingeniería de Sistemas y Computación-IV	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
4	73671589	Alejandro	Campos	Ingeniería de Sistemas y Computación-IV	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
5	16429358	María	Vargas	Ingeniería Civil Ambiental-I	MODERADO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
6	24499588	Marcos	Hernández	Ingeniería Civil Ambiental-I	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>
9	65715897	Marlon	Vilchez	Ingeniería de Sistemas y Computación-I	ALTO NIVEL DE TDAH	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Detalle</a>

### ○ Test Alumno

En la vista del test el psicólogo podrá observar los datos del alumno al que está evaluando, como a su vez las preguntas según la categoría.

**TEST DE ALUMNO**

DNI: 78679589      Nombres: Joaquín      Apellidos: Herrera

**Inatención**

1) A menudo no presta atención suficiente a los detalles o incurre en errores por descuido en las tareas escolares.

Nunca  
 A veces  
 Siempre

2) A menudo tiene dificultades para mantener la atención en tareas o en los juegos.

Nunca  
 A veces  
 Siempre

3) A menudo parece no escuchar cuando se le habla directamente.

Nunca  
 A veces  
 Siempre

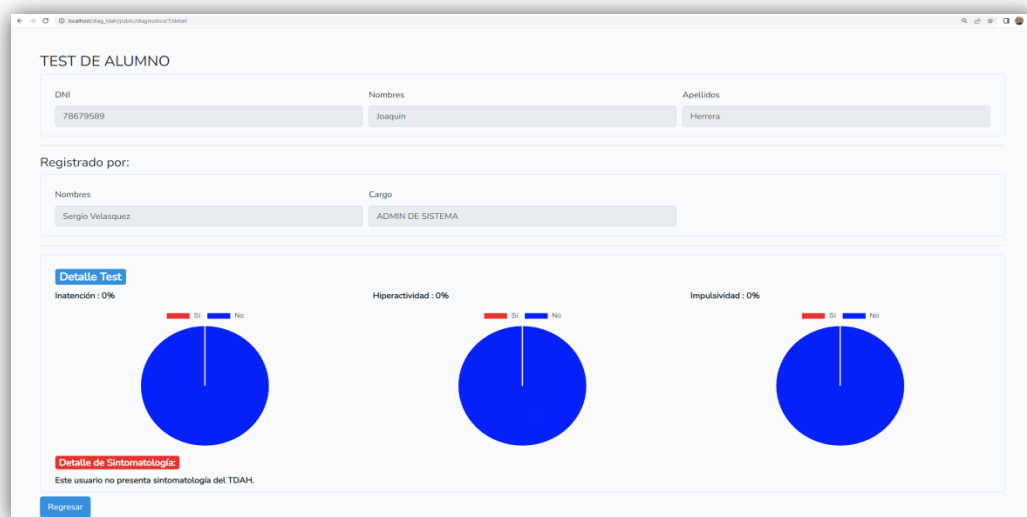
4) A menudo no sigue instrucciones y no finaliza tareas escolares, encargos u obligaciones (no por rebeldía ni por incapacidad para comprender instrucciones).

Nunca  
 A veces  
 Siempre

5) A menudo tiene dificultades para organizar tareas y actividades.

- Detalle del test del alumno

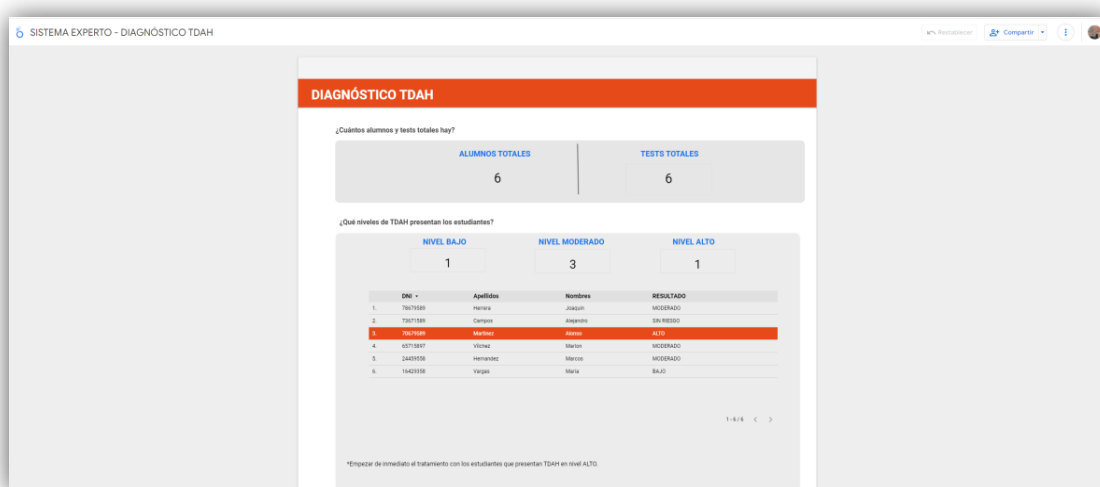
En la vista detalle del test el psicólogo podrá obtener los datos del alumno registrado y un detalle grafico del porcentaje de probabilidad según la categoría (Inatención, Hiperactividad, Impulsividad).

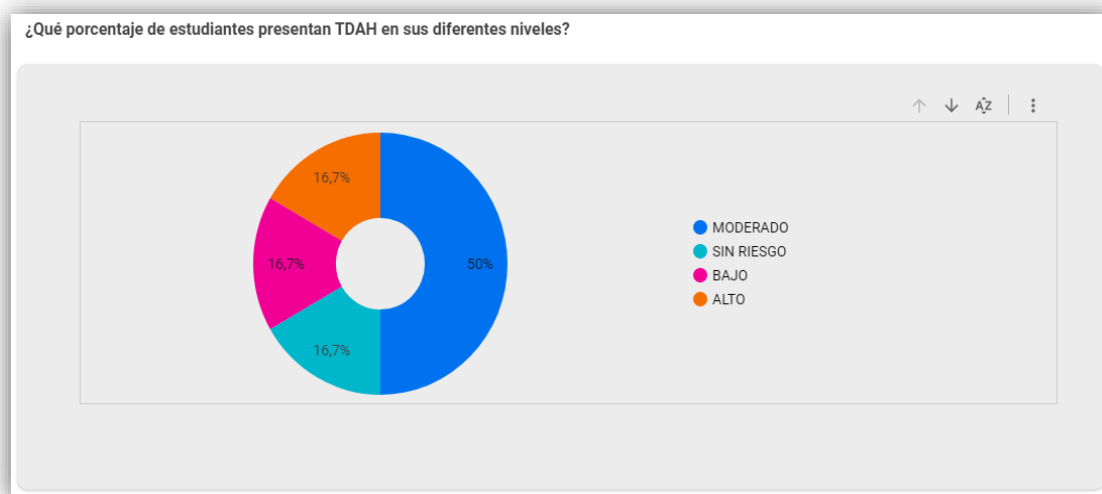
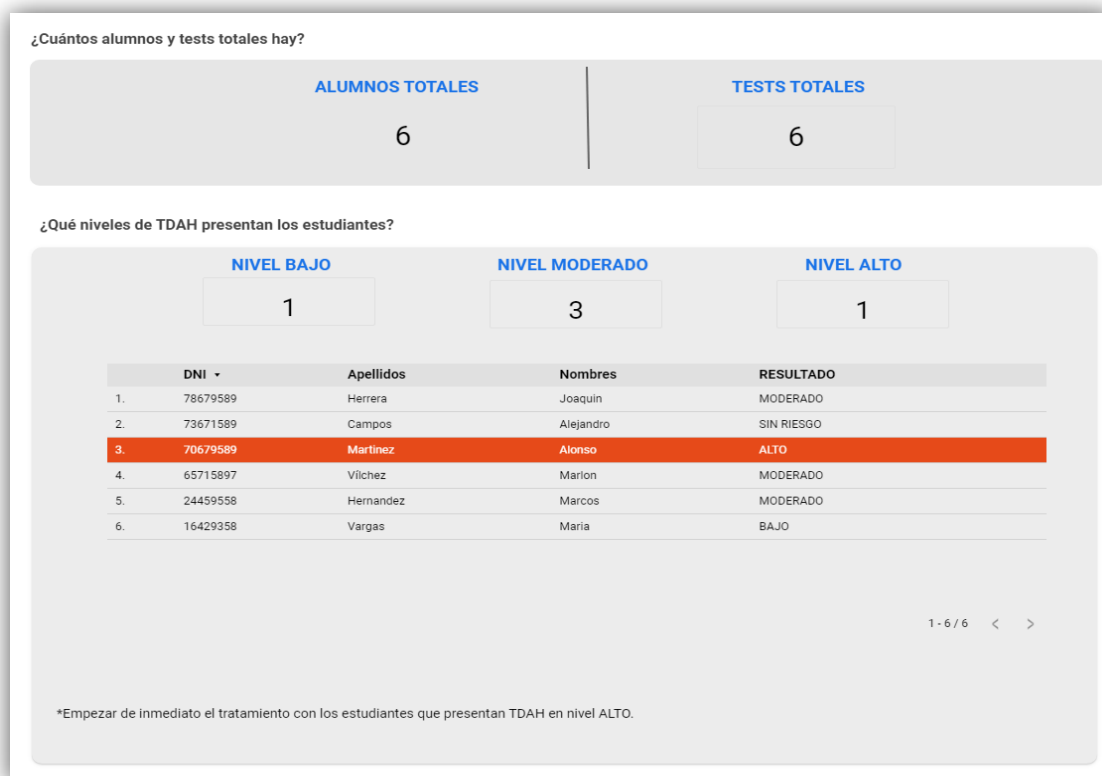


- Gestionar reportes

### Casos de TDAH por nivel

✓ En esta vista el psicólogo podrá obtener un reporte de la cantidad de tests realizados, cantidad de alumnos ya evaluados, y la cantidad según el nivel de TDAH que se presenta acompañado de un listado más detallado.





Este reporte le permite al psicólogo tener una mejor visión en base a porcentajes de los casos de TDAH ya diagnosticados anteriormente, siendo considerados por niveles de riesgo (alto, moderado, bajo, sin riesgo) y así se pueda tomar una mejor decisión con respecto al tratamiento.

**ANEXO N° 03. ENCUESTA DE FACILIDAD DE USO Y UTILIDAD PERCIBIDA BASADA EN EL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM)**

(Sistema experto para el diagnóstico del TDAH  
en estudiantes universitarios, Sergio Velásquez)

Fecha: 31/10/2022

Psicólogo (a): Carla Hugo | Psicóloga USAT

Indicadores	Pregunta en el instrumento		Criterios de evaluación				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
Facilidad de uso percibida	P01	Fue fácil aprender a utilizar el Sistema Experto (SE).	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P02	Fue fácil hacer que el SE haga lo que yo quiera que haga.		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P03	Mi interacción con el SE es clara y entendible.	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P04	Fue fácil interactuar con el SE	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P05	¿Podría dar uso al SE con mucha frecuencia?		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P06	Creo que no necesitare ayuda para utilizar el SE	X				

		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo	
<b>Utilidad percibida</b>	P07	El uso del Sistema Experto me permitió identificar las funcionalidades principales.	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P08	Siento que voy a lograr usar bien el SE		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P09	Estoy entusiasmado con la idea de usar el SE	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P10	Siento que el SE me ayudará a ser más productivo.	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P11	Siento que el SE me ayudará a ahorrar tiempo en el diagnóstico de mis resultados.	X				
			Mucha experticia	Regular	Ni poca ni mucha	Poca experticia	Sin experticia
	P12	¿Cuál es su experiencia en uso de sistemas similares?			X		
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P13	Creo que el SE se comportará de la manera adecuada.		X			

## ENCUESTA DE FACILIDAD DE USO Y UTILIDAD PERCIBIDA BASADA EN EL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM)


(Sistema experto para el diagnóstico del TDAH  
en estudiantes universitarios, Sergio Velásquez)

Fecha: 20/05/2023

Experto TI: Jeiner Muñoz Olivera (Data Analyst, DBA)

Indicadores	Pregunta en el instrumento		Criterios de evaluación				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
<b>Facilidad de uso percibida</b>	P01	Fue fácil aprender a utilizar el Sistema Experto (SE).		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P02	Fue fácil hacer que el SE haga lo que yo quiera que haga.		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P03	Mi interacción con el SE es clara y entendible.	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P04	Fue fácil interactuar con el SE		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P05	¿Podría dar uso al SE con mucha frecuencia?		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P06	Creo que no necesitare ayuda para utilizar el SE	X				

		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	
<b>Utilidad percibida</b>	P07	El uso del Sistema Experto me permitió identificar las funcionalidades principales.		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P08	Siento que voy a lograr usar bien el SE	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P09	Estoy entusiasmado con la idea de usar el SE	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P10	Siento que el SE me ayudará a ser más productivo.		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P11	Siento que el SE me ayudará a ahorrar tiempo en el diagnóstico de mis resultados.	X				
			Mucha experticia	Regular	Nipocani mucha	Poca experticia	Sin experticia
	P12	¿Cuál es su experiencia en uso de sistemas similares?		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P13	Creo que el SE se comportará de la manera adecuada.		X			

  
**JENER MELANIO MUÑOZ OLIVERA**  
 INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACION  
 REG. CIP N° 289230

## ENCUESTA DE FACILIDAD DE USO Y UTILIDAD PERCIBIDA BASADA EN EL MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM)

(Sistema experto para el diagnóstico del TDAH  
en estudiantes universitarios, Sergio Velásquez)

Fecha: 22/05/2023

Experto TI: Jheiner Reaño Coveñas | QA, Programador

Indicadores	Pregunta en el instrumento		Criterios de evaluación				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
<b>Facilidad de uso percibida</b>	P01	Fue fácil aprender a utilizar el Sistema Experto (SE).	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P02	Fue fácil hacer que el SE haga lo que yo quiera que haga.		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P03	Mi interacción con el SE es clara y entendible.				X	
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P04	Fue fácil interactuar con el SE		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P05	¿Podría dar uso al SE con mucha frecuencia?		X			
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en des acuerdo	En des acuerdo	Totalmente en des acuerdo
	P06	Creo que no necesitaré ayuda para utilizar el SE	X				

		Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo	
<b>Utilidad percibida</b>	P07	El uso del Sistema Experto me permitió identificar las funcionalidades principales.	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P08	Siento que voy a lograr usar bien el SE	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P09	Estoy entusiasmado con la idea de usar el SE	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P10	Siento que el SE me ayudará a ser más productivo.	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P11	Siento que el SE me ayudará a ahorrar tiempo en el diagnóstico de mis resultados.	X				
			Mucha experticia	Regular	Ni poca ni mucha	Poca experticia	Sin experticia
	P12	¿Cuál es su experiencia en uso de sistemas similares?	X				
			Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
	P13	Creo que el SE se comportará de la manera adecuada.	X				



Jheiner Reaño Covenias

QA Automation Culqi

jheinercovenias@gmail.com