

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



### TESIS DE GRADO

#### “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE TRASTORNOS PSICOMOTRICES EN NIÑOS DE 3 A 5 AÑOS BASADO EN REDES BAYESIANAS”

Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas  
MENCIÓN: INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES

Postulante: Univ. Daniel Reynaldo Mamani Yujra  
Tutor Metodológico: M. Sc. Lic. Ing. Enrique Flores Baltazar  
Tutor Especialista: M. Sc. Lic. Ing. Freddy Félix Medina Miranda  
Tutor revisor: Lic. Gladys Francisca Chuquimia Mamani

EL ALTO – BOLIVIA  
2023

# DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE PERFIL DE TRABAJO DE GRADO

Yo, Daniel Reynaldo Mamani Yujra, estudiante de Taller de Grado II, de la Carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto, identificado con Ci. 12829392 L.P. y Registro Universitario: 200007063

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis de grado titulado:  
"Sistema experto para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años basado en redes bayesianas"  
El mismo que presento bajo la modalidad de tesis de grado.
2. El texto de mi Tesis de Grado respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En tal sentido, declaro que esta Tesis de Grado no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto de la Tesis de Grado que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. Por tanto, declaro que mi Tesis de Grado cumple con todas las normas de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.  
El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto toda responsabilidad que pueda derivarse por la Tesis de Grado presentado.

Fecha: 05/12/2023

.....  
*Daniel Reynaldo Mamani Yujra*  
*Ci. 12829392 L.P.*

## **DEDICATORIA**

*A mi familia, por haberme inculcado valores y consejos, guiándome y  
haciéndome una persona de bien siempre con amor y confianza en mis  
capacidades*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto por haberme acogido los años para mi formación profesional.*

*A mis tutores por brindarme sus conocimientos y apoyo para la elaboración de este trabajo de investigación.*

*A la Dra. Sofía Linares, por su colaboración como experta para la elaboración del sistema y la realización del trabajo de investigación.*

## INDICE

I. MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1. INTRODUCCION .....	1
1.2. ANTECEDENTES .....	2
1.2.1.INTERNACIONALES.....	2
1.2.2.NACIONALES.....	4
1.2.3.LOCALES.....	5
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
1.3.1.PROBLEMA PRINCIPAL .....	7
1.3.2.PROBLEMAS ESPECIFICOS .....	7
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	7
1.5. OBJETIVOS.....	8
1.5.1.OBJETIVO GENERAL.....	8
1.5.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
1.6. HIPÓTESIS .....	8
1.7. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	9
1.8. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES.....	9
1.9. JUSTIFICACIONES .....	10
1.9.1.JUSTIFICACIÓN TÉCNICA .....	10
1.9.2.JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA .....	10
1.9.3.JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	10
1.9.4.JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA .....	10
1.10. METODOLOGÍA.....	11
1.10.1.MÉTODO CIENTÍFICO .....	11
1.10.2.METODOLOGÍA BUCHANAN .....	12
1.11. HERRAMIENTAS.....	12
1.12. LÍMITES Y ALCANCES.....	13
1.12.1. LÍMITES .....	13
1.12.2. ALCANCES .....	13
<b>II. CAPITULO .....</b>	<b>14</b>
<b>II MARCO TEORICO .....</b>	<b>14</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	14

2.2.	DATO.....	14
2.2.1.	TIPOS DE DATOS.....	14
2.3.	INFORMACION.....	15
2.4.	SISTEMA .....	17
2.4.1.	CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA.....	17
2.5.	TIPOS DE SISTEMAS .....	18
2.6.	INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	19
2.6.1.	TIPOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	20
2.7.	SISTEMA EXPERTO .....	22
2.7.1.	APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	22
2.7.2.	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS .....	23
2.7.2.1.	SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN REGLAS.....	23
2.7.2.2.	SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN ÁRBOLES .....	23
2.7.3.	TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS.....	24
2.7.4.	CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA EXPERTO .....	25
2.7.5.	ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO .....	25
2.7.6.	OBJETIVO DE UN SISTEMA EXPERTO.....	27
2.8.	REDES BAYESIANAS.....	27
2.8.1.	FUNDAMENTOS DE LAS REDES BAYESIANAS.....	28
2.8.1.1.	VARIABLES CUALITATIVAS.....	28
2.8.1.2.	DIMENSIÓN CUANTITATIVA .....	29
2.8.2.	CLASES DE EQUIVALENCIA .....	30
2.8.3.	TEOREMA DE BAYES .....	31
2.8.4.	PREPARACIÓN DE ARBOLES.....	32
2.8.5.	PROBABILIDAD BAYESIANA .....	33
2.8.6.	VENTAJAS DE LAS REDES BAYESIANAS.....	34
2.8.7.	APLICACIÓN Y PERSPECTIVAS DE LAS REDES BAYESIANAS EN PSICOLOGÍA.....	35
2.9.	INFERENCIA.....	37
2.10.	TRASTORNO.....	37
2.11.	PSICOMOTRICIDAD .....	39
2.11.1.	BENEFICIOS DE LA PSICOMOTRICIDAD .....	39
2.11.2.	PSICOMOTRICIDAD GRUESA.....	40

2.11.2.1. BENEFICIOS.....	40
2.11.3. PSICOMOTRICIDAD FINA .....	41
2.12. DESARROLLO PERCEPTIVO.....	41
2.13. TRASTORNOS PSICOMOTRICES.....	42
2.14. TRASTORNOS DE DÉFICIT DE ATENCIÓN/HIPERACTIVIDAD .....	42
2.14.1. DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH) .....	42
2.14.2. IMPULSIVIDAD.....	43
2.15. TRASTORNOS DEL MOVIMIENTO INTENCIONAL Y DE LA COORDINACIÓN MOTORA 44	
2.15.1. TRASTORNO DE LA ADQUISICIÓN DE LA COORDINACIÓN Y DISPRAXIAS ...	44
2.15.2. DISGRAFÍAS.....	45
2.16. TRASTORNOS DEL TONO MUSCULAR .....	46
2.16.1. DISTONÍAS .....	46
2.16.2. SINCINESIAS.....	47
2.16.3. PARATONÍAS .....	48
2.16.4. HIPERTONÍAS.....	48
2.17. METODOLOGIAS .....	49
2.17.1. METODO CIENTIFICO .....	49
2.17.1.1. OBJETIVO DEL METODO CIENTIFICO.....	49
2.17.1.2. PRESUPUESTOS DEL METODO CIENTIFICO.....	49
2.17.1.3. CARACTERISTICAS DEL METODO CIENTIFICO .....	50
2.17.1.4. TECNICAS DEL METODO CIENTIFICO .....	50
2.17.1.5. PASOS DEL METODO CIENTIFICO.....	52
2.17.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO.....	54
2.17.3. METODOLOGÍA BUCHANAN .....	54
2.18. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	57
2.18.1. T-STUDENT .....	57
2.18.2. PRINCIPALES USOS DE UNA PRUEBA T O PRUEBA T DE STUDENT.....	58
2.18.3. TIPOS DE PRUEBA T-STUDENT.....	58
2.19. HERRAMIENTAS .....	59
<b>III. MARCO APLICATIVO.....</b>	<b>66</b>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	66
3.2. ESQUEMA DEL SISTEMA EXPERTO.....	66

3.2.1.	ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO .....	67
3.2.1.	MOTOR DE INFERENCIA.....	67
3.2.2.	BASE DE DATOS (EVIDENCIAS).....	67
3.2.3.	BASE DE CONOCIMIENTOS .....	67
3.2.4.	MÓDULO DE EXPLICACIÓN.....	68
3.2.5.	INTERFAZ DEL USUARIO .....	68
3.3.	DESARROLLO DEL SISTEMA .....	68
3.3.1.	IDENTIFICACIÓN .....	68
3.3.1.1.	REQUERIMIENTOS .....	69
3.3.2.	CONCEPTUALIZACIÓN .....	70
3.3.3.	FORMULACIÓN.....	77
3.3.3.1.	BASE DE CONOCIMIENTO .....	77
3.3.3.2.	CONSTRUCCION DEL SISTEMA EXPERTO.....	85
3.3.4.	IMPLEMENTACIÓN.....	87
3.3.4.1.	MÓDULOS E INTERFAZ DE USUARIO.....	89
3.3.5.	VALIDACIÓN .....	95
<b>IV.</b>	<b>PRUEBA Y RESULTADO .....</b>	<b>96</b>
4.1.	INTRODUCCIÓN .....	96
4.2.	PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	96
4.2.1.	ESTIMACIÓN DE MUESTRA.....	96
4.2.2.	PRUEBA T-STUDENT .....	102
4.2.3.	DECISIÓN .....	104
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
5.1.	INTRODUCCIÓN .....	105
5.2.	CONCLUSIÓN.....	105
5.3.	RECOMENDACIONES .....	106
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>108</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Descripción de Variables .....	9
TABLA 2. Tabla de requerimientos evidentes .....	70
TABLA 3. Tabla de requerimientos ocultos .....	70
TABLA 4. Evidencias TDAH-Impulsividad.....	73
TABLA 5. Evidencias Dispraxia-Disgrafía .....	74
TABLA 6. Evidencias Paratonias-Hipertonias .....	77
TABLA 7. Casos de diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años	102

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ejemplo de una red bayesiana. Los nodos representan variables aleatorias y los arcos relaciones de dependencia. (Sucar, 2022) .....	27
FIGURA 2. clase de equivalencias (Sarah Hebert, 2022) .....	30
FIGURA 3. Estructuras sencillas conectadas: (a) árbol, (b) poli árbol .....	32
FIGURA 4. Propagación de árboles. En un árbol, cualquiera nodo (B) divide la .	33
FIGURA 5. TDAH fuente: (Bayon, 2023).....	43
FIGURA 6. Dispraxia Fuente: (Rubio, 2023) .....	45
FIGURA 7. Disgrafia Fuente: (ENCAIX, 2023) .....	45
FIGURA 8. Distonias Fuente: (Garcia, 2022) .....	47
FIGURA 9. Sincinesias Fuente: (Danilo Quintanilla, 2014).....	47
FIGURA 10.Paratonia Fuente (NUROFEN, 2023) .....	48
FIGURA 11.HipertoniaFuente: (efisiopediatric, 2016) .....	49
FIGURA 12.Pasos del método científico. (Viresa, 2022) .....	54
FIGURA 13.Ciclo de vida de la Metodología Buchanan (Jimmy josue Peña Koo, 2017) 55	55
FIGURA 14.Figura 3.1.- estructura del sistema experto .....	66
FIGURA 15.Estructura del sistema experto .....	67
FIGURA 16.Problema de diagnostico .....	69
FIGURA 17.Grafo bayesiano .....	84
FIGURA 18.Creación del modelo bayesiano.....	85
FIGURA 19.Definición de las CPDs .....	86
FIGURA 20.Incorporación de las CPDs al modelo bayesiano.....	86
FIGURA 21.Inferencia bayesiana.....	87
FIGURA 22.Módulo de inicio.....	89
FIGURA 23.Módulo de diagnostico .....	89
FIGURA 24.Módulo de test TDAH-Impulsividad.....	90
FIGURA 25.Módulo de resultado TDAH-Impulsividad.....	90
FIGURA 26.Modulo test Dispraxia-Disgrafia .....	91
FIGURA 27.Módulo de resultado Disgrafia-Dispraxia .....	91
FIGURA 28.Módulo de Test Paratonia-Hipertonia .....	93

FIGURA 29. Módulo de resultado Paratonia-Hipertonia .....	93
FIGURA 30. Módulo de publicaciones .....	94
FIGURA 31. Módulo de libros .....	94
FIGURA 32. Módulo Login .....	94
FIGURA 33. Módulo de administrador-libros.....	95
FIGURA 34. Módulo de administrador-publicaciones.....	95

## RESUMEN

En la actualidad los sistemas evolucionan a un paso acelerado, y trae consigo avances importantes en los campos de la salud y la investigación para una mejor calidad de vida.

Los sistemas expertos son una rama de la inteligencia artificial, que imitan el pensamiento humano en áreas especializadas. Utilizan reglas y bases de conocimiento para resolver problemas complejos, ofreciendo recomendaciones y soluciones precisas.

La presente investigación plantea y diseña un sistema experto que permita realizar el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años, tomando en cuenta los síntomas de dichos trastornos como base de evidencias, que luego pasa a inferir para dar un resultado de diagnóstico, dicha investigación tiene diferentes causas ya sea por alteraciones genéticas, metabólicas, lesiones cerebrales, dificultades en la gestación o el parto como también en niños que sufren determinadas patologías, la cual si no se diagnostica a tiempo trae efectos negativos como rechazo de la sociedad, objeto de burla, lesiones, mala calidad de vida del niño, es por eso que se debe realizar un diagnóstico precoz para una intervención temprana.

Para representar el conocimiento del experto humano se utilizaron herramientas como las redes bayesianas y una base de evidencias para hacer la inferencia mediante tablas de probabilidad condicional.

## ABSTRAC

Currently, systems evolve at an accelerated pace, bringing with them important advances in the fields of health and research for a better quality of life.

Expert systems are a branch of artificial intelligence, which imitate human thinking in specialized areas. They use rules and knowledge bases to solve complex problems, offering precise recommendations and solutions.

The present research proposes and designs an expert system that allows the diagnosis of psychomotor disorders in children from 3 to 5 years old, taking into account the symptoms of the disorders as a basis of evidence, which is then inferred to give a diagnostic result. This research has different causes, whether due to genetic or metabolic alterations, brain injuries, difficulties in pregnancy or childbirth, as well as in children who suffer from certain pathologies, which if not diagnosed in time, the child brings negative effects such as rejection from society, object of ridicule, injuries, poor quality of life of the child, that is why an early diagnosis must be made for early intervention.

To represent the knowledge of the human expert, tools such as Bayesian networks and an evidence base were used to make inference using conditional probability tables.

## I. MARCO PRELIMINAR

### 1.1. INTRODUCCION

En la actualidad la evolución de la tecnología consiguió grandes avances en el campo de la investigación, la gente dio ciertas capacidades de toma de decisiones a estas máquinas, incluso dando cierto grado de inteligencia.

La inteligencia artificial es la habilidad de una máquina de presentar las mismas capacidades que los seres humanos, como el razonamiento, el aprendizaje, la creatividad y la capacidad de planear. A través de la inteligencia artificial se desarrolló los sistemas expertos que tienen la capacidad de evaluar, razonar e imitar la inteligencia humana (Noticias, 2021)

La inteligencia Artificial puede ser utilizada en cualquier industria y ámbito en el que se encuentren las personas, desde servicio de transporte personal como Uber, hasta bots de servicio al cliente o agentes que nos conocen, nos entienden y nos ayudan en nuestra vida diaria como Cortana (Microsoft, 2017)

La IA tiene el suficiente conocimiento almacenado como para resolver problemas complejos en un tema específico.

Cuando el conocimiento almacenado está basado en el conocimiento de personas expertas en el dominio. El sistema experto puede aplicarse a diversas áreas de estudio como ser: medicina, ingeniería, educación, economía, juegos, etc.

Por otro lado los trastornos psicomotrices son problemas con repercusiones negativas para la salud tanto en niños como en adultos, estos problemas de psicomotricidad en niños se debe a alteraciones genéticas o metabólicas, en otros casos se da en las dificultades en la gestación o en el parto.

Cuando dicho trastorno no es tratado oportunamente afecta al desarrollo emocional, a la adaptación social, familiar y escolar, como también afecta al control de las extremidades superiores e inferiores (brazos y piernas).

La finalidad del sistema experto para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años basado en redes bayesianas, es almacenar información de modo que el sistema experto tenga una mayor eficacia al momento de diagnosticar este trastorno en los niños.

El propósito de esta investigación es implementar un Sistema experto que coadyuve como una herramienta para poder diagnosticar tempranamente los trastornos psicomotrices en niños proporcionando datos de niños como ser: hábitos, comportamiento, actitud, alimentación.

Para la elaboración de este trabajo de investigación se empleará el método científico, ya que es muy importante para poder resolver los problemas en el área de la salud aplicando diferentes principios y conceptos. También se utilizará la metodología Buchanan para la realización del sistema experto.

## 1.2. ANTECEDENTES

Muchos piensan que la Inteligencia Artificial es una cosa de los últimos 10 o como muchos 20 años, pero es incorrecto. En los años 50 Alan Mathinson Turing publicó "Inteligencia y funcionamiento de las máquinas" que fue uno de los primeros pasos de la inteligencia artificial.

La inteligencia artificial (IA) hace posible que las máquinas aprendan de la experiencia, se ajusten a nuevas aportaciones y realicen tareas como seres humanos. Después del descubrimiento de la I.A., se quería que los ordenadores ayuden al hombre, es por ello que surgió los primeros sistemas expertos, después de varios intentos se logró programación bastante complicada de los primeros sistemas expertos las cuales fueron: DENDRAL, MYCIN, XCON, ETC. (SAS, s.f.)

### 1.2.1. INTERNACIONALES

- Título: **“Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades Respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz”**

**Universidad Inca Garcilaso de la Vega**

**Autor:** Harold Anderson Chacaltana La Rosa, 2017

**Objetivos:**

Desarrollar un Sistema Experto para el diagnóstico de Enfermedades Respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz. Utilizando toma de decisiones.

**Problema:**

Falta de personal médico especializado y herramientas tecnológicas que permitan diagnosticar enfermedades respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz

**Herramientas:**

Se utilizó las herramienta el lenguaje convencional también llamados orientados al problema como Microsoft Visual Studio 2014, WIN10, SQL Server 2014

- **Título: “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”**

**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**

**Autor:** Héctor Luis Medrano Llanos 2020

**Objetivo:**

Diseñar e implementar un Sistema Experto que permita mejorar el diagnóstico de la desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca.

**Problema:**

¿De qué manera ayudará la implementación de un Sistema Experto para en el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 2 años en el Área de Pediatría del Centro de Salud Tupac Amaru - Chaupimarca?

**Herramientas:**

NetBeans, Eclipse, Java, Framework, Jess, SQL Server

- Título: **“Desarrollo de un sistema experto basado en reglas para el tratamiento preventivo correctivo de enfermedades gastrointestinales en mascotas caninas para la sociedad Protectora de Animales Sueño Compartido”**

Universidad Continental

**Autor:** Juan Daniel Rodríguez Paredes 2018

**Objetivo:**

Diseñar el modelo de sistema experto para brindar un adecuado tratamiento correctivo preventivo a enfermedades gastrointestinales en mascotas caninas para la sociedad protectora de animales Sueño Compartido.

**Problema:**

Deficiente conocimiento para el tratamiento preventivo correctivo y diagnóstico a las enfermedades de los perros rescatados de la calle, debido a la ausencia de un experto en la materia de salud canina.

**Herramienta:**

Java, base de conocimiento, Jess.

#### 1.2.2. NACIONALES

- Título: **“Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades diarreicas agudas en niños menores de 5 años basado en lógica difusa”**

**Universidad Mayor de San Andrés**

**Autor:** Alfredo Jorge Enrique Salinas 2012

**Objetivo:**

Desarrollar un prototipo de sistema experto, para el diagnóstico confiable de EDAs en niños menores de 5 años.

**Problema:**

El no diagnosticar a los niños menores de 5 años que sufren de EDAs, impide que se lleve a cabo el tratamiento correspondiente para poder ayudarle o descubrir las causas del mismo

**Herramienta:**

fuzzy, java

- Título: “SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA ENFERMEDAD DEL ZIKA BASADO EN LÓGICA DIFUSA”

**Universidad Mayor de San Andrés 2016**

**Autor:** Kelvy Alex Gonzales Cassas

**Objetivo:**

Desarrollar un sistema experto para el diagnóstico de la enfermedad del Zika, que sea útil para el médico infectólogo al momento de emitir el diagnóstico.

**Problema:**

¿De qué manera se puede ayudar al médico infectólogo a diagnosticar la enfermedad del Zika?

**Herramienta:**

SWI-Prolog Editor

**1.2.3. LOCALES**

- Título: “**SISTEMA EXPERTO CON BASE EN LÓGICA DIFUSA PARA EL DIAGNÓSTICO DE DISTIMIA**”

**Universidad Pública de El Alto 2020**

**Autor:** Elizabeth Zulma Mamani Choque

**Objetivo:**

Construir el prototipo de un Sistema Experto con base en Lógica Difusa para el Diagnóstico de distimia “trastorno depresivo leve, pero de larga duración”, a fin de obtener un diagnóstico de distimia confiable que pueda ser puesto al alcance de jóvenes de 20 a 26 años de edad de la ciudad de El Alto.

**Problema:**

La población alteña en general, especialmente, los jóvenes de 20 a 26 años de edad que tienen síntomas asociados a la distimia son renuentes a someterse a una evaluación psicológica realizada por un profesional, por ello, no son diagnosticados, arriesgando su estado mental, a razón del empeoramiento de éste con el tiempo, y la coexistencia con otras enfermedades y trastornos que pueden llevar al suicidio si no son tratados de manera oportuna y adecuada.

**Herramienta:**

Python, HTML, CSS

- Título: “**SISTEMA EXPERTO BASADO EN LÓGICA DIFUSA PARA EL DIAGNÓSTICO DEL GRADO DE DIABETES**”

**Universidad Pública de El Alto 2020**

**Autor:** Gabriela Miroslava Gonzales Machicado

**Objetivo:**

Desarrollar un prototipo de sistema experto en base a la lógica difusa que sea capaz de apoyar al médico en el diagnóstico de la diabetes determinando el grado de avance de la enfermedad. En base a síntomas y parámetros obtenidos del paciente.

**Problema:**

¿De qué manera un sistema experto sería capaz de contribuir en la decisión del médico, al momento de diagnosticar la diabetes y determinar el grado de avance de la enfermedad, de manera oportuna y confiable?

**Herramienta:**

MATLAB, Simulink

### 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL

Los trastornos psicomotores implican la alteración o psicopatología de la psicomotricidad. En otras palabras, implican anomalías, déficits o alteraciones en el movimiento.

Estas alteraciones se traducen en dificultades en el neurodesarrollo, que afectan a la adaptación perceptivo-motora de la persona (Ruiz, 2019)

Las causas que dan lugar al problema de la psicomotricidad en niños se debe a alteraciones genéticas, metabólicas, lesiones cerebrales, en otros casos se da en las dificultades en la gestación o el parto, como también se da en niños que sufren determinadas patologías o enfermedades, las cuales si no se diagnostica a tiempo traen efectos negativos en la vida social y salud de los niños la cual conlleva a lesiones físicas y una mala calidad de vida.

#### 1.3.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- Insuficiente información sobre los trastornos psicomotrices, lo que ocasiona poca conciencia de la importancia de este mal en la sociedad.
- Pocos recursos económicos para recurrir a un especialista que emita un diagnóstico.
- Los niños que tienen problemas psicomotrices y no son diagnosticados a tiempo, provoca el rechazo de la sociedad (bullying).
- Los infantes que sufren de trastornos psicomotores tienden a perder el equilibrio lo cual conlleva a accidentes físicos.
- Los niños tienden a tener problemas de atención o dificultad al realizar esfuerzos cognitivos.

### 1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera ayudará el Sistema Experto basado en redes bayesianas para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años para un tratamiento temprano?

## 1.5. OBJETIVOS

### 1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un Sistema Experto basado en redes bayesianas para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años, para el apoyo a pediatras, educadoras de centros infantiles y padres de familia. Con el fin de realizar un diagnóstico fiable y gratuito para una intervención temprana.

### 1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la situación actual del diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años.
- Dar a conocer la información de los trastornos psicomotrices en niños a los padres de familia
- Construir la base de conocimientos, en base al conocimiento del experto humano y a la investigación realizada, aplicando redes bayesianas.
- Diseñar el sistema experto para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años.
- Implementar el sistema experto en un centro infantil
- Probar el sistema experto, con el experto humano y pacientes seleccionados.
- Dar a conocer sobre el sistema experto a los padres de familia para que realicen el diagnóstico de trastornos psicomotrices a sus niños.
- Realizar la prueba de hipótesis.
- Interpretación de resultados

## 1.6. HIPÓTESIS

### Hipótesis General

- En base a la ingeniería de sistemas y conocimiento del experto humano, se desarrolla un Sistema Experto basado en redes bayesianas con la capacidad de diagnosticar trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años con una confiabilidad del 95%.

### Hipótesis alterna

- En base a la ingeniería de sistemas y conocimiento del experto humano, se desarrolla un Sistema Experto basado en redes bayesianas con la capacidad de diagnosticar de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años con una confiabilidad del 65%.

### Hipótesis nula

- En base a la ingeniería de sistemas y conocimiento del experto humano, se desarrolla un Sistema Experto basado en redes bayesianas que no tenga la capacidad de diagnosticar casos de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años.

### 1.7. OPERACIÓN DE VARIABLES

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	El diagnóstico de trastornos psicomotrices
<b>VARIABLE INDEPENDIENTES</b>	Sistema Experto
<b>VARIABLE INTERVINIENTE</b>	Redes Bayesianas

TABLA 1. Descripción de Variables  
Fuente: Elaboración Propia

### 1.8. CONCEPTUALIZACIÓN DE VARIABLES

**Variable dependiente: Diagnóstico de trastornos psicomotriz:** Son los resultados que se dará luego de un estudio o análisis, en este caso el trastorno de psicomotricidad realizado por el Sistema Experto.

**Variable independiente: Sistema experto:** Es un sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos humanos (Barado, Ibáñez & Agüero, 2013).

**Variable Interviniente: Redes Bayesianas:** Son modelos gráficos probabilísticos que expresan las relaciones de dependencia condicional en un conjunto de variables (Mateos, 2021).

## 1.9. JUSTIFICACIONES

### 1.9.1. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

La investigación se centra en el desarrollo de un Sistema Experto dentro el campo de la inteligencia artificial, El Sistema Experto tendrá la capacidad de diagnosticar los trastornos psicomotrices en niños, utilizando el método científico para el desarrollo de la investigación como también se utilizara la metodología Buchanan para el desarrollo del Sistema Experto ya que con dicho método tiene relación entre el ingeniero del conocimiento y el experto de área y como herramienta el ordenador, S.O. Windows de 64 bits.

### 1.9.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Con la implementación del sistema se pretende apoyar al pediatra de manera Precisa y rápida, obteniendo datos del niño para efectuar un adecuado diagnóstico de psicomotricidad ya que muchos padres de familia no cuentan con información adecuada y mucho peor con un especialista.

Con la presente investigación se disminuiría el costo de consulta de un especialista y poder ayudar al niño en un tratamiento temprano.

### 1.9.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El Sistema Experto pretende ofrecer un diagnóstico de apoyo para educadoras de centros infantiles y también para cualquier persona que quiera hacer el diagnóstico. También puede ser una fuente de información de futuras investigaciones en áreas de la psicología, educación y salud para la toma de decisiones de este trastorno,

### 1.9.4. JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA

Con la inteligencia artificial se puede crear los sistemas expertos que emulan la experiencia humana brindando grandes aportes a la investigación, los sistemas expertos van evolucionando con el pasar del tiempo, Y van ayudando a las personas en distintos campos de investigación como por ejemplo el campo de la psicología y la pediatría.

Con ayuda de las redes bayesianas y el lenguaje de programación python se podrá diseñar el sistema experto como también la presente investigación contribuirá como un antecedente para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños.

## 1.10. METODOLOGÍA

### 1.10.1. MÉTODO CIENTÍFICO

Para la elaboración de la investigación se empleara el método científico, la cual tiene los siguientes pasos.

- **Observación:** es cuando el investigador se encuentra con su tema de estudio, y conoce algo de él, por eso decide continuar indagando. Este tema de estudio viene siendo el fenómeno a investigar. Sin embargo, tiene algunas dudas que no le permiten avanzar y se ve obligado a investigarlo en profundidad (Teresa, 2022).
- **Identificación del problema:** a partir de la observación surge la identificación del problema que se va a estudiar (Teresa, 2022).
- **Hipótesis:** O suposición provisional de la que se intenta extraer una consecuencia.

Una hipótesis confirmada se puede transformar en una ley científica que establezca una relación entre 12 o más variables, y al estudiar un conjunto de leyes se pueden hallar algunas regularidades entre ellas que den lugar a unos principios generales con los cuales se constituya una teoría (Teresa, 2022).

- **Experimentación:** Esta fase consiste en realizar las pruebas de ensayos correspondientes de una manera controlada para determinar la validez de la hipótesis. En efecto, la experimentación controlada viene siendo cuando la variable que interviene se puede manipular afectando de alguna manera la condición de otra variable (Teresa, 2022).
- **Resultados:** se exponen los resultados obtenidos en la experimentación, viene siendo la última de las fases. Asimismo, es la fase donde se acepta o rechaza la hipótesis y se determina las acciones que puedan demostrarla, reformularla y plantear nuevos procedimientos (Teresa, 2022).

### 1.10.2. METODOLOGÍA BUCHANAN

Para el diseño del sistema experto se utilizó la metodología Buchanan que tiene como pilar básico la adquisición de conocimiento de distintas fuentes como ser libros, expertos y otros.

Según D. Montenegro, A. Condez & E. Ibáñez (2015) la metodología Buchanan se caracteriza por tener una relación entre el ingeniero del conocimiento y el experto de área y consta de las siguientes etapas:

- Identificación
- Conceptualización
- Formalización
- Implementación
- Prueba

### 1.11. HERRAMIENTAS

Para la realización del sistema experto se utiliza la siguiente herramienta:

- Python: Es el lenguaje de programación que permite aplicar redes bayesianas, este lenguaje es utilizado para inteligencia artificial.
- Visual Studio Code: Es un editor de código que ejecuta tareas de manera rápida y sencilla.
- HTML: Es un lenguaje de marcación que sirve para definir el contenido de las páginas web. Se compone en base a etiquetas, también llamadas marcas o tags, con las cuales conseguimos expresar las partes de un documento, cabecera, cuerpo, encabezados, párrafos, etc. (desarrolloweb, s.f.).
- Elvira: Este programa básicamente nos permite crear redes bayesianas que son base para crear nuestros sistemas de diagnóstico (Sistekperu, 2019).
- Flask: Es un framework escrito en python que permite crear aplicaciones de forma sencilla y rápida.
- Biblioteca pgmpy: Es una herramienta de python utilizado para trabajar con modelos gráficos probabilísticos que incluyen las redes bayesianas.

## 1.12. LÍMITES Y ALCANCES

### 1.12.1. LÍMITES

- La presente investigación abarca el desarrollo de un sistema experto de diagnóstico de trastornos psicomotrices basado en reglas.
- El diagnóstico se realiza mediante reglas para que luego se llegue a establecer un trastorno psicomotriz
- El sistema experto pretende solo realizar diagnósticos en niños de 3 a 5 años de edad.
- El sistema experto no reemplazara por completo la experiencia del experto humano.
- El sistema experto no dará información de tratamientos.

### 1.12.2. ALCANCES

- Inicio.- Se dará a conocer una breve explicaciones del tema, mostrando los Trastornos y sus respectivos formularios del diagnóstico
- Login.- En este módulo se podrá administrar la parte de los libros y publicaciones del sitio web
- Libros.- Este es el módulo donde se podrá descargar libros PDF directamente de internet.
- Diagnóstico.- Estos módulos mostraran los formularios de TDAH- Impulsividad, Disgrafía-Dispraxia, Distonias-Sincinesias y Paratonia- Hipertonía

#### APORTES

- Desarrollo de un prototipo de sistema experto, con el cual se busca preservar el conocimiento del especialista.
- Será una herramienta útil para posteriores investigaciones.
- Instrumento de apoyo para padres de familia y especialistas para el diagnóstico de trastornos psicomotrices.
- Apoyo al personal de centros infantiles.

## II. CAPITULO

### II MARCO TEORICO

#### 2.1. INTRODUCCIÓN

La población en general tiene poco conocimiento sobre los trastornos psicomotrices debido a la falta de información y poca seriedad sobre este tema, como también los diagnósticos son caros y demorosos y muchas veces no realizan los tratamientos oportunamente.

Es así que la inteligencia artificial y la medicina moderna buscan ayudar a los profesionales, especialistas mediante el desarrollo de programas que realicen diagnósticos y toma de decisiones.

#### 2.2. DATO

Los datos son el objeto de estudio de la informática, y son información en forma formalizada (codificada en una forma digital comprensible para un ordenador, en un código binario). (universidad CESUMA, 2023)

Para la informática, los datos son expresiones generales que describen características de las entidades sobre las que operan los algoritmos. Estas expresiones deben presentarse de una cierta manera para que puedan ser tratadas por una computadora. En este caso, los datos por sí solos tampoco constituyen información, sino que ésta surge del adecuado procesamiento de los datos.

Se conoce como base de datos (o database, de acuerdo al término inglés) al conjunto de los datos que pertenecen a un mismo contexto y que son almacenados de manera sistemática para que puedan utilizarse en el futuro. Estas bases de datos pueden ser estáticas (cuando los datos almacenados no varían pese al paso del tiempo) o dinámicas (los datos se modifican con el tiempo; estas bases, por lo tanto, requieren de actualizaciones periódicas). (Julian Perez Porto, 2021)

##### 2.2.1. TIPOS DE DATOS

Una primera caracterización distingue entre datos cualitativos y cuantitativos, y estos pueden ser continuos o discretos:

1) Los datos cualitativos: pueden corresponder a dos categorías, denominados dicotómicos, (vivo/muerto, si/no) o a más de dos categorías (fumador, no fumador, ex fumador). Los sujetos son clasificados sin un orden.

2) Los datos cuantitativos, pueden ser: a) Continuos, aquellos en los que es posible, a lo menos teóricamente, observar un número infinito de valores regularmente espaciados entre dos puntos cualesquiera de su intervalo de medidas. En general corresponden a mediciones (por ejemplo, presión arterial, tiempo, peso, potasemia).

b) Discretos, aquellos que sólo pueden tener un número finito de valores en su intervalo de medidas; en general, corresponden a conteos (por ejemplo, número de hijos, estadio de las enfermedades, género, y también edad medida hasta el último cumpleaños o frecuencia cardíaca). (Dagnino, 2014)

### 2.3. INFORMACION

La información (general) es cualquier dato obtenido por una persona, independientemente de su forma de presentación.

Si consideramos el concepto en informática, hay que señalar que en esta ciencia la palabra «información» tiene un carácter más bien abstracto. La informática es una doctrina que se ocupa de los datos, es decir, de las formas de almacenarlos, transferirlos, procesarlos y representarlos de forma conveniente para el usuario. (universidad CESUMA, 2023)

#### ➤ Tipos de información

Toda la información puede dividirse en varias características. Por ejemplo, la información puede clasificarse según la forma en que se muestra. Esta clasificación se usa en informática. Aquí se puede distinguir la información gráfica, de texto, de audio y multimedia.

- **Gráfica**

Información obtenida mediante imágenes, diagramas, dibujos y vídeos (tecnología de imagen en vivo). Los datos presentados gráficamente suelen ser los más fáciles de percibir por el ser humano.

- **Textual**

Esta forma de presentación emplea letras y números. Por lo tanto, por lo general no es demasiado complicado mensaje de información: previsión del tiempo, el resultado de los eventos deportivos o diversos anuncios. Cabe destacar que la forma numérica de presentación en estado puro es muy poco frecuente (un ejemplo de ello son los tipos de cambio), y en general se emplea más a menudo la forma mixta de presentación (utilizando tanto letras, que forman palabras, como números).

- **Audio**

Información obtenida mediante el habla, los sonidos, etc.

- **Multimedia**

Una mezcla de representación gráfica, textual y auditiva. Suele consistir en un vídeo con una pista de audio y cuadros de texto superpuestos. Esta forma de presentación está ganando popularidad en Internet: vídeos en sitios de alojamiento de vídeos como YouTube.

- **Landmark**

En comparación con lo anterior, este método apenas se utiliza en los ordenadores y, más en general, en la informática. Se trata de semáforos (verde para decir «sí» y rojo para decir «no»), señales de tráfico, semáforos, etc.

Los seres humanos perciben la información a través de los sentidos, por lo que podemos clasificarla según la forma en que se percibe:

- Con la vista (ojos)
- Audición (oídos)
- Tacto (piel)
- Olfato (nariz)
- Los órganos del gusto (boca)

La mayor parte del conocimiento del entorno se obtiene a través de la percepción visual (ojos): el 90%. En segundo lugar está la audición: 9%. El 1% restante se obtiene de otros órganos de los sentidos. (universidad CESUMA, 2023)

## 2.4. SISTEMA

Existen numerosas y variadas definiciones de sistema (Bertoglio, 1986) (Minati et al, 1997), en el sentido global, que es la noción central de la Teoría General de Sistemas. Ninguna definición puede considerarse como excluyente de las demás, y todas se relacionan de algún modo. La definición dada por Bertalanffy como “complejo de elementos interactuantes” es la más general y menos diferenciada. La más difundida es la que considera a sistema como un conjunto de elementos en interacción dinámica organizados en función de un objetivo (Rosnay, 1977). (Barchini, 2004)

### 2.4.1. CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA

- Según su naturaleza o constitución: Un sistema puede ser físico o concreto (una computadora, un televisor, un humano) o puede ser abstracto o conceptual (un software, una ciudad, una institución).
- Cada sistema existe dentro de otro más grande, por lo tanto un sistema puede estar formado por subsistemas y elementos, y a la vez puede ser parte de un supersistema (suprasistema).
- Los sistemas tienen límites o fronteras (Ver: frontera de un sistema), que los diferencian del ambiente o entorno. Ese límite puede ser físico (el gabinete de una computadora) o conceptual. Si hay algún intercambio entre el sistema y el ambiente a través de ese límite, el sistema es abierto, de lo contrario, el sistema es cerrado.
- El ambiente es el medio en externo que envuelve física o conceptualmente a un sistema. El sistema tiene interacción con el ambiente, del cual recibe entradas y al cual se le devuelven salidas. El ambiente también puede ser una amenaza para el sistema. (Alegsa, 2023)

## 2.5. TIPOS DE SISTEMAS

Un sistema de información es un conjunto de componentes interconectados que trabajan juntos para recoger, procesar, almacenar y difundir información. Estos componentes incluyen hardware, software, datos y personas.

- SISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE TRANSACCIONES.- Los sistemas de procesamiento de transacciones se utilizan para recopilar, procesar y almacenar datos de transacciones. Se utilizan habitualmente en el comercio minorista, la banca y otros sectores que requieren el procesamiento de grandes volúmenes de transacciones. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMAS DE INFORMACION DE GESTION.- Recopilan y analizan datos de diversas fuentes con el fin de apoyar la toma de decisiones a nivel directivo. Proporcionan a los directivos la información que necesitan para tomar decisiones informadas sobre las operaciones de la organización. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMA DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES.- Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones están diseñados para proporcionar a los directivos la información que necesitan para tomar decisiones estratégicas. Analizan datos procedentes de diversas fuentes y ofrecen recomendaciones basadas en esos datos. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMAS EXPERTOS.- Están creados para reproducir las capacidades de toma de decisiones de un experto humano. Utilizan algoritmos de inteligencia artificial y aprendizaje automático para analizar datos y ofrecer recomendaciones basadas en ese análisis. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMAS DE INFORMACION EJECUTIVA.- Los sistemas de información ejecutiva están diseñados para proporcionar a los ejecutivos una visión de cuadro de mando de las métricas clave de rendimiento. Ofrecen información en tiempo real sobre las operaciones, las finanzas y otras áreas clave de la organización. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA.- Se usan para recopilar, analizar y mostrar datos geográficos. Existen habitualmente en la gestión

medioambiental, la planificación urbana y otros sectores que requieren el análisis de datos espaciales. (IMF blog de tecnología, 2023)

- SISTEMAS DE PLANIFICACION DE RECURSOS EMPRESARIALES.- Los sistemas de planificación de recursos empresariales sirven para gestionar los recursos de una organización, incluidas las finanzas, el inventario y los recursos humanos. Proporcionan una visión centralizada de las operaciones de la organización y facilitan la comunicación entre los distintos departamentos. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMAS DE GESTION DE LA CADENA DE SUMINISTRO.- Gestionan el flujo de bienes y servicios de los proveedores a los clientes. Facilitan la comunicación entre los distintos socios de la cadena de suministro y ofrecen información en tiempo real sobre el estado de los pedidos y los envíos. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMAS DE GESTION DE LAS RELACIONES CON LOS CLIENTES.- Los sistemas de gestión de las relaciones con los clientes se utilizan para gestionar las interacciones con los clientes. Proporcionan una visión centralizada de los datos de los clientes y facilitan la comunicación entre la organización y sus clientes. (IMF blog de tecnología, 2023)
- SISTEMAS DE GESTION DEL CONOCIMIENTO.- Sirven para gestionar y compartir el conocimiento dentro de una organización. Ofrecen un repositorio centralizado de información y facilitan la colaboración entre los empleados. (IMF blog de tecnología, 2023)

## 2.6. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Inteligencia artificial (IA) se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y pueden mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan. La IA se manifiesta de varias formas. Algunos ejemplos son:

- Los chatbots utilizan la IA para comprender más rápido los problemas de los clientes y proporcionar respuestas más eficientes

- Los asistentes inteligentes utilizan la IA para analizar información crítica proveniente de grandes conjuntos de datos de texto libre para mejorar la programación
- Los motores de recomendación pueden proporcionar recomendaciones automatizadas para programas de TV según los hábitos de visualización de los usuarios

La IA trata mucho más sobre el proceso y la capacidad de pensamiento superpoderado y el análisis de datos que sobre cualquier formato o función en particular. Aunque la IA muestra imágenes de robots de aspecto humano de alto funcionamiento que se apoderan del mundo, la IA no pretende reemplazar a los humanos. Su objetivo es mejorar significativamente las capacidades y contribuciones humanas. Eso la convierte en un activo empresarial muy valioso. (Oracle, 2023)

#### 2.6.1. TIPOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- Sistemas que piensan como humanos: Automatizan actividades como la toma de decisiones, el aprendizaje y la resolución de problemas. Un ejemplo claro de esto son las redes neuronales artificiales que son aquellas que reproducen el funcionamiento del cerebro humano en un ordenador. (Valverde Bourdié, 2019)
- Sistemas que actúan como humanos: Se trata de computadoras que realizan tareas de forma similar a como lo hacen las personas. Éste caso, es el de los robots que son programados para que sean capaces de realizar tareas propias de seres humanos como he mencionado anteriormente. (Valverde Bourdié, 2019)
- Sistemas que piensan racionalmente: Intentan emular el pensamiento lógico racional de los seres humanos, es decir, lo que se pretende es investigar si las máquinas son capaces de percibir, razonar y actuar en consecuencia. Se engloban en este grupo los sistemas expertos que emplean conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieren de expertos humanos. (Valverde Bourdié, 2019)

- Sistemas que actúan racionalmente: Son aquellos que tratan de imitar de manera racional el comportamiento humano, como es el caso de los agentes inteligentes que son entidades capaces de percibir su entorno, procesar dichas percepciones y responder o actuar en dicho entorno de manera racional, es decir de manera correcta y tendiendo a maximizar un resultado esperado. (RUSSEL Y NORVIG 2017). (Valverde Bourdié, 2019)
- Compras por internet y publicidad.- La inteligencia artificial se usa mucho para crear recomendaciones personalizadas para los consumidores, basadas, por ejemplo, en sus búsquedas y compras previas o en otros comportamientos en línea. La IA es muy importante en el comercio, para optimizar los productos, planear el inventario, procesos logísticos, etc. (Noticias parlamento Europeo, 2021)
- Búsquedas en la web.- Los motores de búsqueda aprenden de la gran cantidad de datos que proporcionan sus usuarios para ofrecer resultados de búsqueda relevantes. (Noticias parlamento Europeo, 2021)
- Asistentes personales digitales.- Los teléfonos móviles smartphones usan la IA para un producto lo más relevante y personalizado posible. El uso de los asistentes virtuales que responden a preguntas, dan recomendaciones y ayudan a organizar las rutinas de sus propietarios se ha generalizado. (Noticias parlamento Europeo, 2021)
- Traducciones automáticas.- Los programas de traducción de idiomas, basados tanto en texto escrito como oral, recurren a la inteligencia artificial para proporcionar y mejorar las traducciones. La IA también se aplica a otras funciones, como el subtítulo automático. (Noticias parlamento Europeo, 2021)
- Vehículos.- Aunque los vehículos de conducción autónoma no están generalizados todavía, los coches utilizan ya funciones de seguridad impulsadas por IA. Por ejemplo, la UE ayudó en la financiación del sistema de asistencia a la conducción basado en visión VI-DAS, que detecta posibles situaciones peligrosas y accidentes. (Noticias parlamento Europeo, 2021)

## 2.7. SISTEMA EXPERTO

Un Sistema Experto es un sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos humanos. Los sistemas bien diseñados imitan el proceso de razonamiento que los expertos utilizan para resolver problemas específicos. Dichos sistemas pueden ser utilizados por no-expertos para mejorar sus habilidades en la resolución de problemas. Los SE también pueden ser utilizados como asistentes por expertos. Además, estos sistemas pueden funcionar mejor que cualquier humano experto individualmente tomando decisiones en una específica y acotada área de pericia, denominado como dominio (Turban, 1995). (Badaró, 2013)

### 2.7.1. APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Los sistemas expertos pueden aplicarse en prácticamente cualquier campo de conocimientos, lo que indica su gran utilidad en diversos tópicos de interés.

- TOMA DE DECISIONES FINANCIERAS.- Se utilizan para tomar decisiones de carácter financiero. Son programas que ayudan a los banqueros a decidir si deben conceder un préstamo o no. También, las empresas de seguros dan uso de sistemas expertos para determinar las probabilidades de riesgo de un cliente, así como para asignar los precios de los servicios de seguros. (CEUPE, 2023)
- DIAGNOSTICO DE FALLAS EN SISTEMAS.- Los sistemas expertos ayudan a identificar fallas en un sistema. Además, pueden generar un reporte de las incógnitas más comunes en una falla, tal como: descripción del problema presentado y los posibles orígenes del problema. (CEUPE, 2023)
- PLANEACION DE METAS.- Analiza un conjunto de variables para proponer un plan que ayude a alcanzar las metas propuestas por una organización. (CEUPE, 2023)
- DISEÑO DE OBJETOS.- Los sistemas expertos tienen la capacidad de diseñar la mejor configuración para objetos de manufactura. (CEUPE, 2023)
- PRESENTACION DE INFORMACION.- Es una aplicación que consiste en brindar la información más relevante disponible al usuario. Para ello, el

sistema experto toma en consideración el contexto del problema de la persona, y a partir de allí, ofrece la información adecuada. (CEUPE, 2023)

- MONITOREO DE DISPOSITIVOS Y SISTEMAS.- Trata sobre el monitoreo a tiempo real de dispositivos físicos y sistemas con el objetivo de determinar irregularidades y prevenir fallas. (CEUPE, 2023)
- CREACION DE PROCESOS.- Estos sistemas permiten crear procesos de fabricación de alta eficiencia, y engloba tanto al diseño de dispositivos como a procesos físicos. (CEUPE, 2023)

## 2.7.2. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

### 2.7.2.1. SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN REGLAS

Se trata de sistemas basados en reglas clásicas bien conocidas por el mundo de la informática en la forma IF (condición) y THEN (acción). Dado un conjunto de hechos, los sistemas expertos son capaces de deducir nuevos hechos gracias a sus reglas.

Un ejemplo muy claro que explique bien cómo funcionan las reglas: Un problema de salud y para llegar a la respuesta a la pregunta “¿cuál es mi problema de salud?” proporcionamos al sistema experto una serie de informaciones (me duele la cabeza, estoy resfriado, tengo fiebre). El sistema experto llegará a la conclusión de esta manera:

SI DOLOR DE CABEZA + SI FRÍO + SI TEMPERATURA CORPORAL A 38 grados centígrados... ENTONCES GRIPE.

En la práctica, el sistema analiza si se dan todas las condiciones (dolor de cabeza, y resfrío y fiebre) para deducir con alta probabilidad que la conclusión, la respuesta al problema, es la gripe. (Innovacion Digital 360, 2022)

### 2.7.2.2. SISTEMAS EXPERTOS BASADOS EN ÁRBOLES

En este caso, dado un conjunto de datos y algunas deducciones, el sistema experto crea un árbol (de posibles alternativas) que clasifica los distintos datos. Ante un problema, se analizan nuevos datos del árbol y el nodo final representa la solución.

Un sistema experto basado en un árbol es, en esencia, un software experto capaz de reconocer un problema a partir de una secuencia de hechos, decisiones o

acciones. Partiendo de una situación inicial, todas las opciones posibles (las condiciones SI, es decir, las posibles alternativas Y/O) se ramifican en situaciones y acciones hasta llegar a una conclusión. (Innovacion Digital 360, 2022)

### 2.7.3. TIPOS DE SISTEMAS EXPERTOS

#### ➤ Basados en reglas

Los sistemas basados en reglas trabajan mediante la aplicación de reglas, comparación de resultados y aplicación de las nuevas reglas basadas en situación modificada. También pueden trabajar por inferencia lógica dirigida, bien empezando con una evidencia inicial en una determinada situación y dirigiéndose hacia la obtención de una solución, o bien con hipótesis sobre las posibles soluciones y volviendo hacia atrás para encontrar una evidencia existente (o una deducción de una evidencia existente) que apoya una hipótesis en particular. (Badaró, 2013)

#### ➤ Basado en casos

El razonamiento basado en casos es el proceso de solucionar nuevos problemas basándose en las soluciones de problemas anteriores. Un mecánico de automóviles que repara un motor porque recordó que otro auto presentaba los mismos síntomas está usando razonamiento basado en casos. Un abogado que apela a precedentes legales para defender alguna causa está usando razonamiento basado en casos. También un ingeniero cuando copia elementos de la naturaleza, está tratando a esta como una “base de datos de soluciones”. El Razonamiento basado en casos es una manera de razonar haciendo analogías. Se ha argumentado que el razonamiento basado en casos no sólo es un método poderoso para el razonamiento de computadoras, sino que es usado por las personas para solucionar problemas cotidianos. Más radicalmente se ha sostenido que todo razonamiento es basado en casos porque está basado en la experiencia previa. (Badaró, 2004)

#### ➤ Basado en redes bayesianas

Una red bayesiana, red de Bayes, red de creencia, modelo bayesiano o modelo probabilístico en un gráfico acíclico dirigido es un modelo gráfico probabilístico (un tipo de modelo estático) que representa un conjunto de variables aleatorias y sus dependencias condicionales a través de un gráfico acíclico dirigido (DAG por sus

siglas en inglés). Por ejemplo, una red bayesiana puede representar las relaciones probabilísticas entre enfermedades y síntomas. Dados los síntomas, la red puede ser usada para computar las probabilidades de la presencia de varias enfermedades. (Badaró, 2013)

➤ **Sistemas expertos difusos**

Los Sistemas Expertos difusos se desarrollan usando el método de lógica difusa, la cual trabaja con incertidumbre. Esta técnica emplea el modelo matemático de conjuntos difusos, simula el proceso del razonamiento normal humano permitiendo a la computadora comportarse menos precisa y más lógicamente que las computadoras convencionales. Este enfoque es utilizado porque la toma de decisiones no es siempre una cuestión de blanco y negro, verdadero o falso; a veces involucra áreas grises y el término “quizás” (Holland, 1992). (Badaró, 2013)

#### 2.7.4. CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA EXPERTO

- **Especialización:** Están diseñados para resolver problemas o consultas en un área particular, como medicina, finanzas, o ingeniería. No son generalistas, sino que poseen un conocimiento profundo de su dominio específico.
- **Emulación del pensamiento humano:** Mientras que una calculadora puede realizar operaciones matemáticas más rápido que un ser humano, un sistema experto intenta razonar, inferir, y tomar decisiones como lo haría un experto humano en un campo determinado.
- **Interactividad:** Permiten la interacción con usuarios, quienes pueden hacer consultas, proporcionar información y recibir recomendaciones o decisiones basadas en la lógica del sistema.

#### 2.7.5. ESTRUCTURA DE UN SISTEMA EXPERTO

La estructura de un sistema experto está constituida por los siguientes componentes:

- **Base de conocimiento:** Un SE posee el conocimiento del experto humano convenientemente formalizado y estructurado; esto es lo que se conoce como Base de conocimiento. Está constituido por la descripción de los

objetos y las relaciones entre ellos, así como de casos particulares y excepciones. Algunos sistemas basados en el conocimiento incluyen metaconocimiento o conocimiento sobre el conocimiento, es decir, la capacidad para buscar en la base de conocimiento y abordar la resolución del problema de una manera inteligente usando diferentes estrategias para la resolución con sus condiciones particulares de aplicación. El conocimiento se puede representar mediante cálculo de predicados, listas, objetos, redes semánticas y/o reglas de producción. De todas ellas, las dos formas más usuales son las reglas de producción y los objetos. (Vazquez, 2023)

- Base de Hechos: Se trata de una memoria temporal auxiliar que almacena los datos del usuario, datos iniciales del problema, y los resultados intermedios obtenidos a lo largo del proceso de resolución. A través de ella se puede saber no sólo el estado actual del sistema sino también cómo se llegó a él. Como ya se ha mencionado antes, es conveniente que esta información se maneje con bases de datos relacionales, en lugar de utilizar un sistema particular de almacenamiento. (Vazquez, 2023)
- Motor de Inferencia: También llamado intérprete de reglas, es un módulo que se encarga de las operaciones de búsqueda y selección de las reglas a utilizar en el proceso de razonamiento. Por ejemplo, al tratar de probar una hipótesis dada, el motor de inferencia irá disparando reglas que irán deduciendo nuevos hechos hasta la aprobación o rechazo de la hipótesis objetivo. (Vazquez, 2023)
- Interfaz con el usuario: Todo sistema dispone de una interfaz de usuario, que gobierna el diálogo entre el sistema y el usuario. Para el desarrollo de estas interfaces algunas herramientas de desarrollo incorporan generadores de interfaz de usuario o bien se utilizan herramientas de desarrollo de interfaces gráficas existentes en el mercado. (Vazquez, 2023)

## 2.7.6. OBJETIVO DE UN SISTEMA EXPERTO

Un sistema experto tiene como objetivo emular el razonamiento humano en un dominio específico de conocimiento para resolver problemas complejos y tomar decisiones informadas. Estos sistemas utilizan conocimiento experto y reglas de inferencia para asistir a los usuarios en la toma de decisiones y la resolución de problemas en un campo específico reduciendo tiempo y costo.

## 2.8. REDES BAYESIANAS

Las redes bayesianas modelan un fenómeno mediante un conjunto de variables y las relaciones de dependencia entre ellas. Dado este modelo, se puede hacer inferencia bayesiana; es decir, estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Estos modelos pueden tener diversas aplicaciones, para clasificación, predicción, diagnóstico, etc. Además, pueden dar información interesante en cuanto a cómo se relacionan las variables del dominio, las cuales pueden ser interpretadas en ocasiones como relaciones de causa–efecto.

Las redes bayesianas son una representación gráfica de dependencias para razonamiento probabilístico, en la cual los nodos representan variables aleatorias y los arcos representan relaciones de dependencia directa entre las variables. (Sucar, 2022)

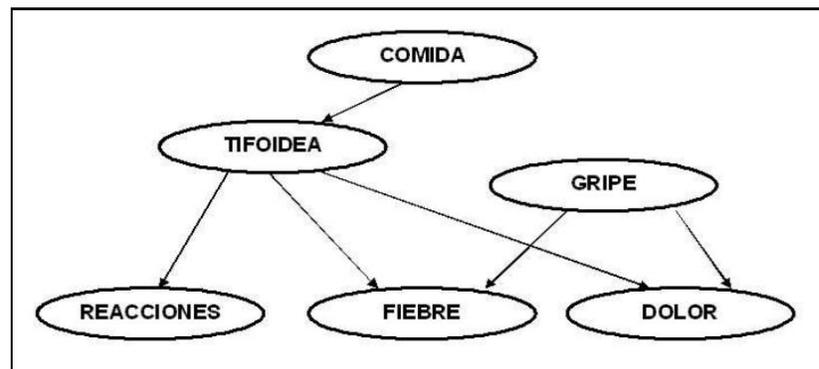


FIGURA 1. Ejemplo de una red bayesiana. Los nodos representan variables aleatorias y los arcos relaciones de dependencia. (Sucar, 2022)

## 2.8.1. FUNDAMENTOS DE LAS REDES BAYESIANAS

Un criterio que se ha utilizado para describir la estructura de una red bayesiana atiende al grado en que sus elementos son “visibles” para el usuario (Edwards, 1998; Edwards y Fasolo, 2001). En este sentido una red bayesiana sería una estructura compuesta por cuatro niveles. En el nivel superior, una red bayesiana sería un conjunto de variables representadas por nodos y un conjunto de flechas que relacionan estas variables en términos de influencia. En un nivel inferior estarían los niveles o estados, también conocidos como espacio de estados (Nadkarni y Shenoy, 2001, 2004), que pueden asumir cada una de las variables del modelo. En tercer lugar, tendríamos un conjunto de funciones de probabilidad condicional, una para cada nodo, donde se representaría la probabilidad de ocurrencia de cada estado de la variable condicionado a los posibles valores de las variables que determinan el valor de la variable. Por último, en el nivel más subordinado estarían un conjunto de algoritmos que permitirían que la red recalculase las probabilidades asignadas a cada uno de sus niveles cuando conocemos alguna evidencia sobre el modelo Sin embargo, la descripción más frecuente de una red bayesiana se basa en dos elementos, una dimensión cualitativa y otra cuantitativa (p. e. Cowell et al., 1999; Garbolino y Taroni, 2002; Nadkarni y Shenoy, 2001, 2004; Martínez y Rodríguez, 2003). Los fundamentos teóricos de estos dos elementos o dimensiones se sustentan en dos grandes pilares de la modelización matemática, la teoría de grafos y la teoría de la probabilidad (Ríos, 1995).

### 2.8.1.1. VARIABLES CUALITATIVAS

Son las variables que expresan distintas cualidades, características o modalidad. Cada modalidad que se presenta se denomina atributo o categoría y la medición consiste en una clasificación de dichos atributos. Las variables cualitativas pueden ser dicotómicas cuando sólo pueden tomar dos valores posibles como sí y no, hombre y mujer, o politómicas, cuando pueden adquirir tres o más valores. (Díaz, 2022)

### 2.8.1.2. DIMENSIÓN CUANTITATIVA

Son las variables que se expresan mediante cantidades numéricas. Las variables cuantitativas además pueden ser discretas, que presentan separaciones o interrupciones en la escala de valores que puede tomar (por ejemplo, el número de hijos), o continuas, que pueden adquirir cualquier valor dentro de un rango especificado (por ejemplo la edad). A menudo conviene representar un fenómeno continuo en la naturaleza usando variables discretas. Para ello, las medidas continuas tienen que ser discretizadas. Esto puede hacerse proyectando la escala de valores continua en un conjunto finito de intervalos. Los valores que caigan en el mismo rango se considerarán como un mismo estado. Un ejemplo de discretización es modelar la variable temperatura con tres estados: bajo, medio, y alto. La definición de variable proposicional tiene su importancia a la hora de modelar un problema con una red bayesiana, ya que deberemos tener en cuenta que los nodos de la red son variables proposicionales y por tanto deben tomar un conjunto exhaustivo y excluyente de valores. De este modo, si por ejemplo estamos construyendo un sistema de diagnóstico médico en que las enfermedades posibles son gripe, faringitis y alergia, cada una de estas enfermedades será representada por una variable dicotómica diferente (que tomará valores si/no), ya que nada impide que un 17 paciente padezca dos o más enfermedades a la vez. Es decir, al no conformar las enfermedades un conjunto exhaustivo y excluyente de variables, cada una de ellas debe ser modelada como una variable dicotómica y no como valores de una única variable. Sin embargo, si estamos construyendo un sistema de clasificación de animales en el que hemos representado todas las posibilidades (mamífero, ave, reptil, pez, etc.), debemos introducir una única variable, cuyos estados serán las diferentes clases consideradas (ya que un animal no puede ser a la vez un mamífero y un reptil). A veces, si no se está completamente seguro de que el conjunto considerado es exhaustivo, se puede añadir un estado indeterminado "otro" de modo que se cumplan todas las condiciones para que cada nodo contenga una variable proposicional. En el ejemplo del estornudo consideraremos una variable por cada dato identificado como relevante (dado que las variables no son incompatibles entre sí), y que todas las variables son

dicotómicas, de forma que cada una de las variables tomará el valor “presente” o “ausente”. En problemas y aplicaciones más sofisticados se podría usar variables discretas (por ejemplo, la variable estornudo podría tomar los valores pocos, algunos, muchos) o variables continuas (por ejemplo, si tuviéramos una variable temperatura, podría tomar los valores que van desde 35,8 a 42,5). Pero evidentemente, cuanto más valores tomen las variables, más complicado será el modelo, así que a la hora de decidir los estados deberíamos tener presente qué grado de granularidad es realmente necesario en nuestra aplicación. (Díaz, 2022)

### 2.8.2. CLASES DE EQUIVALENCIA

Cada red bayesiana pertenece a un grupo de redes bayesianas conocidas como clase de equivalencia. En una clase de equivalencia dada, todas las redes bayesianas pueden ser descritas por la misma declaración de probabilidad conjunta. Como ejemplo, el siguiente conjunto de redes bayesianas comprende una clase de equivalencia:

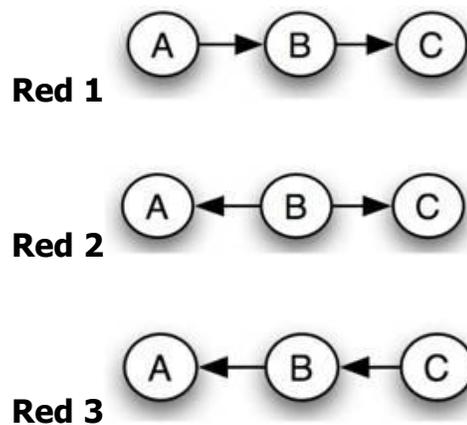


FIGURA 2. clase de equivalencias (Sarah Hebert, 2022)

La causalidad que implica cada una de estas redes es diferente, pero la misma declaración de probabilidad conjunta las describe todas. Las siguientes ecuaciones demuestran cómo se puede crear cada red a partir de la misma declaración de probabilidad conjunta original:

**Red 1**  $P(A,B,C)=P(A)P(B|A)P(C|B)$

**Red 2**

$$\begin{aligned} P(A, B, C) &= P(A)P(B | A)P(C | B) \\ &= P(A) \frac{P(A | B)P(B)}{P(A)} P(C | B) \\ &= P(A | B)P(B)P(C | B) \end{aligned}$$

**Red 3**

$$\begin{aligned} P(A, B, C) &= P(A | B)P(B)P(C | B) \\ &= P(A | B)P(B) \frac{P(B | C)P(C)}{P(B)} \\ &= P(A | B)P(B | C)P(C) \end{aligned}$$

Todas las sustituciones se basan en la regla de Bayes.

La existencia de clases de equivalencia demuestra que la causalidad no puede determinarse a partir de observaciones aleatorias. Un estudio controlado —que mantiene constantes algunas variables mientras varía otras para determinar el efecto de cada una— es necesario para determinar la relación causal exacta, o red bayesiana, de un conjunto de variables. (Sarah Hebert, 2022)

### 2.8.3. TEOREMA DE BAYES

El teorema de Bayes, desarrollado por el reverendo Thomas Bayes, matemático y teólogo del siglo XVIII, se expresa como:

$$P(H | E, c) = \frac{P(H | c) \cdot P(E | H, c)}{P(E | c)}$$

Donde podemos actualizar nuestra creencia en la hipótesis  $H$  dada la evidencia adicional  $E$  y la información de fondo  $c$ . El término de la izquierda,  $P(H|E,c)$  se conoce como la “probabilidad posterior”, o la probabilidad de  $H$  después de considerar el efecto de  $E$  dado  $c$ . El término  $P(H|c)$  se llama la “probabilidad previa” de  $cH$  dada sola. El término  $P(E|H,c)$  se denomina “verosimilitud” y da la

probabilidad de que la evidencia asuma la hipótesis  $H$  y la información de fondo  $c$  es verdadera. Por último, al último término  $P(E|c)$  se le llama la “expectativa”, o cómo se espera se da únicamente la evidencia  $c$ . Es independiente  $H$  y puede considerarse como un factor de marginación o escalamiento.

Se puede reescribir como: 
$$P(E | c) = \sum_i P(E | H_i, c) \cdot P(H_i | c)$$

Donde  $i$  denota una hipótesis específica  $H_i$ , y la suma se toma sobre un conjunto de hipótesis que son mutuamente excluyentes y exhaustivas (sus probabilidades previas suman a 1).

Es importante señalar que todas estas probabilidades son condicionales. Precisan el grado de creencia en alguna proposición o proposiciones con base en el supuesto de que algunas otras proposiciones son verdaderas. Como tal, la teoría no tiene sentido sin la determinación previa de la probabilidad de estas proposiciones anteriores. (Sarah Hebert, 2022)

#### 2.8.4. PREPARACIÓN DE ARBOLES

Este algoritmo se aplica a estructuras de tipo árbol, y se puede extender a poli árboles (grafos sencillamente conectados en que un nodo puede tener más de un padre). Dada cierta evidencia  $E$ , representada por la instanciación de ciertas variables, la probabilidad posterior de cualquier variable  $B$ , por el teorema de Bayes.

$$P(B_i|E) = P(B_i)P(E|B_i)/P(E)$$

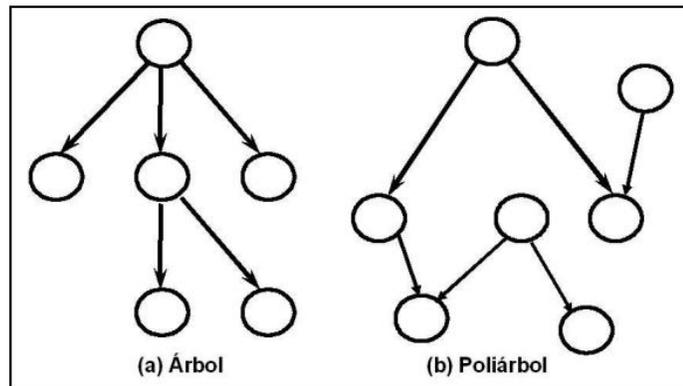


FIGURA 3. Estructuras sencillas conectadas: (a) árbol, (b) poli árbol

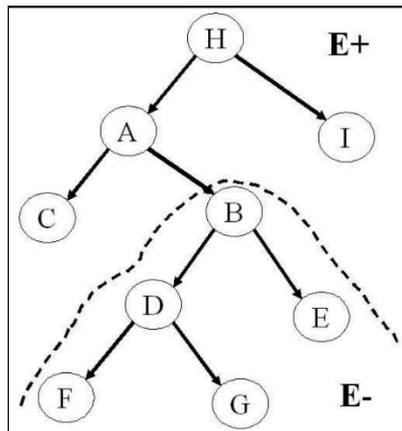


FIGURA 4. Propagación de árboles. En un árbol, cualquiera nodo (B) divide la Red en dos subgrafos condicionalmente independientes,  $E+$  y  $E-$

Ya que la estructura de la red es un árbol, el Nodo B la separa en dos subárboles, por lo que podemos dividir la evidencia en dos grupos:

$E-$ : Datos en el árbol que cuya raíz es  $B$ .

$E+$ : Datos en el resto del árbol.

#### 2.8.5. PROBABILIDAD BAYESIANA

En términos generales, el teorema de Bayes se basa en la idea de que la probabilidad de un evento es igual a la probabilidad de que ese evento suceda, dado que ya sucedió un evento previo. Esto se expresa matemáticamente como  $P(A|B) = P(B|A) * P(A) / P(B)$ . En este contexto, A representa el evento que se está estudiando, mientras que B representa el evento previo. Por lo tanto,  $P(A|B)$  es la probabilidad de que ocurra A, dado que ya ocurrió B. En otras palabras, el teorema de Bayes nos ayuda a calcular la probabilidad de un evento dado una información previa.

En la práctica, el teorema de Bayes se utiliza para calcular la probabilidad de que una persona tenga una enfermedad dada una prueba positiva para una enfermedad. Esto se conoce como el «efecto de sesgo de predicción». Esto se puede calcular usando el teorema de Bayes, ya que se puede calcular la probabilidad de que un individuo tenga una enfermedad dada una prueba positiva.

Otro ejemplo en el que se puede aplicar el teorema de Bayes es el de la detección de spam. Utilizando el teorema de Bayes, se puede calcular la probabilidad de que un mensaje sea spam dado un conjunto de características. Esto se conoce como «clasificación bayesiana». (Maria, 2023)

#### 2.8.6. VENTAJAS DE LAS REDES BAYESIANAS

La ventaja más importante que ofrecen las redes bayesianas respecto a otros métodos de análisis multivariante es que permiten representar al unísono la dimensión cualitativa y cuantitativa de un problema en un entorno gráfico inteligible (Edwards, 1998; Heckerman, 1995; López, García, y De la Fuente, 2005).

Otra ventaja importante de las redes bayesianas es que pueden trabajar con datos perdidos de una manera eficiente, algo que en la práctica es deseable (p. e. destacado por Heckerman, 1995; Jansen, et al., 2003; Nadkarni y Shenoy, 2004). Sin embargo, una desventaja de los casos perdidos es que si un estado de la variable no aparece la probabilidad para este es cero. También permiten reducir el sobre ajuste de los datos (Heckerman, 1995) y, como técnica estadística bayesiana, combinar el conocimiento previo que tenemos respecto al problema de estudio con datos experimentales (Nadkarni y Shenoy, 2004).

Las redes bayesianas también permiten descubrir la estructura causal subyacente en un conjunto de datos (p. e., Cowell et al., 1999; Heckerman, 1995; Neapolitan y Morris, 2004; Pearl, 2001; Spirtes et al., 2000). Esto significa que podemos construir un modelo gráfico probabilístico a partir de una base de datos que contenga un conjunto de observaciones sobre un conjunto de variables.

Las redes bayesianas presentan ventajas frente a los sistemas expertos clásicos basados en reglas cuando se van a utilizar, por ejemplo, para la toma de decisiones. En primer lugar, las redes bayesianas representan toda la información en un único formato (probabilístico y gráfico) lo que hace sencillas las interpretaciones, permiten retractarse de conclusiones obtenidas con anterioridad que ya no son razonables a la luz de nuevas evidencias, nos proporcionan una visión general del problema, generan un conjunto de alternativas ordenadas y facilita la explicación de las conclusiones (Huete, 1998). Por otro lado, cuando construimos una red bayesiana a partir del conocimiento de un experto para usarla

en la orientación ante la toma de decisiones, la asignación de probabilidades (o su generación) es más sencilla (Edwards, 1998; Martínez y Rodríguez, 2003). Además, las redes bayesianas permiten trabajar con conceptos de la teoría de la decisión como valor o valor esperado frente a problemas de decisión (Edwards, 1998; Edwards y Fasolo, 2001; Maciá, Barbero, Pérez-Llantada, y Vila, 1990). (Jorge Lopez Puga, 2007)

#### 2.8.7. APLICACIÓN Y PERSPECTIVAS DE LAS REDES BAYESIANAS EN PSICOLOGÍA

El uso de redes bayesianas como herramienta de análisis de datos no está extendido en el contexto de la Psicología. Sin embargo, se podría encontrar fácilmente los beneficios de la utilización de estas herramientas en todas las grandes áreas de aplicación de la Psicología. Edwards (1998) destaca que las redes bayesianas son importantes para la Psicología en dos sentidos: económica y científicamente. A nivel económico las redes bayesianas podrían generar un mercado de “elicitación de probabilidades” orientado al desarrollo de sistemas expertos donde la Psicología podría jugar un papel fundamental. La tarea a realizar por la Psicología en este sentido sería orientar a los expertos sobre cómo hacer juicios de probabilidad apropiados intentando sortear los sesgos en que solemos incurrir las personas cuando realizamos tareas de este tipo. En el plano científico las redes bayesianas no pueden perderse de vista si la Psicología pretende conocer los mecanismos por los cuales las personas evaluamos, decidimos y realizamos inferencias; ya que pueden servir de referencia analítica y teórica en el desarrollo de modelos de razonamiento, aprendizaje y percepción de la incertidumbre. La propuesta más llamativa del uso de las redes bayesianas en Psicología proviene de la mano de Clark Glymour 2001 en su libro *The mind's arrow. Bayes nets and graphical causal models in psychology*. La obra de Glymour gira en torno al fenómeno de la causalidad y al proceso de construcción de conocimiento por medio de la observación y la manipulación de nuestro entorno. El aprendizaje causal es el punto arquimédico con el que inicia su trabajo, proponiendo que en nuestra interacción con el entorno aplicamos una serie de procesos (análogos a los

algoritmos desarrollados para estudiar las relaciones causales estadísticas) que conducen a una representación interna de la estructura causal. Para Glymour, las personas llevan a cabo procesos de aprendizaje y descubrimiento causal que serían compatibles con el formalismo de las redes bayesianas. Sin embargo, su propuesta no se limita al desarrollo ontogenético del aprendizaje causal humano, sino que traslada esta filosofía al campo de la Neuropsicología (reentendiendo los diagramas de flujo de la Psicología Cognitiva clásica en un sentido bayesiano) o a la Psicometría (criticando el análisis factorial y el análisis de regresión como métodos fiables para extraer el número correcto de variables latentes y para representar la estructura causal subyacente). Pese a que la propuesta teórica de Glymour en relación al aprendizaje causal ha mostrado evidencias empíricas y ha dado lugar a una teoría del aprendizaje causal en niños pequeños (Gopnik, et al., 2004; Gopnik y Schulz, 2004; Gopnik, Sobel, Schulz, y Glymour, 2001; Sobel, Tenenbaum, y Gopnik, 2004), ha sido criticada por ser demasiado especulativa y por carecer de una sólida evidencia experimental (Borsboom, 2002). En primer lugar, los pocos experimentos usados para justificar sus razonamientos parecen seleccionados “intencionadamente” para soportar su teoría y los resultados son interpretados sobre consideraciones post hoc. Por otro lado, Glymour parece no compensar equitativamente los pros y los contras de su propuesta. Por ejemplo, si su argumentación es correcta y cada uno de nosotros llevamos implementados en nuestro cerebro un sistema que nos permite “desenmascarar” la estructura causal del ambiente en términos de relaciones de dependencia e independencia probabilística, ¿cómo es posible que el aprendizaje formal de estos conceptos sea tan difícil? Estas críticas serían consistentes con los trabajos clásicos que informan de dificultades en la estimación y/o comprensión de probabilidades condicionales en términos causales Kahneman, 2003. Sin embargo, este hecho podría deberse a los formatos de presentación de la información o a “artefactos metodológicos”. Así pues, la presentación de información probabilística de una manera más comprensiva para los participantes experimentales y enfatizando que los datos de aprendizaje son extraídos aleatoriamente de una muestra con distribución normal

podría mejorar su aprendizaje/razonamiento y acercarlo más a lo establecido por la estadística (Gigerenzer, 1996, Gigerenzer, 2001). (Jorge Lopez Puga, 2007)

## 2.9. INFERENCIA

A partir de una red ya construida, y dados los valores concretos de algunas variables de una instancia, podrían tratar de estimarse los valores de otras variables de la misma instancia aplicando razonamiento probabilístico.

El razonamiento probabilístico sobre las redes bayesianas consiste en propagar los efectos de las evidencias (variables conocidas) a través de la red para conocer las probabilidades a posteriori de las variables desconocidas. De esta forma se puede determinar un valor estimado para dichas variables en función de los valores de probabilidad obtenidos.

Cuando se conocen los valores observados para todas las variables de la red excepto para una, obtener una estimación para ésta es inmediato a partir de la fórmula de la distribución de probabilidad conjunta de la red.

En un caso más general interesaría obtener una estimación del valor de alguna variable dados valores observados para un subconjunto de todas las restantes. En general, una red puede usarse para calcular la distribución de probabilidad para cualquier subconjunto de variables dados los valores de cualquier subconjunto de las restantes.

El mecanismo de inferencia sobre redes bayesianas permite utilizarlas para construir clasificadores. Para ello, se ha de construir una red bayesiana en la que clase y atributos sean las variables interrelacionadas en el grafo. La clase corresponderá a la variable desconocida, objetivo de la inferencia. Dada una instancia cualquiera para la que se conozcan todos sus atributos, la clasificación se efectuará infiriendo sobre el grafo la probabilidad posterior de cada uno de los valores de la clase, y seleccionando aquel valor que maximice dicha probabilidad. (Rojas, 2012)

## 2.10. TRASTORNO

El término trastorno en el ámbito médico se utiliza para describir una alteración o anomalía de la función física o mental. Los trastornos pueden afectar cualquier parte

del cuerpo y pueden tener una amplia variedad de síntomas, dependiendo de la parte del cuerpo afectada y de la naturaleza específica del trastorno. Abarcan un espectro muy amplio de condiciones y enfermedades, desde trastornos físicos como el trastorno de la articulación temporomandibular hasta trastornos mentales como el trastorno de estrés postraumático.

La caracterización de una afección como trastorno implica una desviación respecto a la norma fisiológica o psicológica. Específicamente, un trastorno puede ser una anomalía en la estructura o función de una parte del cuerpo que provoca un perjuicio significativo para el individuo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el término "trastorno" no proporciona ninguna información sobre la etiología o el pronóstico de la condición; sólo indica una desviación del estado normal de salud.

Los trastornos pueden clasificarse en varias categorías dependiendo de varios factores, como el sistema del cuerpo que afectan, la etiología, los síntomas y el curso de la enfermedad. Algunas categorías comunes de trastornos incluyen trastornos del sistema nervioso, trastornos cardiovasculares, trastornos metabólicos, trastornos genéticos, trastornos psiquiátricos, trastornos del sistema inmunológico, entre otros.

Un trastorno también puede ser agudo o crónico. Los trastornos agudos suelen tener un inicio rápido y una duración corta. Pueden ser graves y amenazar la vida, pero a menudo son tratables y la mayoría de las personas se recuperan por completo. Por otro lado, los trastornos crónicos son de larga duración o recurrentes. Pueden ser menos graves que los trastornos agudos, pero su persistencia puede afectar significativamente la calidad de vida de un individuo.

Los trastornos pueden ser el resultado de una variedad de factores, incluyendo factores genéticos, ambientales y de estilo de vida. Por ejemplo, los trastornos genéticos son causados por anomalías en los genes o cromosomas de un individuo. Los trastornos ambientales son el resultado de la exposición a sustancias nocivas o condiciones ambientales dañinas, mientras que los trastornos relacionados con el estilo de vida son el resultado de comportamientos o hábitos perjudiciales, como una mala alimentación o la falta de ejercicio.

El tratamiento de los trastornos depende en gran medida del trastorno específico, de la gravedad de la condición y de las necesidades individuales del paciente. Algunos trastornos pueden ser tratados con medicación, terapia física o cambios en el estilo de vida, mientras que otros pueden requerir cirugía o terapias más especializadas. En algunos casos, la gestión de un trastorno implica una combinación de enfoques terapéuticos. (Clinica Universidad de Navarra, 2023)

## 2.11. PSICOMOTRICIDAD

Hace años, la psicomotricidad era un conjunto de ejercicios que los terapeutas utilizaban para corregir alguna dificultad o discapacidad detectada. Hoy esa visión ha cambiado y es uno de los puntos claves en la educación y el desarrollo de cualquier niño, sobre todo en los primeros años de la infancia.

La psicomotricidad es la psicología del movimiento mediante la cual entran en contacto cuerpo, mente y emociones. Cuando un niño realiza una acción, ésta se encuentra directamente relacionada con un pensamiento y con una emoción. Al hablar de psicomotricidad infantil hacemos referencia a esas técnicas que debemos aplicar para que los niños tengan un mejor dominio sobre su propio cuerpo, a la vez que estimulan otras áreas del desarrollo como el emocional o el intelectual. (Miniland educational, 2022)

### 2.11.1. BENEFICIOS DE LA PSICOMOTRICIDAD

- Facilita la adquisición del esquema corporal, permite que el niño tome conciencia y percepción de su propio cuerpo.
- Aborda los diferentes patrones motores como la marcha, la carrera, el salto, el lanzamiento y la recepción.
- Favorece el control del cuerpo, a través de la psicomotricidad, el niño aprende a dominar y adaptar su movimiento corporal.
- Ayuda a afirmar su lateralidad, control postural, equilibrio, coordinación, ubicación en tiempo y espacio.
- Estimula la percepción y discriminación de las cualidades de los objetos, así como la exploración de los diferentes usos que se les puede dar.
- Crea hábitos que facilitan el aprendizaje, mejora la memoria, la atención y concentración, así como la creatividad del niño.

- Introduce nociones espaciales como arriba-abajo, a un lado-al otro lado, delante-detrás, cerca-lejos y otros más, a partir de su propio cuerpo.
- Refuerza nociones básicas de color, tamaño, forma y cantidad a través de la experiencia directa con los elementos del entorno.
- Se integra a nivel social con sus compañeros, propicia el juego grupal.
- Reafirma su autoconcepto y autoestima, al sentirse más seguro emocionalmente, como consecuencia de conocer sus propios límites y capacidades. (Palacios, s/f)

#### 2.11.2. PSICOMOTRICIDAD GRUESA

Las habilidades motoras gruesas se refieren a los movimientos que utilizan grandes grupos musculares, como caminar, saltar y escalar. Normalmente, ambas se desarrollan al mismo tiempo ya que muchas actividades requieren la utilización conjunta de las dos. (Cruz Roja /Hospital Victoria Eugenia, 2022)

##### 2.11.2.1. BENEFICIOS

Sin duda, trabajar los movimientos del cuerpo a través de ejercicios de psicomotricidad gruesa, permite a los niños fortalecer sus músculos y adquirir ciertas habilidades motrices que promueven el control general de su cuerpo y contribuyen al desarrollo de su capacidad para expresarse corporalmente.

En la medida en que los niños desarrollan su motricidad gruesa, se fomenta la seguridad en ellos, lo cual es vital, no solo para el descubrimiento de su entorno, sino para la toma de conciencia de su cuerpo, el fortalecimiento de su autoestima y la confianza en sí mismos, que resulta determinante para el desarrollo de su personalidad.

La psicomotricidad gruesa es primordial para el desarrollo de las funciones cognitivas. Los últimos avances en el área del neuroaprendizaje aportan valiosas conclusiones sobre la influencia de la psicomotricidad en la atención y el aprendizaje.

También permite prevenir distintas patologías que pueden demandar la consulta de especialistas a temprana edad como terapeutas, fisioterapeutas o psicomotricistas. (Nursery School, 2020)

### 2.11.3. PSICOMOTRICIDAD FINA

Las habilidades motoras finas o motricidad fina son las acciones más pequeñas. Cuando el niño toma las cosas entre el dedo índice y el dedo pulgar, o retuerce sus pies en la arena, el pequeño está usando sus habilidades motoras finas. No se trata sólo de los dedos de manos y pies, cuando su bebé utiliza sus labios y la lengua para saborear y sentir los objetos también está utilizando habilidades de motricidad fina. (Cruz Roja /Hospital Victoria Eugenia, 2022)

#### ¿PORQUE ES NECESARIO ESTIMULAR LA PSICOMOTRICIDAD FINA?

La estimulación de la psicomotricidad fina juega un papel decisivo en el aumento de la inteligencia en educación infantil. Es importante para incrementar sus habilidades de experimentación y aprendizaje sobre el entorno que les rodea.

Además, poniendo en práctica la psicomotricidad fina, se trabaja la coordinación visual-manual. De esta forma, el niño será capaz de mejorar el dominio de sus manos, muñecas y brazos; así como adquirirá habilidades para actividades realizadas con estas partes del cuerpo, como la escritura.

### 2.12. DESARROLLO PERCEPTIVO

El desarrollo perceptivo fue relegado durante largo tiempo debido a la prioridad acordada a la acción motora. Actualmente, los factores perceptivos son considerados como un elemento fundamental del desarrollo de la inteligencia.

Las diferentes modalidades sensoriales del recién nacido operan desde el nacimiento, y algunas de ellas desde varias semanas antes. La percepción del recién nacido posee ciertas características agrupadas por Gibson. La percepción es un proceso activo de exploración que es consecuencia de la motivación. Está dirigida hacia fuentes externas de estimulación, aunque éstas estén alejadas. Utiliza y depende de las informaciones dadas por el movimiento. El espacio percibido es un mundo de tres dimensiones. La constancia perceptiva de la forma y del tamaño

del objeto existe antes de cualquier aproximación o toma del objeto. La percepción es coherente y se interesa por las estructuras. Presenta capacidades precoces de transferencia entre las diversas modalidades, tacto-visión a los 2 meses a partir, al parecer, de una a modalidad inicial. Las acciones guiadas por la percepción son organizadas y flexibles, y no ocurren sólo al azar o siguiendo un esquema de estímulo-respuesta. (Albaret J. M., 2002)

### 2.13. TRASTORNOS PSICOMOTRICES

Los trastornos psicomotores son alteraciones del neurodesarrollo que afectan a la adaptación perceptivomotora del individuo. Las etiologías son multifactoriales y transaccionales, y asocian factores genéticos, neurobiológicos y psicosociales que actúan en distintos niveles de complementariedad y de expresión. Son a menudo circunstanciales y discretos, e involucran prioritariamente a los mecanismos de adaptación. Constituyen una fuente de malestar y sufrimiento, tanto para el afectado como para el medio social. El análisis clínico requiere, además de un conocimiento referencial profundo del desarrollo normal, investigaciones específicas, entre ellas el examen psicomotor. (Albaret J. M., 2002)

### 2.14. TRASTORNOS DE DÉFICIT DE ATENCIÓN/HIPERACTIVIDAD

El trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es uno de los trastornos neuroconductuales más comunes de la niñez. Por lo general, se diagnostica inicialmente en la infancia y a menudo perdura hasta la edad adulta. Es normal que a los niños les cueste concentrarse y portarse bien alguno que otra vez. Sin embargo, en los niños con TDAH estas conductas no desaparecen. Los síntomas continúan manifestándose, pueden ser graves y ocasionarles problemas en la escuela, el hogar o con los amigos. (CDC, 2022)

#### 2.14.1. DÉFICIT DE ATENCIÓN E HIPERACTIVIDAD (TDAH)

El niño no escucha, no logra concentrarse ni perseverar en la realización de su trabajo escolar o de sus juegos. Le resulta difícil cualquier esfuerzo de atención y el menor elemento parásito lo desvía rápidamente de la tarea en curso. De tal modo, puede abocarse a los elementos no pertinentes del trabajo que está realizando y

perder de vista el objetivo principal. Pierde sus cosas, ya se trate de la indumentaria, el material escolar o los juguetes. Existen diferentes grados de gravedad, que van desde la tendencia a la distracción episódica hasta la imposibilidad de mantener una misma actividad por más de algunos minutos. (Albaret J. M., 2002)

Menos frecuente en la población femenina, la hiperactividad constituye la queja principal del maestro o de los progenitores y motiva la consulta. El niño está en perpetuo movimiento y no puede detenerse. La incesante actividad motora aparece incluso en un ambiente nuevo, al contrario de lo que sucede con el niño no hiperactivo, que tiende a calmarse en un ambiente desconocido. Todo lo que está al alcance del niño resulta manipulado, llevado a la boca y asimismo rápidamente rechazado. (Albaret J. M., 2002)



FIGURA 5. TDAH fuente: (Bayon, 2023)

#### 2.14.2. IMPULSIVIDAD

Se trata de una respuesta muy rápida ante una situación dada sin considerar las informaciones disponibles que podrían llevar al niño a modificar su comportamiento. Interviene tanto en el plano motor como en el social o cognitivo. De tal modo, zambullirse en una piscina profunda sin saber nadar o absorber el contenido de un frasco de productos domésticos constituye el tipo de accidentes a los que a menudo se exponen los niños hiperactivos. (Albaret J. M., 2002)

Menos frecuente en la población femenina, la hiperactividad constituye la queja principal del maestro o de los progenitores y motiva la consulta. El niño está en perpetuo movimiento y no puede detenerse. La incesante actividad motora aparece incluso en un ambiente nuevo, al contrario de lo que sucede con el niño no hiperactivo, que tiende a calmarse en un ambiente desconocido. Todo lo que está al alcance del niño resulta manipulado, llevado a la boca y asimismo rápidamente rechazado. (Albaret J. M., 2002)

## 2.15. TRASTORNOS DEL MOVIMIENTO INTENCIONAL Y DE LA COORDINACIÓN MOTORA

El Trastorno del Desarrollo de la Coordinación (TDC) es una condición crónica y prevalente del neurodesarrollo que provoca un impacto significativo en la habilidad del niño para aprender y para gestionar con soltura. Además, de sus actividades escolares, las que pertenecen a su vida cotidiana.

Se caracteriza por un deterioro en la coordinación motora y en las habilidades cognitivas y psicosociales. En primer lugar, deriva en sutiles dificultades para participar con éxito en las tareas que se les va planteando durante los primeros años de vida. Pero que con el paso del tiempo, y si no se aborda de manera adecuada, tiene una repercusión muy problemática afectando a múltiples aspectos.

Las principales preocupaciones de las familias suelen estar en torno a las consecuencias secundarias de la falta de coordinación motora. Las cuales incluyen un mayor riesgo de depresión y ansiedad infantil, aparición de obesidad y una autoestima mermada. (Fernandes R. , 2022)

### 2.15.1. TRASTORNO DE LA ADQUISICIÓN DE LA COORDINACIÓN Y DISPRAXIAS

Las disparidades observadas se pueden situar en cuatro planos. Un primer elemento de variación se encuentra en la extensión de las dificultades de coordinación: algunos niños son incapaces de realizar una acción motora cualquiera, remitiendo posiblemente al cuadro, por demás discutible, descrito por Dupré con el nombre de «debilidad motora»; el lenguaje puede asimismo carecer de claridad mientras que para otros, el déficit no se manifiesta sino en algunas actividades cotidianas o exclusivamente en el plano manual. El segundo nivel es el

representado por el grado de gravedad del problema, que va desde la simple lentitud en las actividades motoras que perturba la escolaridad, a la incapacidad total para aprender ciertos gestos o para realizar algunos aprendizajes. En tercer lugar, la aparición de los trastornos puede situarse en los primeros gestos del recién nacido o, por el contrario, aparecer recién al ingresar en la escuela primaria, cuando el grado de exigencia aumenta. Finalmente, las incoordinaciones motoras pueden ser aisladas o asociarse con otros trastornos como la dislexia (Albaret J. M., 2002)



FIGURA 6. Dispraxia Fuente: (Rubio, 2023)

### 2.15.2. DISGRAFÍAS

La disgrafía es un trastorno de la capacidad de escritura que se caracteriza por una serie de dificultades o incapacidades para componer trazos o textos escritos. En la gran mayoría de los casos se presenta en niños que no padecen ninguna deficiencia intelectual ni neurológica relacionada, aunque en algunos sujetos la disgrafía esté asociada a otros trastornos del aprendizaje o a problemas de lenguaje o de perceptomotricidad. (Armero, 2015)



FIGURA 7. Disgrafía Fuente: (ENCAIX, 2023)

## 2.16. TRASTORNOS DEL TONO MUSCULAR

El tono muscular es la energía potencial de un músculo. Incluso cuando están relajados, los músculos presentan una ligera contracción que limita su elasticidad y ofrece cierta resistencia al movimiento pasivo. Así, el tono muscular está íntimamente relacionado con la movilidad voluntaria y la postura. De la integridad de las estructuras nerviosas y musculares depende un tono balanceado que permita posturas y movimientos precisos y armoniosos.

Existen diferentes factores que condicionan el tono muscular de los niños. El momento del día, la edad o el ejercicio realizado son algunos de ellos. Por ejemplo, el recién nacido tiene una postura natural de 'ranita' o encogido debido a que predomina el tono aumentado de los músculos flexores sobre los extensores. Con el paso de los meses, el tono de músculos flexores y extensores se iguala. También maduran las estructuras cerebrales, medulares y nerviosas que intervienen en la motricidad, lo que permite al bebé adquirir control sobre la postura y el movimiento de una forma gradual. (Arevalo, 2021)

### 2.16.1. DISTONÍAS

La distonía es una contracción muscular anormal e inadapta que aparece en el transcurso de un movimiento (calambre profesional) o en el mantenimiento de una postura (tortícolis) y que puede verse acompañada de espasmos originados por una serie de contracturas.

Las distonías desaparecen durante el sueño, son sensibles tanto a las influencias sociales y emocionales como al cansancio; se presentan en actos muy precisos y pueden no aparecer en otros actos en los que intervienen los mismos grupos musculares (Albaret J. M., 2002).



FIGURA 8. Distonias Fuente: (Garcia, 2022)

### 2.16.2. SINCINESIAS

Las sincinesias, trastorno del tono inducido, son contracciones o movimientos que involucran uno o varios grupos musculares mientras que otros movimientos activos o reflejos ocurren en alguna otra parte del cuerpo. Esta actividad muscular y/o motora aparece en regiones ajenas a la ejecución del movimiento principal.

Pueden definirse según la región del cuerpo que padece el movimiento parásito. Son homolaterales cuando aparecen en músculos vecinos del músculo inductor o en el otro miembro del mismo lado, y contralaterales en caso de que se trate de músculos simétricos, o incluso generalizadas cuando la difusión involucra la totalidad del cuerpo. (Albaret J. M., 2002)



FIGURA 9. Sincinesias Fuente: (Danilo Quintanilla, 2014)

### 2.16.3. PARATONÍAS

La paratonía es una anomalía del tono de fondo. Consiste en una imposibilidad para realizar a pedido un relajamiento muscular. En vez de la relajación deseada, se produce una contractura tanto más irreductible cuantos más esfuerzos hace el sujeto para intentar dominarla. A partir del noveno mes el niño puede balancear los miembros.

La maniobra clásica para ponerla de manifiesto es la prueba del relajamiento braquial en la cual se pide al niño «dejar los brazos flojos como una muñeca de trapo», y en la que se observan las resistencias opuestas al movimiento pasivo conferido al brazo. Cuando este último es llevado a la posición horizontal y se lo priva de todo apoyo, no cae de inmediato o dicha caída se ve frenada. (Albaret J. M., 2002)



FIGURA 10. Paratonia Fuente (NUROFEN, 2023)

### 2.16.4. HIPERTONÍAS

Hipertonía significa tono muscular elevado («hiper» significa excesivo o aumentado). La hipertonía describe un exceso de tono muscular. Los músculos están rígidos, lo que causa dificultad para mover los brazos y las piernas, Les resulta difícil estirarse, flexionarse o realizar movimientos sencillos como tocarse los dedos de los pies o mantener el equilibrio sobre un pie. Los niños pequeños a los que se les ha diagnosticado hipertonía pueden tener dificultades para alimentarse, alcanzar objetos, utilizar juguetes que se empujan, caminar y mantener el equilibrio. (Norton Children's, 2022)



FIGURA 11. Hipertonía Fuente: (efisiopediátríc, 2016)

## 2.17. METODOLOGIAS

### 2.17.1. METODO CIENTIFICO

El método científico es una técnica que nos permite llegar a un conocimiento que pueda ser considerado válido desde el punto de vista de la ciencia

#### 2.17.1.1. OBJETIVO DEL METODO CIENTIFICO

- Alcanzar el conocimiento cierto de los fenómenos y poder predecir otros.
- Descubrir la existencia de procesos objetivos y sus conexiones internas y externas para generalizar y profundizar en los conocimientos así adquiridos para demostrarlos con rigor racional y comprobarlos con el experimento y técnicas de su aplicación.
- 

#### 2.17.1.2. PRESUPUESTOS DEL METODO CIENTIFICO

Los presupuestos del método científico son principalmente tres:

- Orden: los fenómenos en la naturaleza ocurren dentro de un orden
- Determinismo: aceptamos que cada observación está determinada por un acontecimiento anterior y así sucesivamente.
- Comprobabilidad: Cada interrogante en un proceso puede ser explicado y comprobado.

Basándonos en estos presupuestos los requisitos del conocimiento científico serían:

- Empirismo: real y objetivo
- Repetibilidad: capacidad de ser confirmado al ser repetido

- Aceptabilidad: el investigador presupone la aceptación de lo publicado anteriormente
- Publicidad: los descubrimientos deben darse a conocer

#### 2.17.1.3. CARACTERISTICAS DEL METODO CIENTIFICO

Entre las características que definen dicho método, podemos señalar las siguientes:

- Es una metodología diseñada con el fin de obtener nuevos conocimientos.
- Consiste en la observación sistemática, medición, experimentación y la formulación, análisis y modificación de hipótesis.
- Asimismo, las dos características fundamentales de este método son la falibilidad y la reproductividad.
- En este sentido, reproductividad porque puede ser replicado en otro momento, y por otra persona, obteniendo el mismo resultado.
- Por otro lado, falsabilidad por el hecho de que las leyes o teorías que se obtienen a partir de esta técnica pueden ser revaluadas.
- El método científico reúne las prácticas aceptadas por la comunidad científica como válidas para exponer y confirmar nuevas teorías.
- Las reglas del método científico minimizan, como vemos, la influencia de la subjetividad del científico en su estudio. De esta forma, se refuerza la validez de los resultados, y por ende, del nuevo conocimiento. (Westreicher, economipedia, 2020)

#### 2.17.1.4. TECNICAS DEL METODO CIENTIFICO

Son los procedimientos que utiliza el método científico para el estudio, podemos citar los siguientes tipos de técnicas:

**INDUCTIVO:** razonamiento que conduce a partir de la observación de casos particulares a conclusiones generales, siempre que la validez de las primeras. Parte de enunciados particulares para generalizar. Generaliza inferencias a partir de un conjunto de evidencias. No garantiza que la conclusión sea verdadera aun partiendo de premisas verdaderas, si no que se llegan a conclusiones con cierto grado de probabilidad. La inferencia es de abajo a arriba. (Castan, 2023)

Ej. De estructura de razonamiento deductivo

He visto un pájaro que vuela  
He visto otro pájaro que también vuela...  
Los pájaros vuelan

**DEDUCTIVO:** razonamiento formal en el que la conclusión se obtiene por la forma del juicio del que se parte. La derivación es forzosa. Se considera una conclusión verdadera e imposible ser falsa si hemos admitido el juicio del que se parte. Se asume que si las premisas son verdaderas la conclusión será verdadera. La inferencia es de arriba abajo.

Ej. De estructura de razonamiento deductivo

Los pájaros son aves  
Los pájaros vuelan  
Las aves vuelan

Según las premisas sean verdaderas o no, la conclusión asumida será verdadera o falsa. (Castan, 2023)

**HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO:** único método con el que se puede obtener información científica, aplicada a las ciencias formales (matemática, lógica) Observación---hipótesis—experimentación—teorías

**ANALÍTICO:** proceso cognoscitivo, que descompone un objeto en partes para estudiarlas en forma aislada.

**SINTÉTICO:** integra los componentes de un objeto de estudio, para estudiarlos en su totalidad. • Histórico comparativo

**CUANTITATIVO:** usa la recolección de datos para probar la hipótesis, con base en la medición numérica y análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías

**CUALITATIVO:** utiliza la recolección de datos, sin medición numérica, para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación

Se puede llegar al conocimiento de los fenómenos a través de la experiencia, razonamiento e investigación, siendo vías complementarias.

El método científico suele describirse como un proceso en que los investigadores a partir de sus observaciones hacen las inducciones y formulan hipótesis y, a partir de éstas hacen deducciones y extraen las consecuencias lógicas; infieren las consecuencias que habría si una relación hipotética es cierta. Si dichas consecuencias son compatibles con el cuerpo organizado de conocimientos aceptados, la siguiente etapa consiste en comprobarlas por la recopilación de datos empíricos, las hipótesis se aceptan o rechazan en base a ellos. (Castan, 2023)

#### 2.17.1.5. PASOS DEL METODO CIENTIFICO

**OBSERVACION.-** La observación es el darse cuenta o percibir los aspectos de la naturaleza. Aunque es el primer paso del método científico, está inmerso en todo el proceso de la ciencia, desde el reconocimiento de un fenómeno natural hasta la propuesta de una solución y la observación de los resultados luego de un experimento.

Todo lo que puede ser apreciado por los sentidos lo reconocemos como una observación. Un gran observador fue Charles Darwin, el padre de la teoría de la selección natural. En todos sus viajes tomaba notas y muestras de sus observaciones que lo llevaron con los años a formular su teoría más famosa.

La observación va más allá de lo que vemos con los ojos. Hace algunos años, dos médicos observaron unas bacterias en forma de "S" en los estómagos de personas con gastritis. Este hallazgo lo obtuvieron utilizando el microscopio. (Fernandes A. Z., 2023)

**IDENTIFICACION.-** Una vez establecidos los hechos, es necesario contrastarlos y reconocer problemas. La mera observación es insuficiente si no existe la curiosidad para resolver las preguntas que se puedan presentar.

Por ejemplo, debido a la observación de unas bacterias en los estómagos de personas con gastritis se plantearon las siguientes preguntas: ¿Por qué no se

habían visto antes? ¿Estas bacterias son las que producen la enfermedad?, y ¿cuáles son estas bacterias? (Fernandes A. Z., 2023)

**HIPOTESIS.-** La hipótesis es una probable explicación a una observación o un intento por solucionar el problema. Tenemos que probar la hipótesis mediante experimentos, es decir, mostrar que es verdadera o falsa. De esta manera podemos diferenciar una hipótesis de una creencia. Decir "la gastritis es imaginaria" no es una hipótesis, pues no se puede diseñar un experimento para probar si esto es verdad o no.

Cuando planteamos una hipótesis nos vemos forzados a pensar e inventar una explicación o solución. Puede ser fácil o difícil, puede ser una sola hipótesis o varias, lo importante es tratar de explicar lo que estamos observando.

En el caso de los médicos que consiguieron unas bacterias en el estómago, su hipótesis fue que estas bacterias eran las que estaban produciendo el daño en el estómago. (Fernandes A. Z., 2023)

**EXPERIMENTACION.-** Un experimento es una prueba o ensayo donde se controlan las condiciones para determinar la validez de una hipótesis.

Siguiendo con el ejemplo de la gastritis, el experimento fue el siguiente: un grupo de pacientes con úlcera gástrica recibió el tratamiento usual (grupo control) y otro grupo recibió antibióticos (grupo experimental). Luego de un cierto tiempo, los médicos evaluaron a los pacientes de cada grupo para registrar los datos experimentales.

En este experimento, la variable que se manipuló fue el tratamiento. Cualquier otra variable se mantuvo sin cambio.

En un experimento científico se escogen objetos físicos, compuestos químicos o especies biológicas para el estudio y se usan aparatos para medir las variables. Los resultados de los experimentos tienen que ser reproducibles por otros investigadores bajo las mismas condiciones experimentales. (Fernandes A. Z., 2023)

**ANALISIS.-** Los datos obtenidos por medio de experimentación necesitan ser analizados a la luz de las hipótesis y predicciones propuestas. El análisis de resultados nos permite aceptar y rechazar las hipótesis planteadas, reformular los modelos y sugerir nuevos procedimientos.

Gracias al trabajo de un grupo de médicos interesados en la causa de la gastritis, se descubrió la bacteria responsable del problema, el *Helicobacter pylori*. (Fernandes A. Z., 2023)

**CONCLUSION.-** A partir de los resultados de la experimentación se puede demostrar o refutar la hipótesis. Si ocurre lo primero, se puede desprender una teoría o ley. En cambio, si la hipótesis fuera rechazada, se podría plantear otra. (Westreicher, economipedia, 2022)



FIGURA 12. Pasos del método científico. (Viresa, 2022)

#### 2.17.2. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

#### 2.17.3. METODOLOGÍA BUCHANAN

De acuerdo con la clasificación publicada por Hernández en 2010, la investigación por su propósito se denomina aplicada, por su enfoque cuantitativa, se basó en un diseño de tipo preexperimental, en el cual se manipula intencionalmente la variable independiente (el proceso de decisión), para analizar las consecuencias sobre la variable dependiente (aprobación del crédito). Para el diseño y programación del sistema experto se empleó la metodología Buchanan, basada en el ciclo de vida en cascada, el cual indica que el proceso de construcción de un sistema se plantea como un proceso de revisión constante e implica la redefinición de los conceptos,

de las representaciones o el refinamiento del sistema implementado [Delgado et al., 2015]. La metodología Buchanan define que la adquisición del conocimiento de un sistema inteligente, y por extensión la construcción de todo el sistema se divide en cinco fases: identificación, conceptualización, formalización, implementación y prueba. (Jimmy josue Peña Koo, 2017)

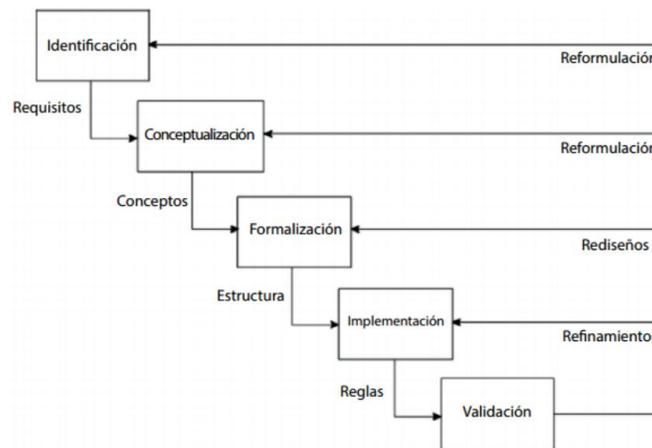


FIGURA 13. Ciclo de vida de la Metodología Buchanan (Jimmy josue Peña Koo, 2017)

- IDENTIFICACION.- Se refiere básicamente a identificar el problema. El proceso de resolución debe tener un componente importante de razonamiento, el nivel de complejidad debe ser tal que los problemas se resuelvan en plazos razonables, también debe existir un experto real del tema que sea capaz de articular sus métodos. (Martínez, 2009)  
Esta fase abarca desde la lectura de libros o artículos, las entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema y la búsqueda de un experto que esté dispuesto a colaborar en la construcción del sistema. (Alvarez, 2015)
- CONCEPTUALIZACION.- Significa que por medio de entrevistas con el experto, con el objetivo de identificar y caracterizar el problema informalmente. El experto de campo y el ingeniero del conocimiento definen el alcance del sistema experto, es decir, que problemas va a resolver concretamente el sistema experto.

Se analizarán los conceptos vertidos por el experto del campo. Los mismos serán tomados en cuenta con sumo interés, pues el experto humano o de campo es quién conoce en detalle los fundamentos articulares del tema a investigar. (Alvarez, 2015)

- FORMALIZACION.- Con el problema adecuadamente definido el ingeniero del conocimiento empieza a determinar los principales conceptos del dominio que se requieren para realizar cada una de las tareas que va a resolver el sistema. Esto es importante para la tarea de definición del sistema experto y para mantener una adecuada documentación del mismo, ya que es útil para la tarea de diseño, construcción y para posteriores modificaciones del sistema. El ingeniero de conocimiento debe prestar atención al ingeniero de campo para encontrar la estructura básica que el experto utiliza para resolver el problema. Está formada por una serie de mecanismos organizativos que el experto de campo usa para manejarse en este dominio. Esta estructura básica de organización del conocimiento le permite al experto realizar ciertos tipos de inferencias. El ingeniero del conocimiento además debe conocer las estrategias básicas que usa el experto cuando desarrolla su tarea, que hechos primero, que tipo de preguntas realiza primero, si define supuestos inicialmente sin bases con información tentativa, como determina el experto que pregunta debe usar para refinar sus suposiciones y en qué orden el experto prosigue con cada sub-tarea y si ese orden varía según el caso. (Martinez, 2009)

- Se identifican los conceptos relevantes.
- El objetivo es el de formar el diagrama de información conceptual.
- Se formaliza los elementos sub-problemas es una base para construir un prototipo de la base de conocimiento. (Alvarez, 2015)

- IMPLEMENTACION.- El ingeniero de conocimiento deberá a medida que se desarrolla el prototipo que el formalismo usado es el apropiado para reflejar los conceptos y el proceso de inferencia del experto. Las características particulares de construcción del lenguaje capturen exactamente los aspectos estructurales más importantes de los conceptos usados por el experto, la

estructura del control del lenguaje al activar las reglas refleje la estrategia usada por el experto. (Martinez, 2009)

- Se formaliza el conocimiento obtenido del experto.
- Se elige la organización.
- El lenguaje de programación. (Alvarez, 2015)

➤ VALIDACION O PRUEVA.- Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose que el sistema experto posea eficiencia. Además de:

- Evaluación del rendimiento del prototipo construido
- Identificación de anomalías en:
  - Base de conocimientos
  - Mecanismos de inferencia

#### Revisión Del Prototipo

- Se formulan los conceptos.
- Se rediseña y se refina el prototipo.
- Se refina el prototipo, o si fuera el caso se reformulan los conceptos. (Alvarez, 2015)

## 2.18. PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 2.18.1. T-STUDENT

La prueba t es una herramienta estadística utilizada para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos de datos. Fue desarrollada por el estadístico británico William Sealy Gosset en 1908, quien trabajaba en la cervecería Guinness y necesitaba una forma de analizar los datos de producción de cerveza en pequeñas muestras.

Desde entonces, esta prueba, también conocida como prueba t de Student, se ha convertido en una de las pruebas estadísticas más utilizadas en la investigación científica y de mercado. (Ortega, 2023)

### 2.18.2. PRINCIPALES USOS DE UNA PRUEBA T O PRUEBA T DE STUDENT

La prueba se utiliza en muchos campos, como la investigación médica, la psicología, la economía, la educación. A continuación te compartimos algunos de los principales usos de la prueba t:

- Comparar dos grupos: La prueba se utiliza para comparar dos grupos de datos, por ejemplo, para comparar la media de los resultados de una prueba entre dos grupos de estudiantes.
- Evaluación de la eficacia de un tratamiento: La prueba t se puede utilizar para evaluar si un tratamiento o intervención tiene un efecto significativo en una variable de interés en comparación con un grupo de control que no recibió el tratamiento.
- Análisis de experimentos: La prueba se usa a menudo en experimentos científicos para comparar los resultados de un grupo de tratamiento con un grupo de control.
- Estudio de diferencias de género: La prueba t también se utiliza a menudo en estudios de género para comparar las diferencias en las medias entre hombres y mujeres en una variable de interés.
- Análisis de datos de encuestas: Puedes usarla igual para el análisis de datos de encuestas para comparar las medias de dos grupos de datos, por ejemplo, para comparar la media de ingresos entre hombres y mujeres. (Ortega, 2023)

### 2.18.3. TIPOS DE PRUEVA T-STUDENT

Hay varios tipos de pruebas t de Student, cada uno diseñado para abordar una situación particular. Los tipos más comunes de pruebas t de Student son:

1. Prueba t de dos muestras para datos independientes: Esta prueba se utiliza cuando se quieren comparar las medias de dos grupos independientes, es decir, cuando las observaciones en un grupo no están relacionadas de

ninguna manera con las observaciones en el otro grupo. Por ejemplo, se podría usar para comparar las calificaciones promedio de dos grupos de estudiantes que tomaron diferentes cursos.

2. Prueba t de dos muestras para datos relacionados o emparejados: En este caso, se comparan las medias de dos grupos que están relacionados de alguna manera, como las mediciones antes y después de un tratamiento en el mismo grupo de individuos. También se conoce como «prueba t de muestras relacionadas» o «prueba t emparejada».
3. Prueba t de una muestra: Esta prueba se utiliza cuando se quiere comparar la media de una sola muestra con un valor de referencia conocido o hipotético (por ejemplo, la media poblacional). Se utiliza para determinar si la muestra difiere significativamente de la media hipotética.
4. Prueba t de varianzas iguales o heterogéneas: La mayoría de las pruebas t de Student asumen que las varianzas de los dos grupos que se comparan son iguales. Sin embargo, en ocasiones, esta suposición puede no cumplirse. La prueba t de varianzas iguales se utiliza cuando se asume que las varianzas son iguales, mientras que la prueba t de varianzas heterogéneas se utiliza cuando se asume que las varianzas son diferentes entre los dos grupos.
5. Prueba t de una cola o de dos colas: Las pruebas t de Student pueden ser de una cola o de dos colas, dependiendo de la naturaleza de la pregunta de investigación. Una prueba de una cola se utiliza cuando se está interesado en determinar si una media es significativamente mayor o menor que otra, mientras que una prueba de dos colas se utiliza para detectar cualquier diferencia significativa entre las medias, ya sea mayor o menor. (Ortega, 2023)

#### 2.19. HERRAMIENTAS

- Python: Es un lenguaje de programación de alto nivel, orientado a objetos, con una semántica dinámica integrada, principalmente para el desarrollo web y de aplicaciones informáticas.

Es muy atractivo en el campo del Desarrollo Rápido de Aplicaciones (RAD) porque ofrece tipificación dinámica y opciones de encuadernación dinámicas.

Python es relativamente simple, por lo que es fácil de aprender, ya que requiere una sintaxis única que se centra en la legibilidad. Los desarrolladores pueden leer y traducir el código Python mucho más fácilmente que otros lenguajes.

Por tanto, esto reduce el costo de mantenimiento y de desarrollo del programa porque permite que los equipos trabajen en colaboración sin barreras significativas de lenguaje y experimentación.

Además, soporta el uso de módulos y paquetes, lo que significa que los programas pueden ser diseñados en un estilo modular y el código puede ser reutilizado en varios proyectos. Una vez se ha desarrollado un módulo o paquete, se puede escalar para su uso en otros proyectos, y es fácil de importar o exportar.

Por otro lado, uno de los beneficios más importantes de Python es que tanto la librería estándar como el intérprete están disponibles gratuitamente, tanto en forma binaria como en forma de fuente. (Centro de Formación técnica para la industria, 2023)

- Visual Studio Code: Es un editor de código fuente desarrollado por Microsoft para Windows, Linux y macOS. Es un editor de código fuente súper rápido y liviano que se puede usar para ver, editar, ejecutar y depurar código fuente para aplicaciones. Es utilizado principalmente por desarrolladores front-end. Visual Studio Code es un producto completamente diferente en comparación con Visual Studio.

Visual Studio Code tiene algunas características muy particulares y ventajas como:

- **Soporte para múltiples lenguajes de programación:** Admite múltiples lenguajes de programación. Antes, los programadores necesitaban Web-

Support, un editor diferente para diferentes lenguajes, mientras VS Code cuenta con soporte integrado en varios lenguajes. Esto también significa que detecta fácilmente si hay alguna falla o referencia en otros lenguajes.

- **Intelli-Sense:** puede detectar si algún fragmento de código queda incompleto. Además, las sintaxis de variables comunes y las declaraciones de variables se realizan automáticamente.
- **Compatibilidad multiplataforma:** tradicionalmente, los editores solían admitir sistemas Windows, Linux o Mac. Pero Visual Studio Code es multiplataforma. Entonces puede funcionar en las tres plataformas. Además, el código funciona en las tres plataformas; de lo contrario, los códigos de software de código abierto y propietario solían ser diferentes.
- **Extensiones y soporte:** generalmente admite todos los lenguajes de programación pero, si el usuario / programador desea usar el lenguaje de programación que no es compatible, puede descargar la extensión y usarla. Y en cuanto al rendimiento, la extensión no ralentiza al editor, ya que ruge como un proceso diferente.
- **Repositorio:** con la demanda cada vez mayor del código, el almacenamiento seguro y oportuno es igualmente importante. Está conectado con Git o se puede conectar con cualquier otro repositorio para extraer o guardar las instancias.
- **Soporte web:** viene con soporte integrado para aplicaciones web. Por lo tanto, las aplicaciones web se pueden crear y admitir en VSC.
- **Estructura de jerarquía:** los archivos de código se encuentran en archivos y carpetas. Los archivos de código requeridos también tienen algunos archivos, que pueden ser necesarios para otros proyectos complejos. Estos archivos se pueden eliminar según su conveniencia.
- **Mejora del código:** algunos fragmentos de código se pueden declarar de forma un poco diferente, lo que podría ayudar al usuario en el código. Esta función solicita al usuario, siempre que sea necesario, que la cambie a la opción sugerida.

- **Soporte de terminal:** muchas de las veces, el usuario necesita comenzar desde la raíz del directorio para comenzar con una acción en particular, el terminal incorporado o la consola brindan soporte al usuario para no cambiar entre dos pantallas para la misma.
  - **Proyectos múltiples:** se pueden abrir simultáneamente varios proyectos que contienen varios archivos / carpetas. Estos proyectos / carpetas pueden estar o no relacionados entre sí.
  - **Soporte de Git:** los recursos se pueden extraer de Git Hub Repo en línea y viceversa; también se puede ahorrar. La extracción de recursos también significa clonar el código que está disponible en Internet. Este código puede cambiarse y guardarse posteriormente.
  - **Comentarios:** una característica común, pero algunos lenguajes no la admiten. Comentar el código ayuda al usuario a recordar o realizar un seguimiento de acuerdo con la secuencia que desee. (Reclu iT, 2021)
- HTML: Son las siglas en inglés para Hypertext Markup Language, que se traduce como lenguaje de marcación de hipertexto.

A pesar de tener un nombre complicado, el HTML no es más que un lenguaje usado para crear páginas webs por medio de marcadores (tags) y atributos, que definen cómo el contenido va a ser presentado en un navegador web.

Este concepto hace referencia a un texto con bloques interconectados, que contienen palabras, imágenes, sonidos, tablas y otros elementos.

Además, pueden tener rutas que apuntan a otros hipertextos, rutas conocidas como los hipervínculos, hyperlinks o links.

La creación de HTML es atribuida a Tim Berners-Lee, uno de los inventores del World Wide Web.

La idea era crear un ambiente en que los científicos tuvieran la posibilidad de divulgar sus investigaciones para que sus colegas los consultaran con

relativa facilidad. Berners-Lee acabó creando el HTML como un lenguaje estándar para elaborar esos documentos.

Desde su implementación, en los inicios de la década de los 90, el HTML pasó por diversas mejoras que lo convierten hoy en la base para blogs, ecommerces, redes sociales y todo tipo de páginas accesibles desde un navegador web. (Mousinho, 2019)

- Flask: Es un “micro” Framework escrito en Python y desarrollado para simplificar y hacer más fácil la creación de Aplicaciones Web bajo el patrón MVC.

La palabra “*micro*” no quiere decir que se trate de un proyecto pequeño o que nos sirva para hacer páginas web pequeñas, al instalar Flask disponemos de las herramientas necesarias para crear una aplicación web funcional. Es probable que en algún momento se necesite una nueva funcionalidad que no se tiene de primeras con la instalación, para eso encontrarás un gran conjunto de extensiones (plugins) que se pueden instalar fácilmente con Flask y que te permitirán añadirle todas las funcionalidades que necesites.

Principales ventajas de usar Flask

- Micro Framework: Perfecto si se quiere desarrollar una App básica o que se quiera crear de manera rápida y ágil. Para según qué aplicaciones no se requieren muchas extensiones y con Flask es suficiente.
- Incluye un servidor web de desarrollo: Por lo tanto, no requiere una infraestructura con un servidor web para testar las apps web, simplemente se puede correr un servidor web de forma sencilla con el que se pueden ir observando los resultados que se van obteniendo.
- Tiene un depurador y soporte integrado para pruebas unitarias: Si hay algún error en el código que se está creando, se puede depurar ese error y también se pueden ver los valores de las variables. A su vez, existe la posibilidad de integrar pruebas unitarias.

- Compatibilidad con WSGI: Para servir las páginas web creadas en Python se pueden usar los servidores web con este protocolo, el WSGI.
  - Es compatible con Python3.
  - Buen manejo de rutas: Cuando se trabaja con Apps Web hechas en Flask Python se tiene el controlador que recibe todas las peticiones que hacen los clientes y se tiene que determinar a qué ruta está accediendo el cliente para ejecutar el código pertinente.
  - Soporta de manera nativa el uso de cookies.
  - Sin ORMs: No tiene ORMs, pero fácilmente se puede usar una extensión.
  - Se pueden usar sesiones.
  - Muy óptima para construir servicios web o aplicaciones de contenido estático. (Epitech, 2021)
- MySQL: En programación es prácticamente inevitable trabajar con algún tipo de sistema de gestión de bases de datos. Cualquier programa que imaginemos tarde o temprano necesitará almacenar datos en algún lugar, como mínimo para poder almacenar la lista de usuarios autorizados, sus permisos y propiedades.

MySQL es el sistema de gestión de bases de datos relacional más extendido en la actualidad al estar basada en código abierto. Desarrollado originalmente por MySQL AB, fue adquirida por Sun Microsystems en 2008 y está su vez comprada por Oracle Corporation en 2010, la cual ya era dueña de un motor propio InnoDB para MySQL.

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos que cuenta con una doble licencia. Por una parte es de código abierto, pero por otra, cuenta con una versión comercial gestionada por la compañía Oracle.

Las versiones Enterprise, diseñadas para aquellas empresas que quieran incorporarlo en productos privativos, incluyen productos o servicios adicionales tales como herramientas de monitorización y asistencia técnica oficial.

- Biblioteca pgmpy: Es una librería implementada puramente en python para el manejo de Redes Bayesianas. Se centra en la modularidad y posee diversos algoritmos implementados para aprendizaje estructura, estimación de parámetros, inferencia aproximada y exacta. Posee una comunidad impresionante y una documentación excelente. Tiene más de 78 mil descargas cada mes, un codecov (métrica para medir sanidad y calidad del código) del 95 %, una nota de B en calidad de código por codacy, y más de 2.100 estrellas en github. (Oliveira, 2022)
- CSS: Abreviado en sus siglas en inglés, Cascading Style Sheets, que significa hojas de estilo en cascada, el CSS es una función que se agrega a HTML que proporciona tanto a los desarrolladores de sitios Web, así como a los usuarios, más control sobre cómo se muestran las páginas. Con CSS, los diseñadores y los usuarios pueden crear hojas de estilo que definen cómo aparecen los diferentes elementos, como los encabezados y los enlaces. Estas hojas de estilo se pueden aplicar a cualquier página Web, y nos permite optimizarla para mejorar su posicionamiento. (arimetrics, 2023)
- HTML: Es el código utilizado en la creación de las páginas web y su contenido. Su nombre son las siglas en inglés de HyperText Markup Language, traducándose al español como Lenguaje de Marcado de Hipertexto. A diferencia de lo que muchos creen, el HTML no pertenece al lenguaje de programación, sino al de marcado que se encarga de otorgarle la estructura correspondiente al contenido del código fuente de la página en cuestión. Sus etiquetas son una parte esencial de este lenguaje de marcado, y son utilizadas para definir los elementos HTML en un documento web. (arimetrics, 2023)

## CAPITULO III

### III. MARCO APLICATIVO

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se encuentra el proceso de la investigación, para el desarrollo del sistema experto es necesario seguir una metodología de construcción, en la presente investigación se utiliza la metodología Buchanan y el lenguaje de programación Python para la elaboración del sistema experto ya que con sus etapas y los principales elementos de un sistema experto se obtiene el objetivo principal que es el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años.

La metodología Buchanan se adecua a la base de conocimiento y el motor de inferencia, la parte más importante lo tiene el experto humano y el ingeniero de conocimiento, ya que se encargan de analizar, formalizar y estructurar el conocimiento adquirido.

Para la elaboración del sistema experto se realizaron entrevistas a psicólogo, pediatras y educadoras de centros infantiles, dichas entrevistas nos ayudan a tener una mayor información sobre los trastornos en los niños como también poder obtener datos e información para la base de hechos que requiere el motor de inferencia del sistema experto.

#### 3.2. ESQUEMA DEL SISTEMA EXPERTO

La estructura del sistema experto se compone de la siguiente manera:



FIGURA 14. Figura 3.1.- estructura del sistema experto  
Fuente: (Elaboración propia)

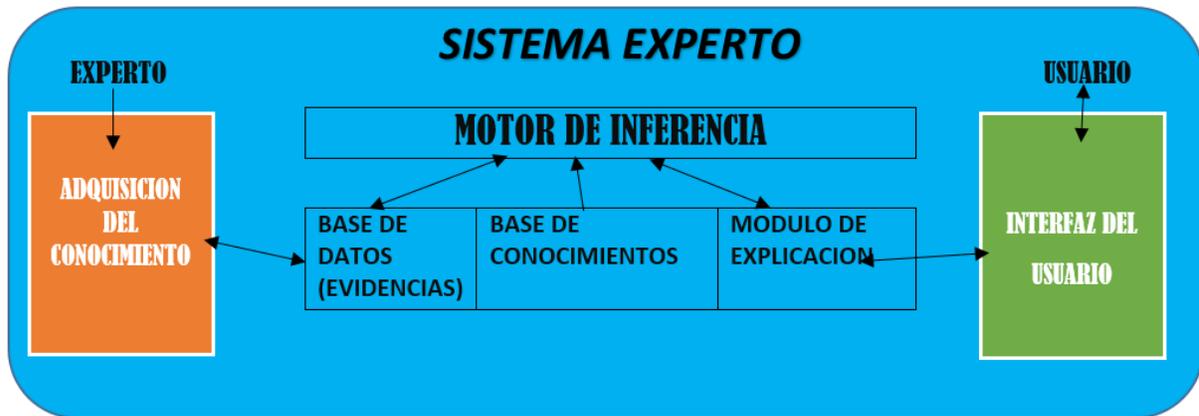


FIGURA 15. Estructura del sistema experto  
Fuente: (Elaboración propia)

### 3.2.1. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

Es la recolección y acumulación transferencia y transformación del conocimiento de un experto o especialista humano en dicho tema, este conocimiento es adquirido mediante entrevistas, cuestionarios y encuestas, recopilando información necesaria y adecuada para poder tener un diagnóstico acertado y confiable.

### 3.2.1. MOTOR DE INFERENCIA

Es el cerebro del sistema experto, también conocido como el interpretador de reglas, este componente es un programa de computadora que se encarga del manejo y controlar lógicamente el conocimiento almacenado, que fue adquirido de un experto humano y fue transformado por un ingeniero el conocimiento.

### 3.2.2. BASE DE DATOS (EVIDENCIAS)

La base de evidencia es donde se almacenan los datos o la información observable que se utiliza para realizar inferencias o toma de decisiones

### 3.2.3. BASE DE CONOCIMIENTOS

La base de conocimiento es donde se almacenan las reglas, relaciones y conocimientos expertos que definen el comportamiento del sistema

#### 3.2.4. MÓDULO DE EXPLICACIÓN

Se encarga de explicar el sistema experto al encontrar una solución, permite al usuario hacer preguntas al sistema para poder entender las líneas de razonamiento que este siguió y llegar a una conclusión particular.

#### 3.2.5. INTERFAZ DEL USUARIO

Los resultados finales y la forma en que se obtienen se expresan a través de la interfaz hombre-sistema.

Este módulo permite al usuario interactuar con el sistema experto de manera sencilla dando solución a un problema.

### 3.3. DESARROLLO DEL SISTEMA

El sistema experto se desarrolla en base a la metodología Buchanan, la cual tiene los siguientes pasos a seguir

#### 3.3.1. IDENTIFICACIÓN

Se realizó investigaciones sobre los distintos temas que trata sobre los sistemas expertos, inteligencia artificial, modelos probabilísticos para la primera fase del desarrollo del sistema experto, identificando y obteniendo datos, información y definiciones adecuadas para el desarrollo del sistema experto.

De igual manera se realizó las investigaciones pertinentes en el área de la psicología, pediatría y los trastornos psicomotrices en los niños, se averiguo sobre los diagnósticos que realizan por parte de los psicólogos, pediatras y educadoras de centros infantiles.

También se realizaron investigaciones de niños que sufrían de trastornos psicomotrices mediante los informes que realizaron las educadoras de centros infantiles, los cual nos ayudó a tener un mejor punto de vista para el diagnóstico y el desarrollo del sistema experto.

En la figura 3.3. Se muestra el problema a resolver desarrollando el sistema experto para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años



FIGURA 16. Problema de diagnóstico  
Fuente: Elaboración propia.

### Identificación de actores y sus roles en el desarrollo del sistema experto

- Experto Humano: psicólogo y educadoras que brindan el conocimiento basado en su experiencia
- Ingeniero del conocimiento: Es aquel especialista que se encarga de representar el conocimiento del experto humano, desarrollando el sistema experto basado en redes bayesianas para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años
- Usuario: Padres de familia que requieren un diagnóstico para sus hijos que presenten dichos trastornos

#### 3.3.1.1. REQUERIMIENTOS

- Requerimientos funcionales/evidentes

REQ.	DESCRIPCIÓN	FUNCIONAL / EVIDENTE
1	login	Evidente
2	publicaciones	Evidente
3	libros	Evidente
4	inicio	Evidente
5	formulario TDAH-Impulsividad	Evidente
6	Formulario del movimiento intencional y de coordinación motora	Evidente
7	Formulario Distinia-Sincinesias	Evidente

8	Formulario Paratonia-Hipertonia	Evidente
---	---------------------------------	----------

TABLA 2. Tabla de requerimientos evidentes  
Fuente: Elaboración propia.

- Requerimientos no funcionales/ ocultos

REQ.	DESCRIPCIÓN	NO FUNCIONAL/ OCULTO
1	Realizar diagnostico	Oculto
2	descargar	oculto
3	Eliminar	oculto

TABLA 3. Tabla de requerimientos ocultos  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2. CONCEPTUALIZACIÓN

En esta etapa de la elaboración del sistema experto para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años basado en redes bayesianas, se procederá a la adquisición de la base de hechos del sistema experto lo cual se necesita información del modelo probabilístico que utilizaremos.

Se realizó entrevistas al experto psicólogo, pediátrico y educadoras de centros infantiles para complementar la información ya obtenida con base a los parámetros de diagnóstico de enfermedades psicológicas y físicas.

Se extrajeron los siguientes conceptos de la entrevista con el experto psicólogo, pediátrico y educadoras.

- Cuando se habla de los trastornos psicomotrices en niños se habla de un desarrollo inadecuado, eso significa que no hubo un buen aprendizaje en la manipulación de sus extremidades
- El buen aprendizaje de los niños es alcanzar y superar determinados hitos de acuerdo a su edad como ser, gatear, caminar y la coordinación de movimientos, el problema ocurre cuando no se puede llegar a esos hitos en el tiempo adecuado.

- Cuando los niños sufren de dichos trastornos, debe ser tratado principalmente con psiquiatras y tener un tratamiento con terapeutas especializados
- En la mayoría de los casos no se puede evitar los problemas de la psicomotricidad en los niños, pero si se detecta a tiempo el problema tendrá mejores resultado, por ello es importante el diagnóstico precoz y su intervención inmediata, mientras más temprano se inicie el tratamiento se tendrá una mayor efectividad.
- Los niños que sufren de algún trastorno de psicomotricidad tienden a ser rechazados por la sociedad y ser objeto de burla por compañeros de clase.
- Si no se da a tiempo un diagnóstico y un tratamiento, el niño podría sufrir accidentes leves, fuertes como también podrían suceder tragedias.

Durante esta etapa se conflujo que: se debe conocer los síntomas de los trastornos psicomotrices en los niños de 3 a 5 años, las cuales se encuentran en la tabla siguiente

- Síntomas/evidencias de trastorno de déficit de atención con hiperactividad (TDAH) – impulsividad

SINTOMAS/EVIDENCIA	ABREV.	EXPLICACION
<b>TDAH</b>		
Falta de atención	FA	La falta de atención es el principal evidencia de los trastornos psicomotrices en niños
Constante movimiento	CM	Le es difícil estar en reposo incluso cuando este sentado tiende a jugar con los dedos de la mano, mover las piernas o jugar con objetos que estén a su alrededor
Habla demasiado	HD	Uno de los síntomas más frecuentes del TDAH en niños es el hablar demasiado ya sea de cualquier tema con personas conocidas o desconocidas, esto puede ser en un tono de voz normal, gritando y murmurando
Fácil distracción	FD	El niño con TDAH suele distraerse muy fácilmente con pensamientos, estímulos no relacionados, objetos

		que encuentra a su alrededor he incluso de distraer cuando una persona le habla directamente
Olvida sus actividades	OA	Los niños que sufren del TDAH suelen olvidar sus actividades ya sea actividades escolares, hogareñas y cotidianas como lavarse la cara al despertar, cepillarse los dientes, etc.
Desorganizado	D	Este síntoma es muy frecuente en todo niño, pero los niños con TDAH tienden a ser más desorganizados un ejemplo muy es el no poder ordenar sus juguetes, hacer un completo desorden al momento de hacer una actividad.
No juega tranquilo	NJT	Otra evidencia de que el niño tiene TDAH es que juega de manera brusca ya sea con sus juguetes o sus compañeros
<b>Impulsividad</b>		
Respuestas apresuradas	RA	El niño que es impulsivo tiende a dar respuestas antes de recibir la orden como por ejemplo corre antes que le digan que lo haga o sale de clases antes que toque timbre, etc.
Interrumpe conversaciones	IC	Lo común en un niño que sufre de impulsividad es el entrometerse o interrumpir una conversación ya sea jugando o cambiando de tema que le agrada a el niño.
Dificultad de espera	DE	Otro aspecto que presenta un niño impulsivo es la dificultad de esperar su turno, como cuando hace fila como también la espera para la entrega de algún objeto, regalo, etc.
Inquietud	I	La impulsividad en niños trae consigo la inquietud, esto hace que el niño no pueda estar en reposo y casi siempre busque alguna manera para distraerse. Cuando le ordenen que este sentado y quiero

		el niño juega con los dedos de los brazos
Actúa sin pensar	ASP	El niño impulsivo suele tener dificultades con el autocontrol, actúa sin pensarlo 2 veces, no le importa las consecuencias que ocurran después.

TABLA 4. Evidencias TDAH-Impulsividad  
Fuente: Elaboración propia.

- Síntomas/evidencias de trastorno del movimiento intencional y de la coordinación motora en niños de 3 a 5 años: dispraxia-disgrafía

SINTOMAS/EVIDENCIA	ABREV.	EXPLICACION
Dispraxia		
Falta de concentración	FC	La falta de concentración conlleva a la mala coordinación entre el pensamiento y el movimiento lo cual causa una mala coordinación para manejar sus extremidades.
Retardo psicomotor	RPM	Se trata de la incapacidad de planificar y secuenciar los movimientos simples y necesarios para realizar otro de mayor complejidad de acuerdo a su edad por ejemplo sentarse, gatear, caminar, etc.
Dificultad motora gruesa	DMG	Son los problemas con las extremidades superiores e inferiores las señales pueden ser: dificultad para mantener el equilibrio, problemas al atrapar o patear una pelota, montar una bicicleta, subir y bajar escaleras, etc.
Dificultad motora fina	DMF	La dispraxia en la niñez afecta considerable mente en las habilidades motoras finas los problemas más úsales son: Tener un mal manejo del lápiz, cuchara, hacer señales con la mano, no poder abrocharse los botones, Etc.
Disgrafía		
Escribe vocales lento e ilegible	EII	La disgrafia es el trastorno del aprendizaje que se manifiesta a

		través de escritura difícil de entender ya sea realizando trazos o copiando vocales que no se identifica fácilmente
No distingue las vocales	NDV	Un síntoma de la disgrafia es la mala distinción de trazos al realizar vocales
Dolor de mano	DM	El dolor y cansancio en los músculos de la mano al realizar trazos es otro signo de que el niño tenga disgrafia. Esto viene acompañado de una mala postura de las manos,
Confusión de vocales y sentido	CVS	Los signos más evidentes de la disgrafia es la confusión de vocales como ser: Y con LL, J con G, A con E, etc.
Dificultad al agarrar el lápiz	DAL	Otra evidencia de la disgrafia en el niño es el mal agarre del lápiz al momento de realizar un trazo
Calidad de trazo	CT	El niño tiende a realizar trazos muy débiles o muy fuertes también afecta el tamaño y el grosor del trazo
Dificultad para mantener en línea recta	DLR	Al momento de que el niño realice trazos o escriba le es difícil mantener en línea directa.
Presión inadecuado del lápiz	PIL	Al realizar un trazo el niño tiende a presionar muy fuerte o muy débil el lápiz a la hoja
Enlace de vocales	EV	Otra evidencia es el mal enlazamiento de las vocales para crear palabras

TABLA 5. Evidencias Dispraxia-Disgrafia  
Fuente: Elaboración propia.

- Síntomas/evidencias del trastorno muscular (Distonias-Sincinesias), (Paratonias-Hipertonias) en niños de 3 a 5 años

SINTOMAS/EVIDENCIA	ABREV.	EXPLICACION
Distonias		
Calambres	C	Los calambres son contracciones musculares leves, esto se da en mayor parte en los brazos y piernas.

Contracciones musculares	CM	Las contracciones musculares afectan a una o varias partes del cuerpo. Lo que causa movimientos no pensados, las contracciones musculares suelen presentar: Torcedura de cuello, dificultad para hablar, masticar, tragar, de la misma manera ocurre en las extremidades superiores o inferiores con movimientos no deseados
Espasmos oculares	EO	Un síntoma de la distonia son los espasmos oculares lo que causa que el niño tenga un parpadeo rápido, cerrar los ojos al exponer a la luz, tener un ojo abierto y el otro a medio abrir, etc.
Postura anormal	PA	El niño con problemas de distonia suelen tener una postura rígida, postura anormal del tronco, cuello, brazos o piernas
Movimientos repetitivos	MR	movimientos repetitivos o estereotipados es otro signo de la distonia lo que causa acciones repetitivas de la boca, lengua o los ojos, dedos de la mano, etc.
Rigidez	R	Otro síntoma es la dificultad de relajar los músculos lo que causa una rigidez o temblor en todo el cuerpo
<b>Sincinesias</b>		
Inestabilidad motriz	IM	Los niños que sufren de sincinesias, a menudo no tienen un control adecuado entre el pensamiento y las acciones motoras ya sean finas o gruesas
Espasmos oculares	EO	Un síntoma de la sincinesias es el espasmo ocular. Lo cual causa el cerrar los ojos al sonreír o abrir la boca al parpadear
Movimientos involuntarios	MI	Estos movimientos involuntarios suelen ser como un espejo de la acción que el niño realiza como por ejemplo. Al mover una parte del cuerpo involuntariamente mueve otra.

Espasmos faciales	EF	Al igual que los espasmos oculares, los espasmos faciales presentan son otro síntoma de la sincinesias estos efectos como: sacar la lengua al escribir, morder los labios al hacer uso de los brazos.
-------------------	----	---

SINTOMAS/EVIDENCIA	ABREV.	EXPLICACION
Paratonias		
Dificultad muscular	DM	Esto se da más en bebés dando signos de tener problemas al manejar las extremidades
Rigidez	R	A los bebés se les nota rígido tanto al estar en reposo como también al momento de cambiarle la ropa o pañales
Torpeza	T	Uno de los síntomas más evidentes es la torpeza de manejar sus extremidades ya sea agarrando el biberón o algún juguete
Inestabilidad motriz	IM	La inestabilidad motriz es otro signo de la paratonia en los bebés es normal y a medida que para el tiempo esto tiende a desaparecer
Dificultad de desconcentración	DD	La desconcentración de tanto de músculos como de la mentalidad es otro factor de la paratonia ya que el bebé recién se está adaptando a su motricidad
Disminución de sensibilidad	DS	Esto es un caso particular ya que en la mayoría de los bebés tienen una sensibilidad al realizarles una estimulación vibratoria (cosquillas en la mano o pies)
Hipertonias		
Tensión constante	TC	Este es otro síntoma habitual en los bebés pero poco frecuente en niños, ya que se nota una tensión en la actitud del bebé ya sea por moverlo o hablarlo
Dificultad muscular	DM	Este signo es normal en bebés y niños ya que le es difícil el controlar los músculos de manera normal y voluntaria.

Piernas rígidas	PR	A los bebes se les nota más con este síntoma ya que la mayoría de ellos tienen las piernas flexionadas o extendidas casi todo el tiempo
Erguidez	E	Este síntoma es poco frecuente en bebes y niños, ya que se les nota con una postura firme.
Resistencia	RE	Este es el signo más común en los bebes pero no en niños, ya que consiste en poner resistencia al momento de cambiar la ropa o los pañales ya sea poniendo rígidas los brazos o piernas

TABLA 6. Evidencias Paratonias-Hipertonias

Fuente: Elaboración propia.

- Información cuantitativa del modelo (parámetros)

Al realizar los estudios, se dio a conocer la cantidad de casos en donde cada síntoma o evidencia se encontró presente o ausente, partiendo de ese punto se extrae las probabilidades condicionales asociadas a los síntomas, dichas probabilidades vienen a ser nuestros parámetros del modelo.

### 3.3.3. FORMULACIÓN

El modelo probabilístico se construyó en base a los síntomas o evidencias, haciendo el uso de la red bayesiana se realizara la presentación de la base de conocimiento.

#### 3.3.3.1. BASE DE CONOCIMIENTO

- Tablas de Probabilidades Condicionales (CPD)

Para cada variable en la red (tanto la variable objetivo como las variables de evidencia), se define una tabla de probabilidad condicional (CPD). Las CPDs especifican cómo las probabilidades de una variable dependen de sus padres en el grafo.

A continuación se mostrara las tablas de probabilidad condicional CPD del sistema.

TABLA DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DE TDAH

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>				
FA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
IN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
HD	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
DF	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
OA	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
AUSENTE	95	85	82	70	78	63	65	50	73	65	62	47	55	45	43	36	70	62	59	47	59	45	43	30	53	42	43	31	40	28	23	17				
PRESENTE	5	15	18	30	22	37	35	50	27	35	38	53	45	55	57	64	30	38	41	53	41	55	57	70	47	58	57	69	60	72	77	83				

Figura 3.4.

Fuente: Elaboración propia.

	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>	<b>55</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
75	63	61	50	58	45	44	31	56	44	42	33	40	27	24	17	57	45	44	30	41	30	25	15	47	25	23	18	23	14	11	5						
25	37	39	50	42	55	56	69	44	56	58	67	60	73	76	83	43	55	56	70	59	70	75	85	63	75	77	82	77	86	89	95						

Figura 3.5.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DE IMPULSIVIDAD

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
RA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
IC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
NET	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	
IN	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
ASP	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
AUSENTE	95	75	80	60	80	65	66	46	80	60	65	45	63	44	49	33	81	60	65	47	68	47	54	32	64	43	54	30	48	29	28	20		
PRESENTE	5	25	20	40	20	35	34	54	20	40	35	55	37	56	51	67	19	40	35	53	32	53	46	68	36	57	46	70	52	71	72	80		

Figura 3.6.

Fuente: Elaboración propia.

33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
77	60	62	45	61	45	47	30	60	38	44	24	43	24	30	19	61	42	45	26	42	25	30	17	43	23	28	20	28	16	20	5	
23	40	38	55	39	55	53	70	40	62	56	76	57	76	70	81	39	58	55	74	58	75	70	83	57	77	72	80	72	84	80	95	

Figura 3.7.

Fuente: Elaboración propia.



TABLA DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DE TRASTORNO DEL TONO MUSCULAR "DISTONIAS-SINCINESIAS"

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32				
CL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
CM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
EO	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PA	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
MR	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
RT	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
AUSENTE	95	80	80	55	85	75	45	85	75	40	70	50	50	35	75	60	60	40	65	45	45	25	65	45	25	65	45	25	65	45	25	65	45	25	65	45
PRESENTE	5	20	20	45	15	35	35	15	35	60	30	50	50	65	25	40	40	60	35	55	55	75	35	55	75	35	55	75	35	55	75	35	55	75	35	55

Figura 3.10.

Fuente: Elaboración propia.

	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	60	75	45	70	50	35	65	45	50	30	55	35	40	20	65	45	45	30	50	30	35	20	50	30	35	15	40	20	25	5						
20	40	35	55	30	50	65	35	55	50	70	45	65	60	80	35	55	55	70	50	70	65	80	50	70	65	80	60	80	75	95						

Figura 3.11.

Fuente: Elaboración propia

“ TABLA DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DE “SINCINESIAS”

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
IM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
EO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
MI	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	
CM	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	
EF	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
AUSENTE	95	80	85	73	45	25	25	20	65	50	55	45	30	15	15	10	85	65	75	60	35	20	20	10	65	50	55	45	20	15	10	5		
PRESENTE	5	20	15	27	55	75	75	80	35	50	45	55	70	85	85	90	15	35	25	40	65	80	80	90	35	50	45	55	80	85	90	95		

Figura 3.12.

Fuente: Elaboración propia

“ TABLA DE PROBABILIDAD CONDICIONAL DE “PARATONIA”

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
DM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
T	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	
IM	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	
DD	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	
DS	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
AUSENTE	95	85	80	70	85	75	65	55	75	70	55	70	60	55	49	75	65	60	45	65	50	48	35	60	50	47	30	48	35	33	30			
PRESENTE	5	15	20	30	15	25	35	45	25	30	30	45	30	40	45	51	25	35	40	55	35	50	52	65	40	50	53	70	52	65	67	70		

Figura 3.13.

Fuente: Elaboración propia



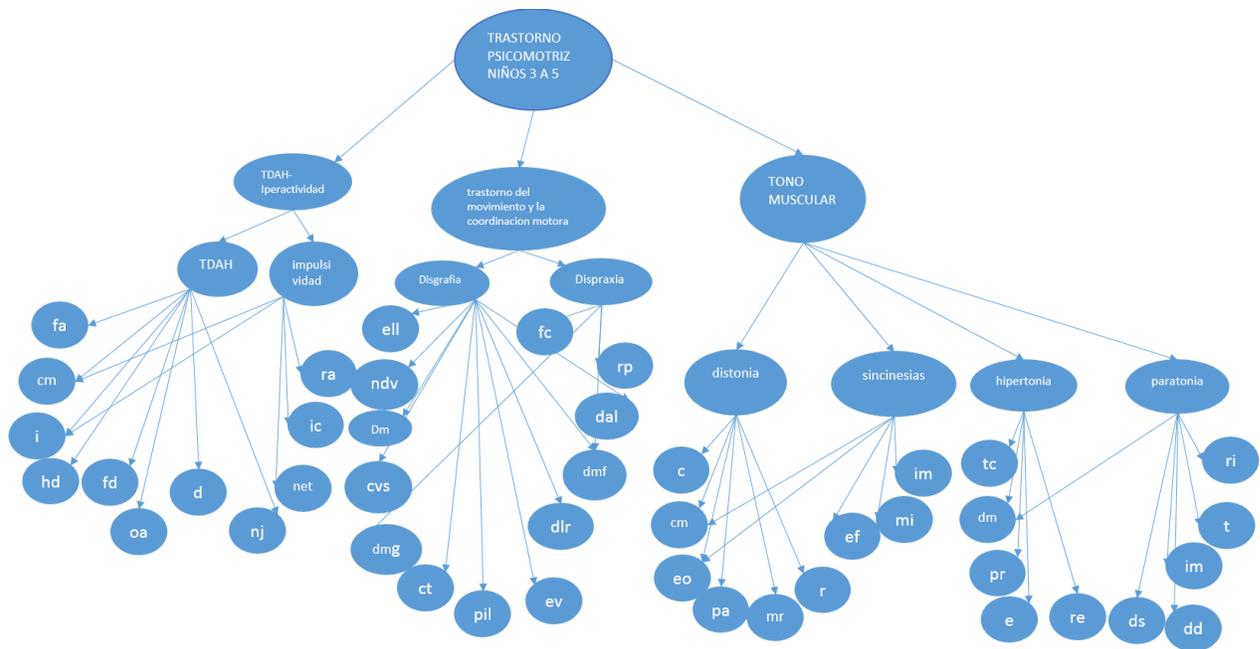


FIGURA 17. Grafo bayesiano  
Fuente: Elaboración propia

- Inferencia probabilística

El modelo se utiliza para realizar inferencias probabilísticas. Dado un conjunto de observaciones (valores para las variables de evidencia), el modelo calcula la probabilidad de diferentes estados para la variable objetivo. Esto es útil para diagnosticar condiciones o hacer predicciones basadas en la información disponible.

El modelo bayesiano utiliza el Teorema de Bayes para calcular probabilidades condicionales. El Teorema de Bayes es una fórmula fundamental en estadísticas y probabilidad que se utiliza para actualizar creencias o probabilidades a medida que se obtienen nuevas evidencias. La fórmula general del Teorema de Bayes es la siguiente:

$$P(A|B)=P(B)P(B|A) \cdot P(A)$$

Donde:

$P(A|B)$  es la probabilidad condicional de A dado B.

$P(B|A)$  es la probabilidad condicional de B dado A.

$P(A)$  es la probabilidad a priori de A.

$P(B)$  es la probabilidad a priori de B.

En el contexto del modelo bayesiano, se utiliza las CPDs (Tablas de Probabilidad Condicionales) para representar  $P(B|A)$ , es decir, la probabilidad condicional de las variables en función de sus padres en el grafo. Estas tablas se construyen a partir de datos o conocimiento experto.

### 3.3.3.2. CONTRUCCION DEL SISTEMA EXPERTO

En esta parte se verá la creación del sistema experto utilizando las redes bayesianas

#### 1.-Definicion del modelo

- Se utiliza la librería PGMPY para la creación del modelo bayesiano (modelo)
- El modelo se construye especificando las relaciones entre las variables

```
modelo = BayesianModel([
    ('escritura_ilegible', 'Disgrafia'),
    ('escritura_lenta', 'Disgrafia'),
    ('mezcla_mayusculas_minusculas', 'Disgrafia'),
    ('dolor_de_mano', 'Disgrafia'),
    ('confucion_de_vocales', 'Disgrafia'),
])
```

FIGURA 18. Creación del modelo bayesiano  
Fuente: Elaboración propia

#### 2.- Definición de CPDs (tablas de probabilidad condicional)

- Continuando con el ejemplo de la figura 3.17 Se establecen los CPD para cada variable en el modelo, se define la probabilidad condicional

dado un estado de 2 valores (0.9 y 0.1), los valores tienen que sumar 1

```
cpd_escritura_ilegible = TabularCPD(variable='escritura_ilegible', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_escritura_lenta = TabularCPD(variable='escritura_lenta', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_mezcla_mayusculas_minusculas = TabularCPD(variable='mezcla_mayusculas_minusculas', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_dolor_de_mano = TabularCPD(variable='dolor_de_mano', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_confucion_de_vocales = TabularCPD(variable='confucion_de_vocales', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
```

FIGURA 19. Definición de las CPDs  
Fuente: Elaboración propia

Una vez definido las CPDs, se agrega las tablas de probabilidad condicional, esta tabla en cada columna tiene que sumar 1 y tiene que ser el número exacto de las combinaciones como por ejemplo si hay 2 variables y 5 evidencias las combinaciones serian 32 combinaciones posibles siguiendo la formula  $N^n$  donde N es el número variables y n el número de evidencias.

```
cpd_escritura_ilegible = TabularCPD(variable='escritura_ilegible', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_escritura_lenta = TabularCPD(variable='escritura_lenta', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_mezcla_mayusculas_minusculas = TabularCPD(variable='mezcla_mayusculas_minusculas', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_dolor_de_mano = TabularCPD(variable='dolor_de_mano', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_confucion_de_vocales = TabularCPD(variable='confucion_de_vocales', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_retardo_psicomotor = TabularCPD(variable='retardo_psicomotor', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_dificultad_motora_gruesa = TabularCPD(variable='dificultad_motora_gruesa', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_dificultad_motora_fina = TabularCPD(variable='dificultad_motora_fina', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_disgrafia = TabularCPD(variable='disgrafia', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
cpd_dispraxia = TabularCPD(variable='dispraxia', variable_card=2, values=[[0.9], [0.1]])
```

### 3.- Agregando las CPDs al modelo

- Las CPD se incorporan al modelo utilizando el metodo “add\_cpds”
- Esto establece las relaciones probabilísticas entre las variables en el modelo, indicando como influyen unas en otras

```
modelo.add_cpds(cpd_escritura_ilegible, cpd_escritura_lenta, cpd_mezcla_mayusculas_minusculas, cpd_dolor_de_mano, cpd_confucion_de_vocales, cpd_retardo_psicomotor, cpd_dificultad_motora_gruesa, cpd_dificultad_motora_fina, cpd_disgrafia, cpd_dispraxia)
```

FIGURA 20. Incorporación de las CPDs al modelo bayesiano  
Fuente: Elaboración propia

### 4.- Inferencia

- Se define la función calcular diagnóstico para realizar inferencias en la red.
- Esta función toma una lista de sintamos como entrada y utiliza el metodo “VariableEliminacion” para realizar consultas en la red

```

def calcular_diagnosticomi(sintomas ):

    inferencia = VariableElimination(modelo)
    evidence_dict = {sintoma: 1 for sintoma in sintomas}
    consulta_disgrafia = inferencia.query(variables=['Disgrafia'], evidence=evidence_dict)
    consulta_dispraxia = inferencia.query(variables=['Dispraxia'], evidence=evidence_dict)

    probabilidad_disgrafia = consulta_disgrafia.values[1] * 100 # Probabilidad de Distonía
    probabilidad_dispraxia = consulta_dispraxia.values[1] * 100 # Probabilidad de Síncinesias

```

FIGURA 21. Inferencia bayesiana  
Fuente: Elaboración propia

- Utilizando el método query de VariableEliminacion, se calculan las probabilidades dado los síntomas proporcionados
- 5.- Presentación de resultados
- El resultado de las probabilidades se presentan en forma de una lista de diagnósticos, cada una con una probabilidad condicional.
  - Estos diagnósticos se basan en la inferencia realizada sobre los síntomas (evidencias) proporcionada por la función calcular diagnostico

En resumen el sistema define modelos probabilísticos basado en una red bayesiana para realizar inferencias sobre diagnósticos psicomotrices basado en la presencia de síntomas observados.

3.3.4. IMPLEMENTACIÓN

En este punto se verá las especificaciones de los caso de uso del sistema experto.

- Diagnostico

CASO DE USO	DIAGNOSTICO
Objetivo	Permite que el usuario conocer del tema y que realice el diagnóstico, mediante una selección de los síntomas que presenta el niño.
Condiciones	➤ El usuario debe conocer los aspectos del niños para realizar el diagnostico

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El usuario debe tener un poco de conocimiento sobre las palabras claves</li> <li>➤ Deben existir los síntomas registrados</li> </ul>
Actores	Usuario
Flujo principal	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El usuario ingresa al sistema</li> <li>➤ El sistema muestra 4 opciones a elegir <ul style="list-style-type: none"> <li>-TDAH-impulsividad</li> <li>-Disgrafias-Dispraxias</li> <li>-Distonias-Sincinesias</li> <li>-Paratonias-Hipertonias</li> </ul> </li> <li>➤ El usuario elige los síntomas que presenta el niño</li> <li>➤ El sistema muestra el resultado del diagnóstico, mediante un mensaje mostrando la probabilidad.</li> </ul>

- Herramientas de desarrollo

Para el desarrollo del sistema se utilizó el lenguaje de programación Python, ya que es una buena herramienta que nos permite aplicar las redes bayesianas como también realizar el motor de inferencia utilizando las tablas de probabilidad condicional.

También se utilizó el framework Flask para la creación de la página web. Flask nos permite crear aplicaciones de manera fácil y sencilla.

Para la creación de las tablas de probabilidad condicional y el motor de inferencia se utilizó la biblioteca pgmpy de python, ya que esta biblioteca trabaja con grafos probabilísticos que incluye el modelo de las CPDs del modelo bayesiano.

Todo el sistema se realizó con el editor de código Visual Studio Code ya que es una herramienta que ejecuta tareas de manera rápida y sencilla.

Para la vista del sistema se utilizó las herramientas de CSS y HTML, para una buena estética del sistema y que sea de agrado para el usuario.

### 3.3.4.1. MÓDULOS E INTERFAZ DE USUARIO

- Módulo 1(inicio)

En este módulo se da a conocer una prevé explicación sobre los trastornos psicomotrices en niños, como también en este módulo se encuentra los temas para el diagnóstico.



FIGURA 22. Módulo de inicio

Fuente: Elaboración propia

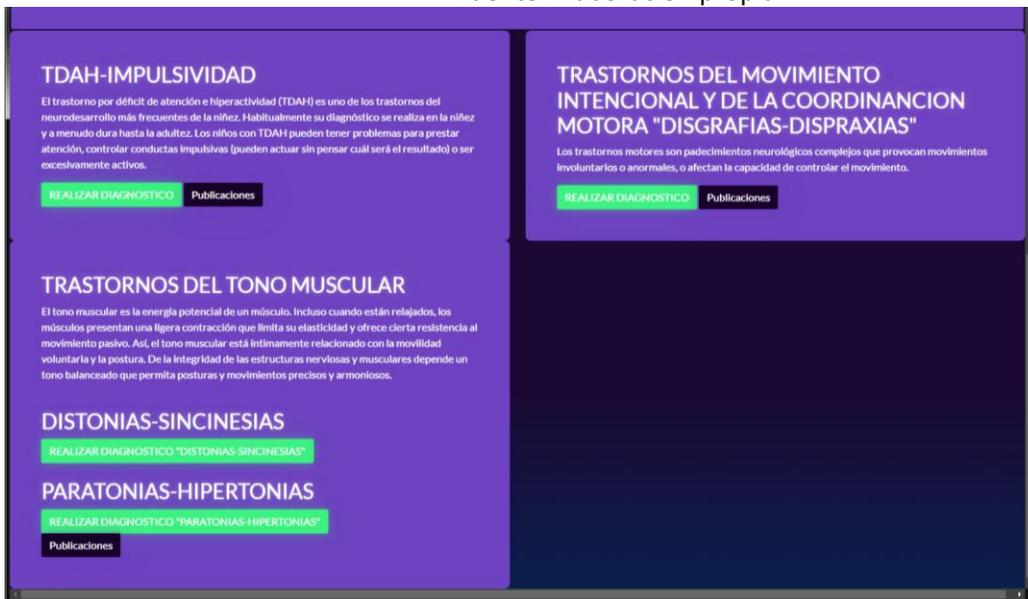


FIGURA 23. Módulo de diagnostico

Fuente: Elaboración propia

- Módulo 2. módulo de formularios y resultado TDAH-impulsividad

Sí  No

9.-¿El niño es desorganizado en la escuela como también en el hogar?

Sí  No

10.- ¿El niño no juega de manera tranquila ya sea solo o con amigos?

Sí  No

11.-¿El niño se entromete en otras conversaciones ya sea jugando o cambiando de tema de su agrado?

Sí  No

12.-¿El niño juega demasiado ya sea en clase o en la casa ?

Sí  No

13.-¿Al niño le es difícil o le causa ansiedad para esperar su turno?  
ejm. como cuando hace fila, como también la espera para la entrega de algún objeto, regalo, etc.

Sí  No

14.-¿El niño da golpecitos con la mano o los pies o se da retorse cuando esta sentado?

Sí  No

realizar diagnostico

FIGURA 24. Módulo de test TDAH-Impulsividad

Fuente: Elaboración propia

**Resultado del Diagnóstico**

Probabilidad de tener TDAH: 77%

Probabilidad de tener Impulsividad: 25%

Realizar otro diagnóstico

FIGURA 25. Módulo de resultado TDAH-Impulsividad

Fuente: Elaboración propia

- Módulo 3. Módulo de formulario y resultado de Disgrafía-Dispracia.

**11.- ¿El niño tiene problemas para planificar y secuenciar los movimientos?**

*no puede hacer movimientos simples y necesario para realizar otros de mayor complejidad de acuerdo a su edad como: sentarse, gatear, caminar, correr, etc*

**12.- ¿El niño tiene problemas con las extremidades superiores e inferiores?**

*Las señales son: dificultad para mantener el equilibrio, problemas al atrapar o patear una pelota, subir o bajar escaleras no tener un buen equilibrio al caminar, etc*

**13.- ¿El niño tiene dificultad realizar actividades usando la motricidad fina?**

*las señales son: tener un mal manejo del lapiz, cuchara, problemas al hacer señales con las manos, dificultad al armar un rompecabezas o tener dificultad al abrocharse los botones*

realizar diagnostico

FIGURA 26. Módulo test Dispraxia-Disgrafía  
Fuente: Elaboración propia

**Resultados del diagnóstico muscular**

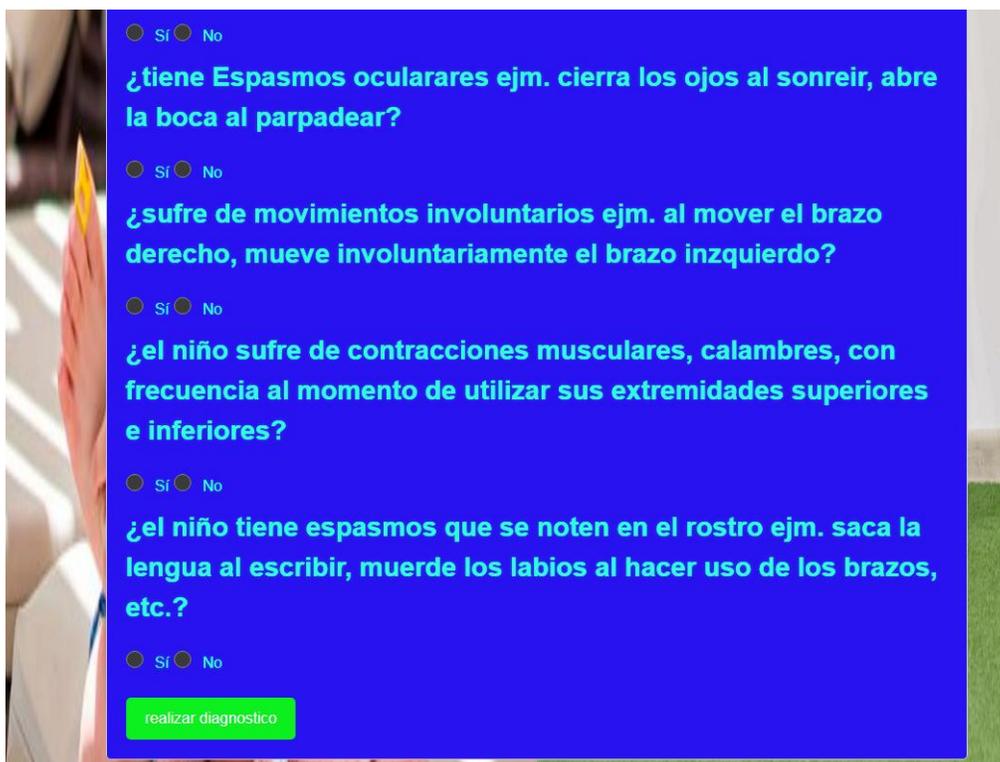
Diagnóstico: Disgrafía - Probabilidad: 41.13%

Diagnóstico: Dispraxia - Probabilidad: 17.88%

Realizar otro diagnóstico

FIGURA 27. Módulo de resultado Disgrafía-Dispraxia  
Fuente: Elaboración propia

- Módulo 4. Módulo de formulario y resultado Distonias- Sincinesias



The image shows a mobile application interface for a diagnostic questionnaire. The background is a blurred image of a child's hand holding a pencil. The text is displayed on a dark blue background with white and yellow text. There are five questions, each with a 'Sí' (Yes) and 'No' radio button. At the bottom, there is a yellow button labeled 'realizar diagnostico'.

Sí  No  
¿tiene Espasmos oculares ejm. cierra los ojos al sonreir, abre la boca al parpadear?

Sí  No  
¿sufre de movimientos involuntarios ejm. al mover el brazo derecho, mueve involuntariamente el brazo izquierdo?

Sí  No  
¿el niño sufre de contracciones musculares, calambres, con frecuencia al momento de utilizar sus extremidades superiores e inferiores?

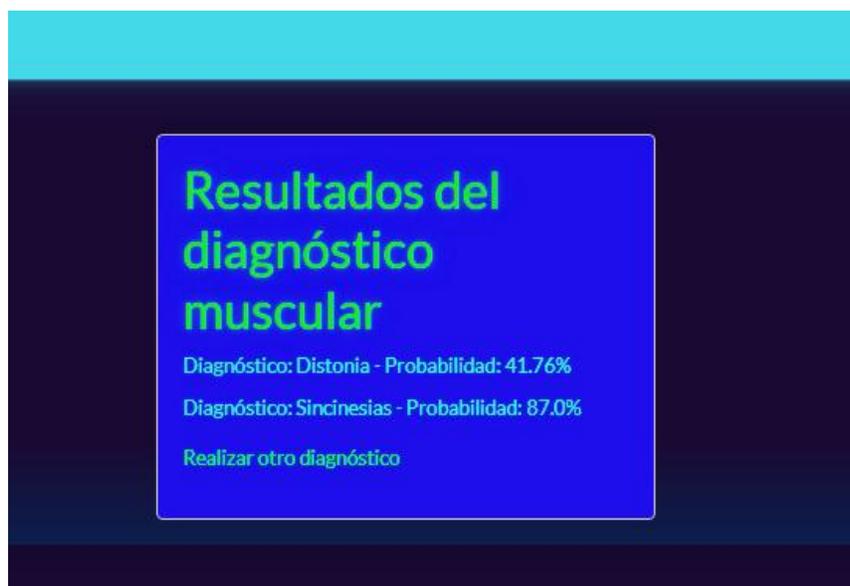
Sí  No  
¿el niño tiene espasmos que se noten en el rostro ejm. saca la lengua al escribir, muerde los labios al hacer uso de los brazos, etc.?

Sí  No

realizar diagnostico

Módulo de test Distonias-Sincinesias

Fuente: Elaboración propia



The image shows a mobile application interface for displaying diagnostic results. The background is a blurred image of a child's hand holding a pencil. The text is displayed on a dark blue background with white and yellow text. The title is 'Resultados del diagnóstico muscular'. Below the title, there are two lines of text: 'Diagnóstico: Distonia - Probabilidad: 41.76%' and 'Diagnóstico: Sincinesias - Probabilidad: 87.0%'. At the bottom, there is a yellow button labeled 'Realizar otro diagnóstico'.

Resultados del diagnóstico muscular

Diagnóstico: Distonia - Probabilidad: 41.76%

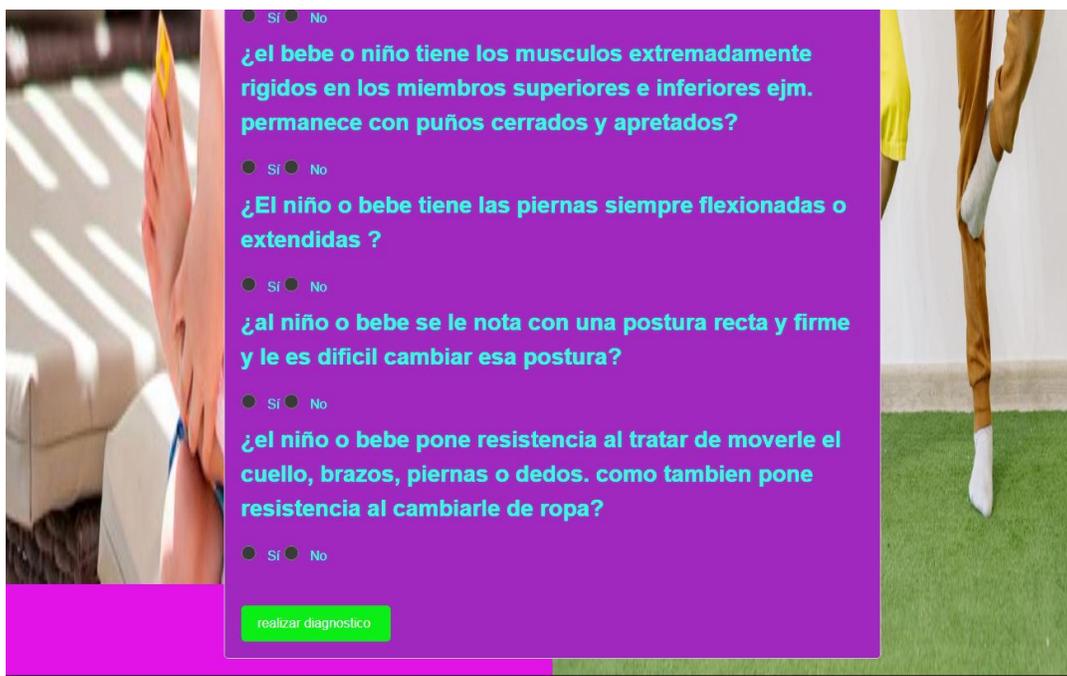
Diagnóstico: Sincinesias - Probabilidad: 87.0%

Realizar otro diagnóstico

Módulo de resultado

Fuente: Elaboración propia

- Módulo 5. Módulo de formulario y resultados de Paratonia-Hipertonia



● Sí ● No

¿el bebe o niño tiene los musculos extremadamente rigidos en los miembros superiores e inferiores ejm. permanece con puños cerrados y apretados?

● Sí ● No

¿El niño o bebe tiene las piernas siempre flexionadas o extendidas ?

● Sí ● No

¿al niño o bebe se le nota con una postura recta y firme y le es dificil cambiar esa postura?

● Sí ● No

¿el niño o bebe pone resistencia al tratar de moverle el cuello, brazos, piernas o dedos. como tambien pone resistencia al cambiarle de ropa?

● Sí ● No

realizar diagnostico

FIGURA 28. Módulo de Test Paratonia-Hipertonia  
Fuente: Elaboración propia



**Resultados del diagnóstico**

Diagnóstico: Paratonia - Probabilidad: 77.81%

Diagnóstico: Hipertonia - Probabilidad: 32.57%

Realizar otro diagnóstico

FIGURA 29. Módulo de resultado Paratonia-Hipertonia  
Fuente: Elaboración propia

- Módulo 6. Módulo publicaciones



FIGURA 30. Módulo de publicaciones  
Fuente: Elaboración propia

- Módulo 7. Módulo de libros



FIGURA 31. Módulo de libros  
Fuente: Elaboración propia

Módulo 8. Módulo de Login

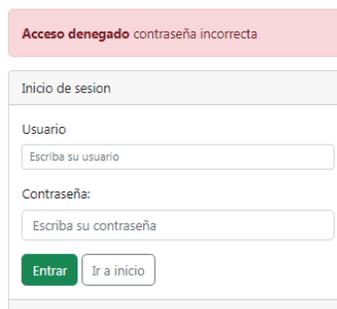


FIGURA 32. Módulo Login  
Fuente: Elaboración propia

## Módulo 9. Módulo administrador de libros

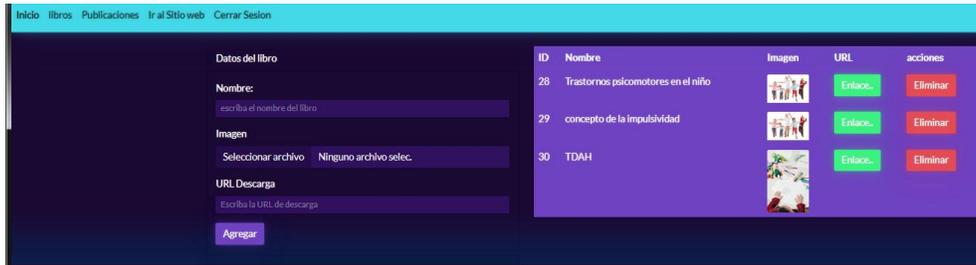


FIGURA 33. Módulo de administrador-libros  
Fuente: Elaboración propia

## Módulo 10. Módulo de administrador de publicaciones

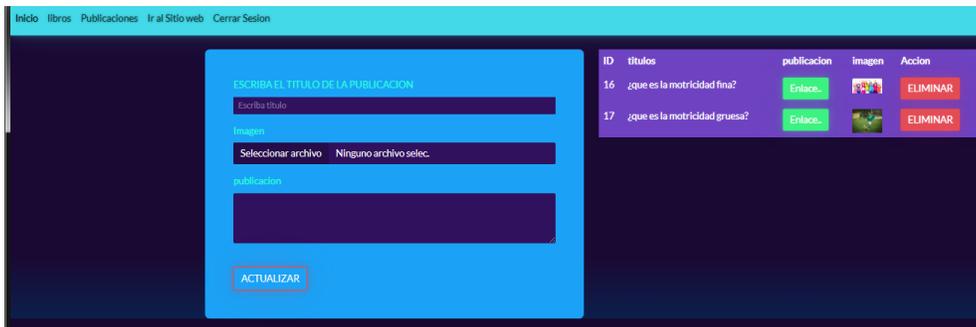


FIGURA 34. Módulo de administrador-publicaciones  
Fuente: Elaboración propia

### 3.3.5. VALIDACIÓN

La fase de prueba o validación del sistema experto se desarrolla en capítulo IV de prueba y resultado.

## CAPITULO IV

### IV.PRUEBA Y RESULTADO

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

La prueba y el resultado del sistema se realizó en un centro infantil (guardería) con supervisión de una terapeuta y educadoras de dicho centro infantil, se verifico la funcionalidad de la inferencia y probabilidad de las redes bayesianas tratando de abarcar los síntomas o evidencias más claras que se tomaron en cuenta.

#### 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

La prueba T-Student sirve para comparar las medias de dos grupos diferentes. La investigación consta de las siguientes hipótesis.

**H<sub>g</sub>** En base a la ingeniería de sistemas y conocimiento del experto humano, se desarrolla un Sistema Experto basado en redes bayesianas con la capacidad de diagnosticar trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años con una confiabilidad del 95%.

**H<sub>1</sub>** En base a la ingeniería de sistemas y conocimiento del experto humano, se desarrolla un Sistema Experto basado en redes bayesianas con la capacidad de diagnosticar de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años con una confiabilidad del 65%.

**H<sub>0</sub>** En base a la ingeniería de sistemas y conocimiento del experto humano, se desarrolla un Sistema Experto basado en redes bayesianas que no tenga la capacidad de diagnosticar casos de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años.

##### 4.2.1. ESTIMACIÓN DE MUESTRA

La fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando la población es infinita o se desconoce es la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

Z: Coeficiente de confianza para un nivel predeterminado

p: probabilidad de éxito, o proporción esperada

q: probabilidad de fracaso

e: error máximo admisible

Calculo de la muestra

Z= 1.96 para nivel de confianza del 95%

p= 0.20 niños de 3 a 5 años de edad con algún tipo de trastorno

q= 1-0.20 =0.65

e=0.05

Aplicación de la formula

$$n = \frac{1.96^2 * 0.20 * 0.65}{0.05^2}$$

$$n = 199.7632 \approx 200$$

Nro	diagnostico experto	diagnostico sistema experto
	calculado en %	calculado en %
1	80	83
2	85	84
3	65	60
4	50	45
5	55	45
6	40	44
7	75	82
8	70	68
9	90	86
10	65	62
11	75	74
12	40	45
13	90	95
14	80	83
15	80	86
16	60	62
17	45	42
18	85	83

19	60	62
20	65	50
21	70	43
22	60	61
23	60	62
24	80	74
25	75	83
26	92	90
27	70	68
28	90	90
29	50	47
30	50	54
31	70	74
32	75	85
33	20	27
34	20	35
35	60	67
36	80	81
37	20	28
38	35	40
39	55	52
40	65	63
41	70	75
42	85	83
43	50	47
44	55	62
45	75	75
46	15	28
47	45	43
48	55	50
49	70	68
50	55	62
51	40	44
52	95	95
53	30	27
54	30	25
55	65	61
56	30	33
57	35	39
58	60	58
59	95	89

60	50	41
61	20	25
62	45	40
63	60	68
64	40	41
65	30	36
66	80	75
67	10	18
68	50	55
69	60	61
70	40	38
71	60	62
72	30	39
73	20	25
74	50	47
75	10	18
76	85	89
77	20	26
78	55	61
79	70	75
80	25	18
81	30	32
82	35	41
83	25	27
84	25	39
85	45	40
86	70	75
87	20	25
88	70	68
89	10	18
90	70	75
91	55	61
92	40	38
93	55	58
94	45	44
95	40	40
96	25	28
97	40	41
98	85	83
99	60	63
100	30	39

<b>101</b>	40	41
<b>102</b>	20	18
<b>103</b>	75	74
<b>104</b>	45	41
<b>105</b>	20	25
<b>106</b>	20	18
<b>107</b>	60	61
<b>108</b>	45	40
<b>109</b>	25	28
<b>110</b>	55	55
<b>111</b>	60	58
<b>112</b>	25	25
<b>113</b>	45	41
<b>114</b>	75	74
<b>115</b>	80	83
<b>116</b>	40	39
<b>117</b>	35	40
<b>118</b>	10	18
<b>119</b>	50	47
<b>120</b>	25	25
<b>121</b>	40	44
<b>122</b>	45	38
<b>123</b>	60	60
<b>124</b>	50	47
<b>125</b>	30	27
<b>126</b>	70	74
<b>127</b>	80	83
<b>128</b>	40	42
<b>129</b>	40	40
<b>130</b>	20	25
<b>131</b>	20	18
<b>132</b>	40	41
<b>133</b>	30	27
<b>134</b>	80	83
<b>135</b>	25	28
<b>136</b>	25	25
<b>137</b>	55	55
<b>138</b>	60	60
<b>139</b>	90	89
<b>140</b>	80	83
<b>141</b>	40	40

142	45	40
143	20	18
144	80	83
145	30	27
146	70	74
147	55	55
148	25	26
149	45	47
150	40	40
151	50	55
152	30	28
153	40	41
154	55	60
155	55	55
156	45	41
157	40	39
158	60	61
159	55	55
160	35	39
161	40	41
162	60	58
163	50	55
164	50	55
165	70	68
166	40	39
167	55	61
168	35	30
169	75	74
170	30	35
171	60	58
172	40	38
173	40	35
174	85	83
175	20	18
176	50	45
177	45	47
178	30	27
179	90	90
180	40	38
181	55	55
182	40	39

183	40	41
184	70	74
185	50	55
186	40	39
187	40	41
188	50	45
189		83
190		68
191		37
192		74
193		27
194		89
195		18
196		58
197		25
198		39
199		41
200		62

TABLA 7. Casos de diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.2. PRUEBA T-STUDENT

➤ Ingresar los datos a cada muestra

<b>media</b>	<b>50,6755319</b>	<b>media</b>	<b>51,455</b>
<b>desviación estándar</b>	20,7935108	<b>desviación estándar</b>	20,5242344
<b>varianza</b>	432,370093	<b>varianza</b>	421,244196
<b>observaciones</b>	188	<b>observaciones</b>	200

➤ Varianza combinada

Se aplicando la fórmula para hallar la varianza combinada mediante los datos de la muestra

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Reemplazando valores

$$S_p^2 = \frac{(188 - 1) * 432,370093 + (200 - 1) * 421,244196}{188 + 200 - 2}$$

$$s_p^2 = 426,634203$$

Formula de estadístico de prueba t

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{S_p^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Reemplazando los valores

$$t = \frac{50,6755319 - 51,455}{426,634203 \sqrt{\frac{1}{188} + \frac{1}{200}}}$$

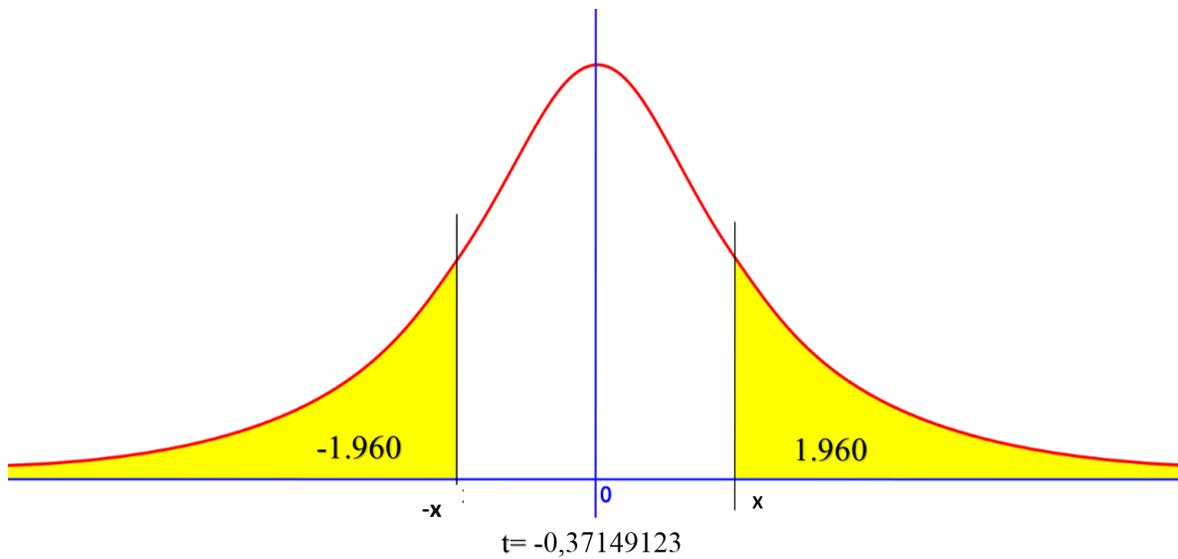
$$t = -0,37149123$$

Grado de libertad =  $n_1 + n_2 - 2 = 188 + 200 - 2 = 386$

Significancia = 0.05

Valor critico = 1.960

$\alpha$	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.001
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.929
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.694	0.871	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
35	0.682	0.852	1.052	1.306	1.690	2.030	2.438	2.724	3.592
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.705	3.551
45	0.680	0.850	1.049	1.301	1.679	2.014	2.412	2.690	3.521
50	0.679	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.497
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.461
80	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.417
100	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	3.391
$\infty$	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291



#### 4.2.3. DECISIÓN

Dado que  $t = -0,37149123$  no pasa los valores críticos de 1.960 con un margen de error de 0.05 en la prueba de t-student, se llega a la aceptación de la  $H_0$  además de que el promedio es bastante próximo a la comparación del diagnóstico experto. Concluyendo de esta manera la aceptación de la hipótesis:

**“En base a la ingeniería de sistemas y conocimiento del experto humano, se desarrolla un Sistema Experto basado en redes bayesianas con la capacidad de diagnosticar trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años con una confiabilidad del 95%.”**

## CAPITULO V

### V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se consolidarán los resultados y se ofrecerán recomendaciones basadas en las conclusiones obtenidas a lo largo de este trabajo. Estas conclusiones se derivan de un análisis de los datos y evidencias presentadas en los capítulos anteriores, Además, se presentarán recomendaciones prácticas y relevantes que pueden ser de utilidad para quienes tomen decisiones o se involucren en el tema abordado.

#### 5.2. CONCLUSIÓN

En base a los objetivos de esta investigación, se realiza las siguientes conclusiones

1.- En el capítulo I se dio el objetivo general que es “Desarrollar un Sistema Experto basado en redes bayesianas para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años, para el apoyo a terapeutas, educadoras de centros infantiles y padres de familia. Con el fin de realizar un diagnóstico fiable y gratuito para una intervención temprana” y al finalizar la investigación se pudo ver que se cumplió el objetivo mediante la elaboración del Software que apoya a el diagnóstico de educadoras del centro infantil sin costo alguno, como también se dio a conocer sobre dicho tema a los padres de familia.

2.- A medida que se desarrollaba la investigación se logró obtener datos e información sobre los trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años, dando así un análisis actual, esto también se obtuvo mediante el apoyo de especialistas como también del apoyo metodológico para el desarrollo del sistema experto.

3.- Apoyado en la metodología Buchanan y mediante los datos e información obtenida se pudo lograr la construcción de la base de conocimientos, una vez

realizado la base de conocimientos se pudo realizar el diseño del sistema experto, mostrando información y los formularios para realizar el diagnóstico.

4.- Ya realizado el sistema experto se implementó en un centro infantil para realizar las pruebas y resultados del diagnóstico, realizando las pruebas con supervisión de personas expertas en el cuidado de los niños dando un 95% de igualdad que un experto humano

5.- En conclusión, la investigación desarrollada demuestra que con la ayuda de expertos en diferentes áreas y el conocimiento del ingeniero de sistemas se puede realizar diferente software que ayuden al experto humano en la toma de decisiones de sus áreas laborales.

### 5.3. RECOMENDACIONES

En esta investigación se abordó el análisis y diseño de un sistema experto basado en redes bayesianas para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años aplicando los síntomas que se tiene.

Las recomendaciones para futuras investigaciones que involucren el tema que se abordó son las siguientes

- Para la actualización la base de conocimientos se recomienda obtener más evidencias sobre los trastornos psicomotrices.
- Por limitación de tiempo y recurso se trabajó con ciertos trastornos en niños de 3 a 5 años, por lo tanto se recomienda ampliar el rango de edad para obtener más información y más evidencias con la ayuda de expertos sobre los trastornos psicomotrices en la niñez.
- Se recomienda realizar las CPDs de manera automática cuando las evidencias sean superior a 7. Ya que si se tiene más evidencias el número de combinaciones sería demasiado grande y complicado de realizarlo siguiendo la formula  $n^n$ .

- Por falta de información y recursos se recomienda buscar más lugares donde haya casos de niños con trastornos musculares para realizar pruebas más fiables.
- Se recomienda continuar con esta investigación, ya que los trastornos que se llevó en esta investigación solo es una pequeña parte de un sinfín de problemas que se padece en la niñez.
- Se sugiere abordar el tema de los tratamientos para trastornos psicomotrices en la niñez.

Otro punto de vista importante es investigar sobre otras técnicas para emular el conocimiento del experto humano. Ya sea con redes neuronales o basado en redes bayesianas robustas y complejas aumentando el desempeño del diagnóstico y tener una mayor facilidad para poder crear la base de conocimientos. De igual manera también es importante investigar sobre nuevas técnicas de diagnóstico que lo puedan realizar los mismos niños.

## BIBLIOGRAFIA

- S.Badaro, J. Ibáñez, J. Agüero (2013). Sistemas expertos: Fundamentos, Metodologías y aplicaciones. Recuperado el 17 de mayo de 2022; de Palermo: [https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT\\_13\\_24.pdf](https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/13/CyT_13_24.pdf)
- C.Mateos (2021). Definición y estudio de redes bayesianas aplicadas a ciencias de la salud y de la vida. Recuperado el 22 de mayo de 2022; de eprints: [https://eprints.ucm.es/id/eprint/68123/1/mateos\\_marcos\\_tfm\\_bioestadistica.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/68123/1/mateos_marcos_tfm_bioestadistica.pdf)
- L. Delgado, A. Cortez & E. Ibáñez (2015). Aplicación de metodología Buchanan para la construcción de un sistema experto con redes bayesianas para el apoyo al diagnóstico de la tetralogía de fallot en el Perú. Recuperado el 19 de mayo de 2022; de redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81642256016.pdf>
- A. Gómez, S. Migani (2010). Un modelo de estimación de proyectos de software. Recuperado el 22 de mayo de 2022; de blogadmil: <https://blogadmi1.files.wordpress.com/2010/11/cocom0llfull.pdf>
- Pressman, R. (2010). Ingeniería del software un enfoque práctico, 7<sup>ma</sup> edición. Recuperado el 17 de mayo de 2022; de cotana. Informática: <http://cotana.informatica.edu.bo/downloads/Id-Ingenieria.de.software.enfoque.practico.7ed.Pressman.PDF>
- Adriana Gomez, m. d. (s/f de s/f de s/f). *Wordpress*. Recuperado el 27 de abril de 2023, de Wordpress: <https://blogadmi1.files.wordpress.com/2010/11/cocom0llfull.pdf>
- Agudo, A. D. (2021). *Propuesta de prototipo de un sistema experto para el diagnóstico mecánico y eléctrico de automóviles*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2022, de Propuesta de prototipo de un sistema experto para el diagnóstico mecánico y eléctrico de automóviles.: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/3246>
- Albaret, J. M. (2002). *trastornos psicomotores en el niño*. Recuperado el 20 de diciembre de 2022, de [https://www.researchgate.net/publication/257508282\\_Trastornos\\_psicomotores\\_en\\_el\\_nino](https://www.researchgate.net/publication/257508282_Trastornos_psicomotores_en_el_nino)
- Albaret, J. M. (2002). *Trastornos psicomotores en el niño*. Recuperado el 17 de agosto de 2022, de Trastornos psicomotores en el niño.: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1245178902720301>
- Alegsa, L. (13 de julio de 2023). Recuperado el 01 de noviembre de 2023, de <https://www.alegsa.com.ar/Dic/sistema.php#gsc.tab=0>

- Alvarez, C. R. (s/f de s/f de 2015). Recuperado el 25 de septiembre de 2023, de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/8960/T.2932.pdf?sequence=1>
- Apliint. (8 de febrero de 2022). *Apliint*. Recuperado el 6 de julio de 2023, de Apliint: <https://apliint.com/2022/02/08/white-box-vs-black-box-testing/>
- Arevalo, A. V. (7 de junio de 2021). *Sociedad Valenciana de Pediatría*. Recuperado el 1 de octubre de 2023, de Sociedad Valenciana de Pediatría: <https://socvalped.com/patologias/2021/hipotonia-muscular-sintomas-y-tratamiento/>
- arimetrics. (2 de noviembre de 2023). *arimetrics*. Recuperado el 02 de noviembre de 2023, de arimetrics: <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/css>
- Arimetrics. (s/f de s/f de s/f). *Arimetrics*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de Arimetrics: <https://www.arimetrics.com/glosario-digital/visual-studio>
- Armero, J. D. (20 de mayo de 2015). *Topdoctors*. Recuperado el 20 de diciembre de 2022, de Topdoctors: <https://www.topdoctors.es/diccionario-medico/disgrafia>
- Badaró, S. I. (2013). *Sistemas expertos: fundamentos, metodologías y aplicaciones*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2022, de Sistemas expertos: fundamentos, metodologías y aplicaciones.: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-SistemasExpertos-4843871.pdf>
- Barchini, G. E. (2004). la informatica como disciplina científica. *la informatica como disciplina científica*. Recuperado el 17 de septiembre de 2022, de [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39528470/Articulo\\_Cientifico\\_INFORMATICA-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1663623908&Signature=M9YOJOCCELoGPst8cgKMwIBT3T7zvDuKi987ex8E0zdYi6Tpyhfl5ifua9BkzTYUw9D1Cm89xUB7IQVxF~I~j6OkcfCDLWY7RujfroAtTOHChbl0-RdH6jimp9o](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39528470/Articulo_Cientifico_INFORMATICA-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1663623908&Signature=M9YOJOCCELoGPst8cgKMwIBT3T7zvDuKi987ex8E0zdYi6Tpyhfl5ifua9BkzTYUw9D1Cm89xUB7IQVxF~I~j6OkcfCDLWY7RujfroAtTOHChbl0-RdH6jimp9o)
- Bayon, C. (s/f de s/f de s/f). *deficit de atencion*. Recuperado el 22 de octubre de 2023, de deficit de atencion: <https://masquepadres.com/ninos/deficit-de-atencion/>
- Castan, Y. (23 de septiembre de 2023). *Instituto Aragos de Ciencias de la Salud*. Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de Instituto Aragos de Ciencias de la Salud: <https://claustrouniversitariodeorientee.edu.mx/pedagogia-linea/introduccionalmetodocientificoysetapas.pdf>
- CDC. (9 de agosto de 2022). *Centro para el desarrollo y la prevencion de enfermedades*. Recuperado el 29 de septiembre de 2023, de Centro para el desarrollo y la prevencion de enfermedades: <https://www.cdc.gov/ncbddd/spanish/adhd/features/adhd.html>
- Centro de Formacion tecnica para la industria. (25 de septiembre de 2023). *Centro de Formacion tecnica para la industria*. Recuperado el 25 de septiembre de 2023, de Centro de Formacion tecnica para la industria: <https://www.cursosaula21.com/que-es-python/>
- CEUPE. (17 de septiembre de 2023). *CEUPE*. Recuperado el 17 de septiembre de 2023, de CEUPE: <https://www.ceupe.com/blog/sistema-experto.html>

Clinica Universidad de Navarra. (s/f de s/f de 2023). *Clinica Universidad de Navarra*. Recuperado el 20 de septiembre de 2023, de Clinica Universidad de Navarra: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/trastorno>

Cruz Roja /Hospital Victoria Eugenia. (10 de septiembre de 2022). *Desarrollo de la motricidad gruesa y motricidad fina en los niños*. Recuperado el 10 de septiembre de 2022, de Desarrollo de la motricidad gruesa y motricidad fina en los niños: <https://hospitalveugenia.com/atencion-temprana/psicomotricidad-infantil-motricidad-gruesa-y-fina-fisioterapia/>

CTMA consultores. (18 de marzo de 2021). *CTMA consultores*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2022, de CTMA consultores: <https://ctmaconsultores.com/norma-iso-25000/>

Dagnino, J. (s/f de s/f de 2014). Recuperado el 22 de octubre de 2023, de <http://www.revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n02.06.pdf>

Danilo Quintanilla. (01 de septiembre de 2014). Recuperado el 02 de noviembre de 2023, de <https://cirujanoplasticodrquintanilla.com/ptosis-palpebral-o-parpados-caidos/>

desarrolloweb. (s.f.). *HTML*. Recuperado el 19 de junio de 2022, de desarrolloweb: <https://desarrolloweb.com/home/html>

Diaz, F. J. (2022). *Redes Bayesianas*. Recuperado el 11 de noviembre de 2022, de <http://www.lcc.uma.es/~eva/aic/Redes%20Bayesianas.pdf>

efisiopediatric. (22 de septiembre de 2016). *efisiopediatric*. Recuperado el 02 de noviembre de 2023, de efisiopediatric: <https://efisiopediatric.com/hipotonia-vs-hipertonía/>

ENCAIX. (s/f de s/f de s/f). *que es la disgrafía y como tratarla*. Recuperado el 01 de noviembre de 2023, de que es la disgrafía y como tratarla: s/f

Epitech. (8 de julio de 2021). *Epitech*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de Epitech: <https://www.epitech-it.es/flask-python/>

Fernandes, A. Z. (23 de septiembre de 2023). *Todomateria*. Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de Todomateria: <https://www.todomateria.com/pasos-del-metodo-cientifico/>

Fernandes, R. (14 de junio de 2022). *neuron*. Recuperado el 28 de septiembre de 2023, de neuron: <https://www.neuronup.com/estimulacion-y-rehabilitacion-cognitiva/trastornos-del-neurodesarrollo/tratamiento-rehabilitador-del-trastorno-del-desarrollo-de-la-coordinacion/>

García, L. H. (5 de septiembre de 2022). *Webconsultas*. Recuperado el 02 de noviembre de 2023, de Webconsultas: <https://www.webconsultas.com/salud-al-dia/distonia/distonia-9773>

IMF blog de tecnología. (2023 de septiembre de 2023). *IMF blog de tecnología*. Recuperado el 19 de septiembre de 2023, de IMF blog de tecnología: <https://blogs.imf-formacion.com/blog/tecnologia/tipos-de-sistemas-de-informacion-202305/>

ingertec. (s/f de s/f de s/f). *ingertec*. Recuperado el 25 de septiembre de 2023, de ingertec: <https://ingertec.com/iso-25000-adequacion-funcional-de-productos-de->

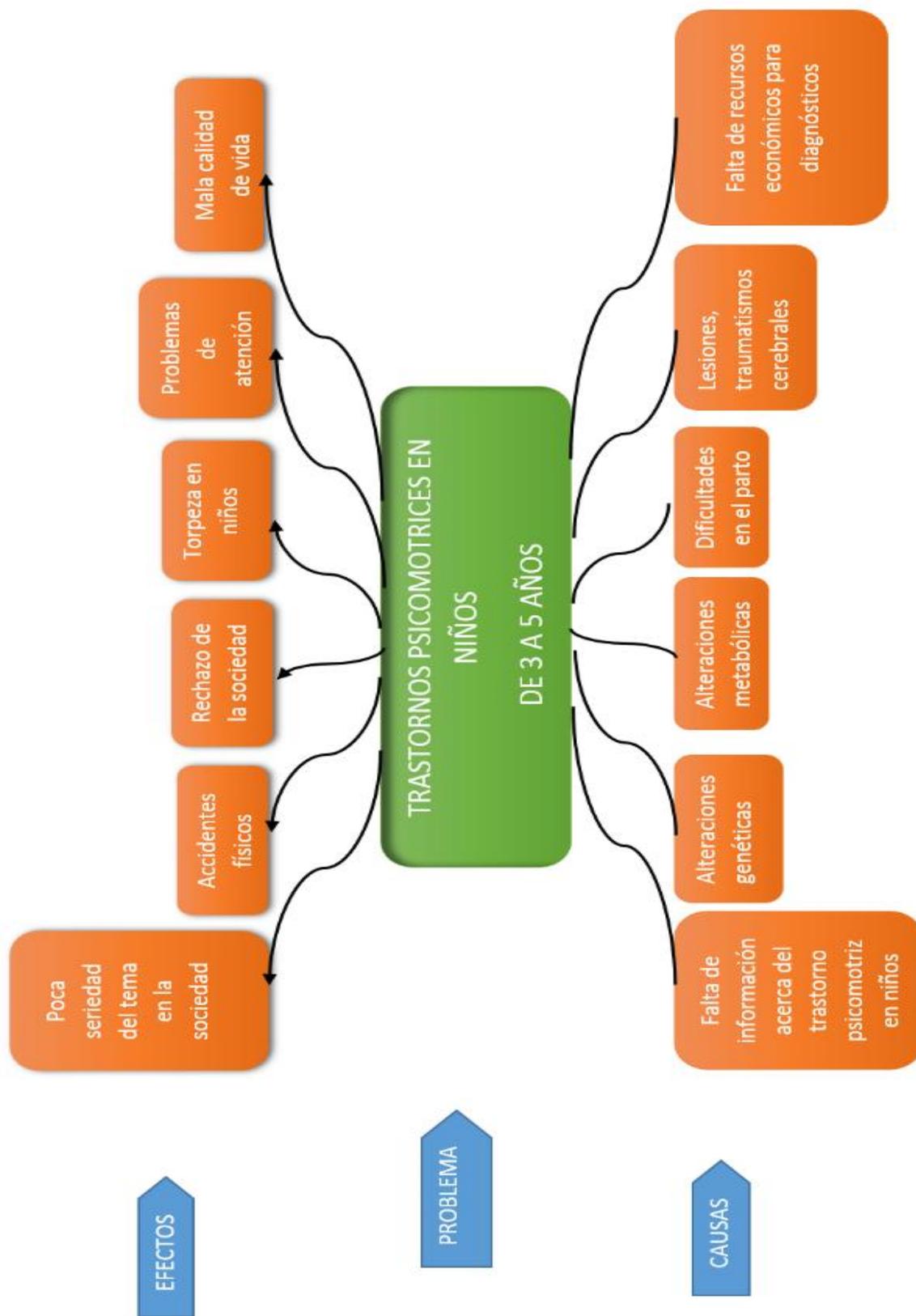


- Norton Children's. (20 de diciembre de 2022). *Norton Children's*. Recuperado el 20 de diciembre de 2022, de Norton Children's:  
<https://es.nortonchildrens.com/services/neurosciences/conditions/%20hypertonia-baby/#:~:text=La%20hiperton%C3%ADa%20en%20un%20beb%C3%A9,la%20falta%20de%20tono%20muscular.>
- Noticias. (2021). *¿Que es la inteligencia artificial y como se usa?* Recuperado el 18 de mayo de 2022, de Noticias Parlamento Europeo:  
<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>
- Noticias parlamento Europeo. (26 de marzo de 2021). *Noticias parlamento Europeo*. Recuperado el 17 de abril de 2023, de Noticias parlamento Europeo:  
<https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20200827STO85804/que-es-la-inteligencia-artificial-y-como-se-usa>
- NUROFEN. (s/f de s/f de s/f). *NUROFEN*. Obtenido de NUROFEN:  
<https://www.nurofen.es/dolores/pediatrico/como-aliviar-los-dolores-de-crecimiento-en-ninos/>
- Nursery School. (30 de junio de 2020). *Nursery School*. Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de Nursery School: <https://logosnurseryschool.es/nursery/psicomotricidad-gruesa-que-es-como-desarrollarla/#>
- Oliveira, P. H. (s/f de mayo de 2022). Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de [https://oa.upm.es/71286/1/TFG\\_PEDRO\\_HENRIQUE\\_NOBRE\\_OLIVEIRA.pdf](https://oa.upm.es/71286/1/TFG_PEDRO_HENRIQUE_NOBRE_OLIVEIRA.pdf)
- Oracle. (10 de septiembre de 2023). *¿Que es la inteligencia Artificial (IA)?* Recuperado el 10 de Septiembre de 2022, de ¿Que es la inteligencia Artificial (IA)?:  
<https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/what-is-ai/>
- Ortega, C. (16 de noviembre de 2023). *QuestionPro*. Recuperado el 16 de noviembre de 2023, de QuestionPro: <https://www.questionpro.com/blog/es/prueba-t-de-student/>
- Palacios, M. S. (s/f de s/f de s/f). *Clinica de la familia*. Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de Clinica de la familia: <https://www.fundacionclinicadelafamilia.org/la-psicomotricidad-y-su-importancia-en-el-desarrollo-del-nino/>
- Reclu iT. (12 de abril de 2021). *Reclu iT*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de Reclu iT:  
<https://recluit.com/que-es-visual-studio-code/>
- Rojas, J. C. (21 de junio de 2012). *revista vinculando*. Recuperado el 10 de noviembre de 2022, de revista vinculando: <https://vinculando.org/articulos/redes-bayesianas.html>
- Rubio, M. T. (22 de marzo de 2023). *Webconsultas*. Recuperado el 23 de octubre de 2023, de Webconsultas: <https://www.webconsultas.com/bebes-y-ninos/afecciones-tipicas-infantiles/que-es-la-dispraxia>

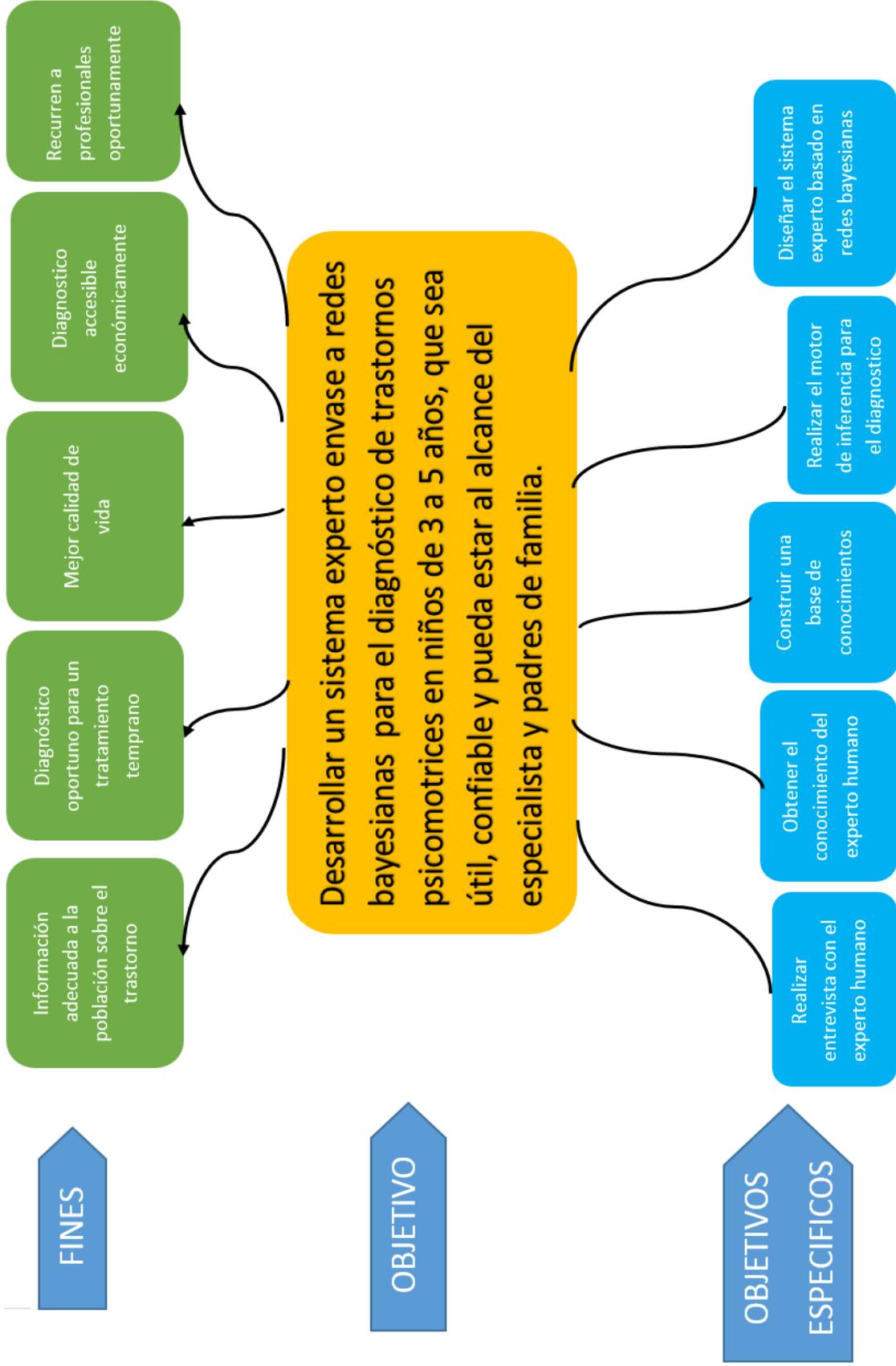
- Ruiz, L. (2019). *trastornos psicomotores:tipos, características y síntomas*. Recuperado el 22 de mayo de 2022, de psicología y mente: <https://psicologiaymente.com/clinica/trastornos-psicomotores>
- Sarah Hebert, V. L. (30 de octubre de 2022). *Libretexts Español*. Recuperado el 15 de enero de 2023, de Libretexts Español: [https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Ingenier%C3%ADa\\_Industrial\\_y\\_de\\_Sistemas/Libro%3A\\_Din%C3%A1mica\\_y\\_Control\\_de\\_Procesos\\_Qu%C3%ADmicos\\_\(Woolf\)/13%3A\\_Estad%C3%ADsticas\\_y\\_antecedentes\\_probabil%C3%ADsticos/13.05%3A\\_Teor%C3%ADa\\_de\\_Redes\\_Bayesianas](https://espanol.libretexts.org/Ingenieria/Ingenier%C3%ADa_Industrial_y_de_Sistemas/Libro%3A_Din%C3%A1mica_y_Control_de_Procesos_Qu%C3%ADmicos_(Woolf)/13%3A_Estad%C3%ADsticas_y_antecedentes_probabil%C3%ADsticos/13.05%3A_Teor%C3%ADa_de_Redes_Bayesianas)
- SAS. (s.f.). *inteligencia artificial*. Recuperado el 19 de mayo de 2022, de inteligencia artificial: [https://www.sas.com/es\\_cl/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html](https://www.sas.com/es_cl/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html)
- Sistekperu. (2019). *Creando mi primera red bayesiana con Elvira*. Recuperado el 19 de junio de 2022, de Sistekperu: <https://www.sistekperu.com/blog/creando-mi-primera-red-bayesiana-con-elvira>
- Sucar, L. E. (13 de agosto de 2022). *Redes Bayesianas*. Recuperado el 13 de agosto de 2022, de Redes Bayesianas: <https://ccc.inaoep.mx/~esucar/Clases-mgp/caprb.pdf>
- Teresa. (2022). *CUALES SON LOS 5 PASOS DEL METODO CIENTIFICO*. Recuperado el 25 de mayo de 2022, de espaciociencia: <https://espaciociencia.com/pasos-del-metodo-cientifico/>
- universidad CESUMA. (14 de septiembre de 2023). *CESUMA*. Recuperado el 14 de septiembre de 2023, de CESUMA: <https://www.cesuma.mx/blog/que-es-la-informacion-en-informatica-y-otras-ciencias.html>
- Valverde Bourdié, S. (2019). *Aplicaciones de la inteligencia artificial en la empresa*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2022, de Aplicaciones de la inteligencia artificial en la empresa.: <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/17521>
- Vazquez, J. J. (29 de septiembre de 2023). *estructura de los sistemas expertos*. Recuperado el 29 de septiembre de 2023, de estructura de los sistemas expertos: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Estructura%20de%20los%20Sistemas%20Expertos%20%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Estructura%20de%20los%20Sistemas%20Expertos%20%20(3).pdf)
- Viresa. (24 de enero de 2022). *Viresa*. Recuperado el 23 de septiembre de 2023, de Viresa: [https://viresa.com.mx/blog\\_9\\_beneficios\\_metodo\\_cientifico](https://viresa.com.mx/blog_9_beneficios_metodo_cientifico)
- Westreicher, G. (1 de septiembre de 2020). *economipedia*. Recuperado el 27 de septiembre de 2023, de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/metodo-cientifico.html>
- Westreicher, G. (1 de septiembre de 2022). *economipedia*. Recuperado el 20 de abril de 2023, de economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/metodo-cientifico.html>

## ANEXOS

### ÁRBOL DE PROBLEMAS



# ÁRBOL DE OBJETIVOS





## MANUAL DE USUARIO

### OBJETIVO

El sistema experto basado en redes bayesianas para el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años desarrollado con el lenguaje de programación Python, tiene como fin realizar el diagnóstico de trastornos psicomotrices en niños de 3 a 5 años basado en un test. Proporcionando a su vez informar sobre dicho tema a padres de familia para que tengan un mayor conocimiento sobre los trastornos en la niñez.

### GUIA DE USUARIO

1.- ingreso al sistema.- ingresar a la página principal a través de un navegador, donde se observa una breve introducción sobre los trastornos psicomotrices y dos pestañas uno de libros y otro de publicaciones.



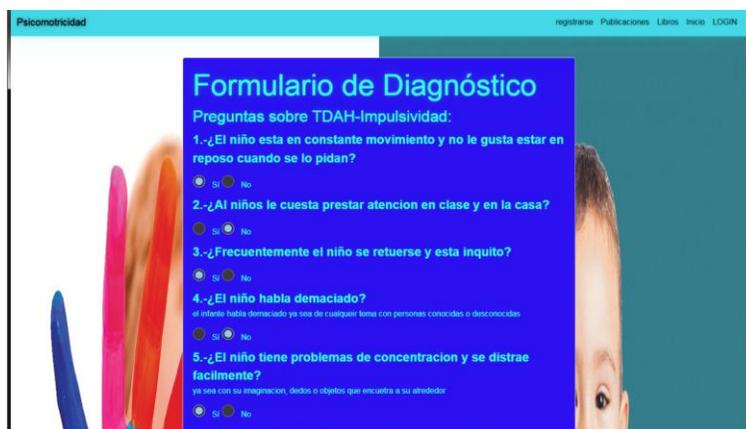
En las pestañas de libros y publicaciones se podrá hacer la descarga de libros referentes a los trastornos psicomotrices y en la pestaña de publicaciones se hace observar una breve publicación de temas relacionados



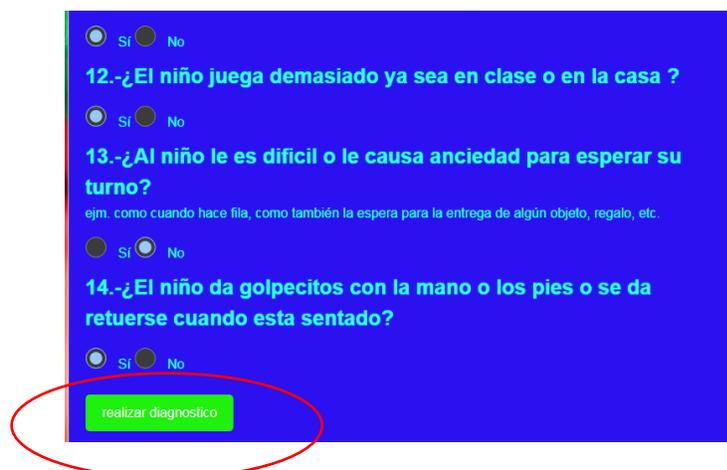
2.- Ingreso al test.- Una vez ingresado a la página principal, se encontrara el botón para realizar diagnóstico para poder acceder al test del trastorno que se menciona.



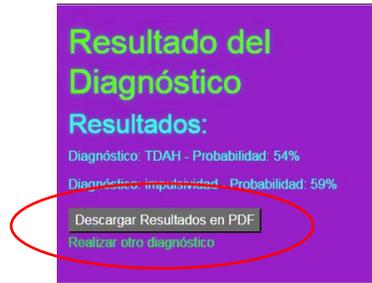
En la página del test se deben contestar las preguntas que se muestra SI o NO



Tras responder las preguntas, hacer clic en el botón realizar diagnóstico para que el sistema nos muestre los resultados del test



Una vez respondido las preguntas y dado clic al botón de realizar diagnóstico, nos mostrara una ventana con el diagnostico inferido en base a las respuestas del test y un botón donde se descarga un documento PDF con los síntomas seleccionados y el resultado obtenido.



## GUIA DE ADMINISTRADOR

Para ingresar al modo administrador se requiere un usuario y contraseña

Inicio de sesion	
Usuario	<input type="text" value="Escriba su usuario"/>
Contraseña:	<input type="password" value="Escriba su contraseña"/>
<input type="button" value="Entrar"/>	<input type="button" value="Ir a inicio"/>

Una vez ingresado al modo administrador se puede publicar o eliminar libros como también se publica pequeños conceptos sobre los trastornos psicomotrices llenando los datos del libro o la publicación

