

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA**



TESIS DE GRADO

**SISTEMA EXPERTO MOVIL PARA EVALUAR LOS
TRASTORNOS DE CONDUCTA EN NIÑOS DE 5 A 10 AÑOS
DE EDAD**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

MENCIÓN: INGENIERIA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: UNIV. GEOVANA CARLA ALAPA CONDORI

TUTOR METODOLÓGICO: LIC. MANUEL RAMIRO FLORES ROJAS

LA PAZ – BOLIVIA

2021

HOJA DE CALIFICACIONES
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA

Tesis de grado:

SISTEMA EXPERTO MOVIL PARA EVALUAR LOS TRASTORNOS DE
CONDUCTA EN NIÑOS DE 5 A 10 AÑOS DE EDAD

Presentado por: Geovana Carla Alapa Condori

Para optar el grado Académico de Licenciada en Informática

Mención Ingeniería de Sistemas Informáticos

Nota Numeral:

Nota Literal:

Ha sido:

Director de la carrera de Informática: Ph. D. Jose Maria Tapia Baltazar

Tutor: Lic. Manuel Ramiro Flores Rojas

Tribunal:

Tribunal:

Tribunal:



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



LA CARRERA DE INFORMÁTICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

- a) visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la referencia correspondiente respetando normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADOS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi Universidad, por las veces que he caído y me ha ayudado a levantarme dándome el coraje de salir adelante.

A nuestra casa de estudios, Universidad Mayor de San Andrés, especialmente a la Carrera de Informática, después de años de esfuerzo, sacrificio, dedicación y grandes alegrías, llegó el día en que miraría hacia atrás el camino recorrido por tus pasillos, aulas y me detengo para agradecerte con el alma todo lo vivido.

Un agradecimiento muy especial y sincero a mi Tutor Metodológico Lic. Manuel Ramiro Flores Rojas, por brindarme su apoyo, por guiarme en las diferentes etapas de mi tesis, por la paciencia y por la pre disponibilidad de dar seguimiento a este trabajo.

A mi familia por creer en mis aptitudes, por darme las comodidades necesarias para seguir mis estudios, por no dejar que me rinda ante las adversidades, Gracias por ser el pilar principal de mi vida.

A todos mis amigos de la Carrera de Informática, con cada uno de ustedes he vivido un pedacito de esta gran experiencia que ha sido la carrera como tal. Gracias por estar conmigo en las buenas, en las malas y en las aventuras.

Recuerden.

“Nuestra mayor debilidad radica en renunciar. La forma más segura de tener éxito es siempre intentarlo una vez más.”

Thomas Edison

Muchas gracias.

Geovana Carla Alapa Condori

gecarl.0812@gmail.com

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi Mamá Gaby María Condorí Canavirí †, pues sin ella no lo habría logrado. Es ella quien en los días más turbulentos me da las ganas, la voluntad y el coraje de ponerme en pie. Promesa Cumplida Mamá.

A mi Papá Julio Alapa Huaquipaco, pues él sembró la semilla del amor, la humildad, la responsabilidad, el deseo de triunfar y superarme. Papá serás siempre mi inspiración para alcanzar mis metas.

A mi Hermano Wilson Eddy Alapa Condorí, es él quien me cuida, me protege, me aconseja y sobre todo ha sido un ejemplo a seguir, inculcándome el camino del éxito y las ganas de ser cada día mejor. Hermano jamás voy a defraudarte.

RESUMEN

En la actualidad la rápida evolución de la tecnología, ha traído consigo grandes avances en los campos de investigación, así también ha sido de gran ayuda para mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Los sistemas expertos constituyen el área de aplicación de la inteligencia artificial, con mayor éxito en el campo de la medicina, logrando también una buena aceptación en el campo psicológico. Los sistemas expertos permiten almacenar y utilizar el conocimiento de uno o varios expertos humanos en un dominio de aplicación concreto.

La presente tesis plantea y diseña un modelo de sistema experto móvil que permite evaluar los trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad, tomando en cuenta factores influyentes de los progenitores, factores de comportamiento en distinto ciclo de los niños, siendo estos los valores de entrada, una base de conocimiento, para dar como resultado el tipo de trastorno de conducta que se pueda presentar. Se considera con objeto de estudio los trastornos de conducta en niños, estos trastornos pueden variar dependiendo de los factores que influye el crecimiento de los niños

Se empleó la combinación de la metodología para el desarrollo de sistemas expertos BUCHANAN y la metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles MOBILE-D, para representar el conocimiento del experto humano se usaron herramientas como las redes neuronales, base de conocimiento y una lista de reglas que permiten establecer el tipo de trastorno de conducta que está presentando el niño.

Palabra clave: Sistema experto, trastorno, metodología, aplicación, reglas, conducta.

RESUMEN

En la actualidad la rápida evolución de la tecnología, ha traído consigo grandes avances en los campos de investigación, así también ha sido de gran ayuda para mejorar la calidad de vida de los seres humanos.

Los sistemas expertos constituyen el área de aplicación de la inteligencia artificial, con mayor éxito en el campo de la medicina, logrando también una buena aceptación en el campo psicológico. Los sistemas expertos permiten almacenar y utilizar el conocimiento de uno o varios expertos humanos en un dominio de aplicación concreto.

La presente tesis plantea y diseña un modelo de sistema experto móvil que permite evaluar los trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad, tomando en cuenta factores influyentes de los progenitores, factores de comportamiento en distinto ciclo de los niños, siendo estos los valores de entrada, una base de conocimiento, para dar como resultado el tipo de trastorno de conducta que se pueda presentar. Se considera con objeto de estudio los trastornos de conducta en niños, estos trastornos pueden variar dependiendo de los factores que influye el crecimiento de los niños

Se empleó la combinación de la metodología para el desarrollo de sistemas expertos BUCHANAN y la metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles MOBILE-D, para representar el conocimiento del experto humano se usaron herramientas como las redes neuronales, base de conocimiento y una lista de reglas que permiten establecer el tipo de trastorno de conducta que está presentando el niño.

Palabra clave: Sistema experto, trastorno, metodología, aplicación, reglas, conducta.

ABSTRACT

Currently, the rapid evolution of technology has brought great advances in research fields, and has also been of great help to improve the quality of life of human beings.

Expert systems constitute the area of application of artificial intelligence, with the greatest success in the field of medicine, also achieving good acceptance in the psychological field. Expert systems allow you to store and use the knowledge of one or more human experts in a specific application domain.

This thesis proposes and designs a mobile expert system model that allows evaluating conduct disorders in children 5 to 10 years of age, taking into account influencing factors of parents, behavioral factors in different cycles of children, these being the input values, a knowledge base, to result in the type of conduct disorder that may occur. Conduct disorders in children are considered for study purposes, these disorders may vary depending on the factors that influence the growth of children

The combination of the methodology for the development of BUCHANAN expert systems and the methodology for the development of MOBILE-D mobile applications was used, to represent the knowledge of the human expert, tools such as neural networks, knowledge base and a list of rules were used. that allow to establish the type of conduct disorder that the child is presenting.

Keyword: Expert system, disorder, methodology, application, rules, behavior.

INDICE

CAPITULO I

1. Marco Preliminar	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Planteamiento del problema	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Hipótesis	5
1.6. Justificación	6
1.6.1. Justificación Científica	6
1.6.2. Justificación Económica	6
1.6.3. Justificación Social	6
1.7. Alcances y Limites	6
1.7.1. Alcances.....	6
1.7.2. Limites	7
1.8. Diseño Metodológico	7
1.8.1. Metodología para el desarrollo de sistemas expertos.....	7
1.8.2. Metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles.....	7

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO	9
2.1. Inteligencia Artificial.....	9
2.1.1. Campos de la Inteligencia Artificial.....	9
2.2. Sistema Expertos	11
2.2.1. Ventajas y limitaciones de los sistemas expertos	12
2.2.2. Estructura de un sistema experto.....	13

2.3. Metodologías para el desarrollo de sistemas expertos y metodologías ágiles para el desarrollo de software móvil	17
2.4. Tecnología de software	21
2.4.1. Dispositivos móviles.....	21
2.4.2. Sistema operativo para dispositivos móviles.....	22
2.4.3. JQuery Mobile	23
2.4.4. PHP.....	25
2.5. Redes Neuronales.....	25
2.5.1. Ventajas de las redes neuronales	25
2.5.2. Neurona biológica.....	26
2.5.3. Neurona artificial	28
2.5.4. Red neuronal artificial	28
2.5.5. Estructura de una red neuronal artificial.....	28
2.5.6. Tipos de arquitectura de las redes neuronales	31
2.5.7. Perceptrón.....	32
2.5.8. Evaluación psicológica utilizando redes neuronales	33
2.6. Trastornos de conducta.....	35
2.6.1. Clasificación de los trastornos de conducta según el dsm-5	35
CAPITULO III	
3. MARCO APLICATIVO.....	38
3.1. Introducción.....	38
3.2. Desarrollo de la metodología móvil-d y la metodología buchanan.....	38
3.2.1. Fase de exploración e identificación.....	39
3.2.2. Fase de inicialización y conceptualización	42
3.2.3. Fase de formalización y producción.....	45
3.2.4. Fase de implementación	61
3.2.5. Fase de Validación o prueba	63
CAPITULO IV	
4. PRUEBA DE HIPÓTESIS	68
4.1. Introducción.....	68

4.2. Prueba de Rachas de Wald-Wolfowitz.....	68
4.3. Desarrollo de la prueba de hipótesis	69

CAPITULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones.....	73
5.1. Conclusiones.	73
5.2. Recomendaciones.....	74
6. Referencias Bibliográficas.....	75
DOCUMENTACIÓN.....	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. disciplinas de la inteligencia artificial	10
Figura 2.2. Componentes generales de un sistema experto	14
Figura 2.3. Metodología Buchanan.....	18
Figura 2.4. Ciclo de desarrollo de Mobile-D	20
Figura 2.5. Arquitectura de JQuery Mobile	24
Figura 2.6. Estructura de una neurona biológica.....	27
Figura 2.7. esquema de una red neuronal.....	29
Figura 2.8. Similitud entre neurona biológica y neurona artificial	29
Figura 2.9. Neurona Artificial.....	30
Figura 2.10. Función de Activación más empleadas.....	31
Figura 2.11. Arquitectura del perceptrón simple	33
Figura 3.1. Diagrama conjunto Móvil-D y Buchanan.....	38
Figura 3.1. función XOR.....	39
Figura 3.3. Componentes del sistema experto	40
Figura 3.4. Estructura del sistema experto SEDEB-P.....	41
Figura 3.5. Arquitectura de un Sistema de Producción.....	45
Figura 3.6. Ciclo de Vida de una red neuronal	54
Figura 3.7. Entrenamiento de una red neuronal	55
Fig. 3.8. Diseño de la Red Neuronal	56
Fig. 3.9. Función de activación Sigmoide.....	60
Figura 3.10. Pantalla de Bienvenida	61
Figura 3.11. Sector Registros	62
Figura 3.12. Registro de los padres de familia.....	63
Figura 3.13. Registro de los padres de familia.....	64
Figura 3.14. Registro del niño o la niña	65
Figura 3.15. Encuesta sobre factores de riesgo en los padres	66
Figura 3.16. Encuesta sobre factores de riesgo en el niño o niña	67
Figura 3.17. Preguntas para la evaluación psicológica área conductual	67

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Trastornos del inicio de la niñez.....	43
Tabla 3.2. Síntomas de los Trastornos del inicio de la niñez.....	44
Tabla 3.3. Variables de entradas del DSM-5. Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales.....	47
Tabla 3.4. Descripción de las variables de entrada.....	57
Tabla 3.6. Descripción de las variables de salida.....	58
Tabla 4.1. Pruebas del sistema.....	70
Tabla 4.2. Pruebas de Rachas.....	70

CAPÍTULO I

1. Marco Preliminar

1.1. Introducción

Los problemas de conducta en la infancia son cada vez más comunes en nuestra sociedad, lo que ha llevado a un aumento de la preocupación por parte de los profesionales de la psicología sobre los mismos debido a la necesidad de hacer conscientes a los padres del problema que suponen de cara al futuro de sus hijos. Se ha convertido en un factor muy importante la forma en que los padres crían y educan a sus hijos. Según el Instituto Nacional de Salud y Excelencia Clínica (NICE,2012), los trastornos de conducta infantil de 5 a 10 años presentan una prevalencia del 6.9% y de un 2.8%.

La infancia es un periodo clave en muchos aspectos para el niño, ya que es el periodo de mayor plasticidad y, por tanto, el momento adecuado para tratar de evitar el desarrollo de pautas que puedan causar problemas en el futuro. La detección a tiempo y la puesta de soluciones pueden ser cruciales.

El diagnóstico y tratamiento médico realizado por un sistema experto, es una de las interesantes y abordadas en el campo de la Inteligencia Artificial, siendo de gran importancia debido a su accesibilidad, rapidez y aún bajo costo. La utilización de las nuevas tecnologías ha experimentado un incremento importante en los últimos años, al igual que en otras profesiones estas herramientas también se han puesto al servicio de la psicología, tanto mediante el uso del internet y ordenadores, como mediante el uso de nuevos instrumentos para facilitar la evaluación y la intervención oportuna en el caso.

Por todo lo mencionado anteriormente y por la constante aparición de nuevas tecnologías en nuestro medio se ha visto adecuado la importancia de aplicar un sistema experto móvil, ya que la tecnología móvil se ha expandido de manera rápida en todo el país, se convierten en excelentes oportunidades para brindar y hacer más inclusivos los servicios de salud.

El sistema experto móvil está destinado a evaluar los trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad, con el uso de las herramientas tecnológicas y será de gran ayuda al profesional psicólogo para que pueda emitir el tratamiento correspondiente a cada niño con este tipo de trastorno. Cabe mencionar que el presente trabajo será direccionado con el manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM-5 que es la guía turística utilizada por los psicólogos, médicos y otros profesionales en la atención sanitaria, es un volumen estandarizado que detalla, las causas, síntomas y tratamiento adecuado a los trastornos de conducta, personalidad, neurodesarrollo, etc.

1.2. Antecedentes

Se tiene trabajos de este tipo que abarca el campo de la psicología y psicopedagogía relacionados a Sistemas Expertos y aplicaciones móviles como:

- a) *Sistema experto web para apoyar a los psicólogos en la evaluación y diagnóstico de pruebas de inteligencia utilizando la metodología Commonkads caso: I.E. 6038 Ollantay*, en la cual presenta un diagnóstico cognitivo mediante la metodología CommonKads, realizado en la Universidad Mayor de San Marcos ubicada en la ciudad de Lima Perú [Manuel Vega, 2015].
- b) *Sistema experto para el diagnóstico y plan terapéutico de funciones cognitivas deficientes (Sistema DiagCo)*, Realizado en la Ciudad de México en el INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY, la cual tiene como objetivo encontrar una solución de detección de las funciones cognitivas deficientes en niños, este trabajo utiliza una metodología propia de sistemas expertos CommonKADS, se utilizó el lenguaje de programación PROLOG, que permite la fácil esquematización de reglas [Salgado, 2007].

- c) ***Sistema para la detección precoz de problemas en el aprendizaje***, Realizado en Madrid España en la Universidad COMPLUTENSE, la cual tiene como base fundamental algunos factores que inciden en el desarrollo del aprendizaje, realizado con la metodología de desarrollo de sistemas expertos Buchanan, utilizando el lenguaje de programación Visual Studio [Esperón, 2010].

En algunos países se han investigado y desarrollado estrategias de pruebas tipo test que permiten realizar diagnósticos con distintos factores que van interviniendo en el gradual desarrollo de los niños.

En la carrera de Informática- UMSA se han desarrollado trabajos de investigación con el enfoque psicológico y psicopedagógico como ser:

- a) ***Sistema experto para diagnosticar problemas de aprendizaje en niños de 8-10 años mediante el test proyectivo htp (Casa, arbol, persona)***, la cual para su desarrollo abarca el campo de la inteligencia artificial, imitando el comportamiento del experto humano, utilizando la metodología más conocida por los sistemas expertos Buchanan, desarrollado en visual prolog representando, el conocimiento del especialista, habiendo trabajado con una población muestral de 20 niños se aplicó el TEST PROYECTIVO HTP (Casa, Arbol, Persona) [Rondo, 2014].
- b) ***Aplicación del test WISC-III y sistema experto para la estimulación cognitiva***, El desarrollo está apoyado en la teoría de la Inteligencia Artificial que los sistemas expertos imitan el comportamiento del experto humano, se ha trabajado con la metodología de investigación Analítico – comparativo, con una metodología de desarrollo común, MOBILE-D para la recopilación de información, se ha trabajado con una población muestral de 22 niños, se aplicó la escala de inteligencia para niños de Wechsler, posteriormente se aplica el mismo test mediante la aplicación [Poma, 2015].
- c) ***Sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de las dificultades de desarrollo en niños menores de 5 años basado en lógica difusa***, el desarrollo de este trabajo

que está apoyado en la teoría de la Inteligencia Artificial, imitando el comportamiento del experto humano, utilizando la metodología más conocida por los sistemas expertos Buchanan desarrollado en Visual Prolog se aplicó la recopilación de datos de libros, revistas, entrevistas con el experto [Arias, 2015].

- d) *Evaluación de desarrollo infantil basado en la escala abreviada de Nelson Ortiz caso: C.D.I.I. “Lazitos de amistad”*, este proyecto está orientado en la utilización de la herramienta tecnología IONIC y la aplicación a la metodología Mobile-D, toda información rescatada en la aplicación móvil ha sido recopilado por el centro de atención integrar “Lazitos de amistad” [Lazo,2018].

1.3. Planteamiento del problema

En Bolivia no existe una política específica de salud mental ni leyes particulares referentes a la salud mental en la población infantil; se estima que solo alrededor del 0.2 % del presupuesto de Salud se destina en el país a la salud mental; no se cuenta a la fecha con un sistema de vigilancia en salud mental para tratar varios trastornos relacionados a esta área, además se pueda recoger periódicamente información para ser analizada y tampoco se cuenta con indicadores de salud mental dentro del Sistema de Información en Salud (IESM-OMS, 2010).

Debido a este problema de falta de información en el país ya que son determinadas condiciones que suponen un factor de riesgo para desarrollar trastornos de conducta, tanto en ciudad como en las áreas rurales, el diagnóstico es dificultoso, moroso dando respuestas parciales en dos a tres sesiones haciendo obligatoria la asistencia del padre, madre o tutor junto con el niño o niña, perdiendo así horas de trabajo y/u otras actividades. En este sentido varias familias han optado por no realizar el diagnóstico para determinar algún tipo de trastorno de la conducta, al no realizar un diagnóstico de manera preventiva y eficaz el niño o niña puede presentar alteraciones en su comportamiento, agresividad, dificultad en el aprendizaje, hiperactividad, violaciones graves de las reglas parentales, etc.

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito y analizando minuciosamente cada aspecto que conlleva los trastornos de la conducta en etapa infantil se concluye el siguiente problema de investigación:

¿El sistema experto móvil para evaluar los trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad, puede ofrecer un diagnóstico, eficaz y confiable, determinando el tipo de trastorno de conducta que padece el niño?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema experto móvil para evaluar los trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar la base de conocimiento haciendo uso de Redes Neuronales, en base a la información proporcionada por el experto humano y el Manual estadístico de trastornos mentales DSM-5
- Implementar el prototipo de sistema experto para la evaluación de los trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad.
- Optimizar el tiempo para evaluar el tipo de trastorno de conducta que tiene el paciente.
- Automatizar el proceso de evaluación de los trastornos de conducta.
- Diseñar la base de conocimiento, en base a factores de riesgo (antecedentes en la madre durante el embarazo, antecedentes familiares y otros).

1.5. Hipótesis

La hipótesis de investigación es planteada de la siguiente manera:

H: El sistema experto móvil basado en redes neuronales y mediante el manual estadístico de trastornos mentales DSM-5, brinda una evaluación para determinar el tipo de trastorno de conducta y coadyuva en la toma de decisiones, con una eficiencia de al menos 90% con respecto a la evaluación de experto humano.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación Científica

Dentro de la Inteligencia Artificial los sistemas expertos se aproximan de forma exitosa a la solución de problemas simulando a un especialista humano que facilita un buen diagnóstico para que se tomen decisiones de manera preventiva.

1.6.2. Justificación Económica

El desarrollo del sistema experto móvil va a beneficiar al padre, madre o tutor del niño, pues los gastos no son muy elevados en comparación a evaluación sin el sistema

1.6.3. Justificación Social

El sistema experto móvil ayuda de gran manera a la sociedad, en especial a los padres del niño ya que también nos ayudara a contener información básica y precisa para identificar por donde y como tratar a niños que padecen este trastorno.

1.7. Alcances y Limites

1.7.1. Alcances

- El trabajo desarrollado orienta a profesionales, padres, maestros y quienes estén alrededor del niño.
- El sistema experto móvil ofrece información automática en base a las respuestas introducidas por el usuario.
- El sistema experto móvil detecta si el niño padece algunos de los trastornos de conducta que se encuentra en la clasificación de esta.

1.7.2. Límites

- El sistema experto móvil para la evaluación de trastornos de conducta está diseñado solo para niños de 5 a 10 años de edad ya que es la etapa crítica y óptima para evaluar los trastornos de conducta
- Haciendo mención al área de investigación elegida “Salud Mental”, nos enfocaremos específicamente en los trastornos de conducta y a su respectiva clasificación.
- No se intenta sustituir al especialista psicólogo más al contrario lo que se busca es coadyuvar para que el resultado se aproxime lo más posible al diagnóstico del especialista y este pueda determinar un tratamiento adecuado.

1.8. Diseño Metodológico

1.8.1. Metodología para el desarrollo de sistemas expertos

Existen varias metodologías de desarrollo para un sistema experto, cada autor ha propuesto de acuerdo a su forma de desarrollo y entre las cuales se encuentra la metodología Buchanan y será aplicada al presente proyecto de grado, la cual está esquematizada en seis etapas:

- Identificación.
- Conceptualización
- Formalización
- Implementación
- Testeo
- Revisión del prototipo

1.8.2. Metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles

El desarrollo de aplicaciones móviles implica el desarrollo de software tradicional en muchos aspectos un software móvil satisface una serie de requerimientos y condiciones especiales que lo hace más complejo, entonces la metodología que se aproxima rigurosamente a este trabajo es la metodología MOBILE – D por que satisface los

requerimientos necesarios , ya que es una mezcla de muchas técnicas, principalmente se basa en programación extrema (XP) para la implementación, Crystal Methodologies para la escalabilidad y para la cobertura del ciclo de vida RUP



CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Inteligencia Artificial

La llegada de las computadoras a principios de los 50, han desarrollado técnicas que permitan a las computadoras jugar, aprender, tomar decisiones, emitir juicios, deducir, etc. Es decir “la interesante tarea de lograr que las computadoras piensen, máquinas con mentes, en su amplio sentido literal” (Haugeland,1985).

Desde el principio de la historia de la informática se planteó el problema de si será posible algún día diseñar y programar computadores y sistemas complejos semejantes para que actúen con una inteligencia comparable, o incluso superior a la humana. La discrepancia entre estas expectativas y el carácter repetitivo y rígido de la mayor parte de nuestras aplicaciones informáticas (incluso muchas de las más avanzadas en la actualidad) no ha sido suficiente para poner en duda la factibilidad de ese sueño. La verdad es que, a lo largo del tiempo, hay bastantes actividades humanas supuestamente inteligentes (como jugar al ajedrez) que han ido cayendo bajo el dominio de los computadores. Pero por una reacción comprensible, suele ocurrir que esas actividades, una vez dominadas por programas informáticos, ya no nos parecen tan inteligentes (Alfonseca,2016).

- ✓ Según Farid Fleifel Tapia (1956) la Inteligencia Artificial es una rama de la ciencia de la computación que estudia la resolución de problemas no algorítmicos mediante el uso de cualquier técnica de computación disponible, sin tener en cuenta la forma de razonamiento subyacente a los métodos que se apliquen para lograr esa resolución.

2.1.1. Campos de la Inteligencia Artificial

Existen muchas aplicaciones, completamente diferentes unas de otras, en algunas los resultados han sido espectaculares y se aproximan a lo que entendemos intuitivamente por una máquina que piensa, aunque cuando se analizan a fondo se ve que la supuesta

inteligencia no era tal, que se trata de aplicaciones programadas no muy diferentes de las que se utilizan en otros campos de la informática.

Son muchos los temas en los que ha sido posible aplicar técnicas de inteligencia artificial, hasta el punto de que este campo se parece a un pequeño cajón de sastre. Algunos de estos son:

- Algoritmos inteligentes para juegos
- Realización de razonamientos lógicos
- Reconocimiento automático de la palabra hablada
- Proceso de textos escritos
- Reconocimiento de imágenes y vehículos automáticos
- Agentes inteligentes, multiagentes
- Sistemas expertos
- Redes neuronales artificiales
- Computación cognitiva

El mundo amplio de la Inteligencia Artificial engloba muchas disciplinas, desde la medicina, ingeniería, educación, biología, arquitectura, comercio, etc. Tal como se puede observar en la figura 2.1.

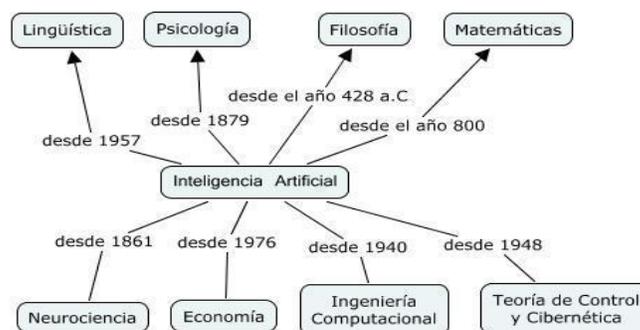


Figura 2.1. Disciplinas de la inteligencia artificial

Fuente: Instituto de Florida para la cognición humana y máquina (IHMC)

2.2. Sistema Expertos

Los Sistemas Expertos son sistemas informáticos que forman parte de la Inteligencia Artificial, teniendo la finalidad de incorporar una significativa cantidad de conocimientos acerca de un dominio, bien limitado y restringido, usando técnicas de razonamiento simbólico para resolver problemas en dicho dominio (Shulman,1978).

Una definición formal de los Sistemas Expertos es la aprobada por el comité del grupo de especialistas en Sistemas Expertos British Computer Society:

"Se considera que un sistema experto es la incorporación en un ordenador de un componente basado en el conocimiento, que se obtiene a partir de la habilidad de un experto, de forma tal que el sistema pueda dar consejos inteligentes o tomar decisiones inteligentes acerca de una función de procesamiento".

Según Giarratano y Riley (2001), los Sistemas Expertos tienen las siguientes características generales:

- ✓ **Alto desempeño.** El sistema debe tener la capacidad de responder a un nivel de competencia igual o superior al de un especialista en el campo. Esto significa que la calidad del consejo dado por el sistema debe ser muy alta.
- ✓ **Tiempo de respuesta adecuado.** El sistema debe actuar en un tiempo razonable, comparable o mejor al tiempo requerido por un especialista, para alcanzar una decisión. Si un Sistema Experto necesita un año para tomar una decisión que un especialista tomaría una hora, no sería muy útil. Las restricciones de tiempo en el desempeño de un Sistema Experto pueden ser especialmente severas en el caso de los sistemas en tiempo real, cuando una respuesta debe darse dentro de un intervalo.
- ✓ **Confiable.** El sistema experto debe ser confiable y no propenso a "caídas" o no será usado.
- ✓ **Comprensible.** El sistema debe ser capaz de explicar los pasos de su razonamiento mientras se ejecutan, de tal modo que sea comprensible. En

lugar de ser una “caja negra” que produce una respuesta milagrosa, el sistema debe tener capacidad de explicación, de la misma forma en que los especialistas pueden explicar su razonamiento.

- ✓ **Flexibilidad.** Debido a la gran cantidad de conocimientos que un sistema experto puede tener, es importante contar con un mecanismo eficiente para

2.2.1. Ventajas y limitaciones de los sistemas expertos

Las ganancias en tiempo y precisión resultantes del uso de los sistemas expertos son muy altas por las que existen varias razones para utilizarlos como alternativa a un programa tradicional, las más importantes son:

- ✓ **Producción y productividad.** Los sistemas expertos pueden trabajar más rápido que el experto humano, disponibles ininterrumpidamente de día y noche, ofreciendo su máximo desempeño.
- ✓ **Bajo costo.** El costo inicial puede ser elevado, gracias a la capacidad de duplicación, sin embargo, el precio final es a bajo costo.
- ✓ **Peligro reducido.** Los sistemas expertos pueden usarse en ambientes que podrían ser peligrosos para un ser humano.
- ✓ **Permanencia.** A diferencia de un experto humano, un sistema experto no envejece, y por tanto no sufre pérdida de facultades con el paso del tiempo.
- ✓ **Experiencia múltiple.** El conocimiento de varios especialistas puede estar disponible para trabajar simultáneamente y continuamente en un problema, a cualquier hora del día o de la noche. El nivel de experiencia combinada de muchos sistemas expertos puede exceder el de un solo especialista humano (Harmon, 1985).
- ✓ **Mayor confiabilidad.** Al proporcionar una segunda opción. Los sistemas expertos incrementan la confianza en que un especialista ha tomado la decisión correcta o al dar un voto de calidad en caso de desacuerdos entre varios especialistas. Por supuesto, este método probablemente no funcionará si uno de ellos fue quien programó al sistema, ambos deben coincidir siempre a menos que el especialista

haya cometido un error, lo que puede suceder si estaba cansado o baja presión (Giarratano y Riley, 2001)

- ✓ **Calidad.** Existe la probabilidad de aumentar la calidad proporcionando asesoría consistente y de esta manera se reduzcan las tasas de error.
- ✓ **Base de datos inteligente.** Los sistemas expertos pueden usarse para tener acceso a una base de datos en forma inteligente (Kerschberg 1986).

A comparación con el experto humano el sistema experto también presenta algunas desventajas como ser:

- ✓ **Creatividad.** El experto humano puede responder creativamente a situaciones inusuales, los sistemas expertos se limitan a esta situación.
- ✓ **Capacidad Sensorial.** El experto humano cuenta con un amplio rango de disponibilidad de experiencia sensorial, en cambio los sistemas expertos actualmente dependen de una entrada simbólica.
- ✓ **Degradación.** Los sistemas expertos no son buenos para reconocer problemas que estén fuera de su área.
- ✓ **Actualización.** Para actualizar el sistema experto necesita de una reprogramación.
- ✓ **Aprendizaje.** un experto humano aprende con relativa facilidad de sus errores y de errores ajenos, en cambio para el sistema experto es muy complicado.
- ✓ **Sentido Común.** para un sistema experto no hay nada obvio. Necesita de especificaciones para que algunas situaciones no se han posibles.
- ✓ **Lenguaje Natural.** Con un experto humano se puede mantener una conversación informal mientras que con un sistema experto esto no sucede.

2.2.2. Estructura de un sistema experto

Los componentes típicos que conforman al sistema experto son: la base de conocimientos, el motor de inferencia, la memoria de trabajo, la interfaz de usuario y el módulo de explicación, el módulo de aprendizaje es un elemento que puede o no estar en el sistema

experto. Los componentes anteriormente mencionados interactúan entre sí, como se muestra en la figura 2.2.

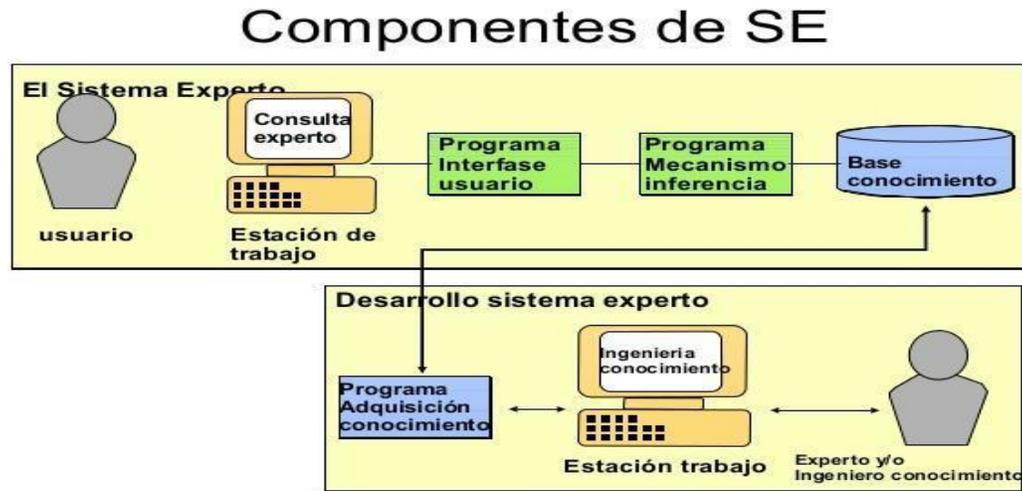


Figura 2.2. Componentes generales de un sistema experto
Fuente: [Sparfka, 1978]

Pino, Gómez y Martínez (2001) describen cada componente:

- a) La base de conocimientos está formada por toda la cantidad de información disponible sobre el campo en el que se desarrolla la aplicación. Esta información debe contener tanto como los hechos contrastados como las creencias y los heurísticos adquiridos por los especialistas a través de la experiencia, el orden en que los elementos básicos de información se incluyen en la base de conocimientos no es normalmente determinativo, es decir, pueden introducirse en la base tal como se extraen de especialista.

Algunos autores identifican a la base de conocimiento con el nombre de base estática, ya que el conocimiento contenido en esta no se modifica ni se actualiza durante los procesos de solución de problemas, a menos que el sistema posea un módulo de aprendizaje (González Pérez, 1995).

Posee las siguientes características:

- El conocimiento que aquí se incluye es estático.

- La calidad y cantidad determina la bondad del sistema experto en la solución de problemas del dominio.
 - Debe ser exhaustiva, es decir, debe incorporar todos los hechos y reglas necesarios para la solución de cualquier problema del dominio.
 - Debe ser consistente, sin reglas contradictorias, redundantes o innecesarias.
 - El conocimiento será de diferentes tipos, por lo que admitirá diversas formalizaciones para su representación y manipulación.
- b) La base de hechos está formada por los datos sobre la situación concreta que va a ser considerada, además puede utilizarse como memoria auxiliar o de trabajo para almacenar los modos de razonamiento y la forma en que han sido utilizados, de esta forma bajo los requerimientos del usuario final, el sistema ha de ser capaz de explicar cómo ha conseguido llegar a los resultados finales. Esta clarificación y transparencia en el modo de razonamiento es, la mayoría de las veces de vital importancia para el usuario final, debido al escepticismo aún existente en una gran parte de las ocasiones sobre el funcionamiento de estos sistemas.
- c) El motor de inferencias es un programa que se encarga de gestionar las informaciones existentes en la base de conocimientos y los datos de la base de hechos, afrontándolos para construir una serie de razonamientos que conduzcan a los resultados.

Básicamente puede utilizar dos modos de razonamientos diferentes: el “encadenamiento hacia adelante” (forward chaining) y el “encadenamiento hacia atrás” (backward chaining). En el primero una regla puede aplicarse cuando las condiciones indicadas en la parte de la premisa se cumplen, en el encadenamiento hacia atrás se parte de un conjunto de hipótesis que son contrastadas con las partes derechas de las reglas de la base de conocimiento.

Según Turban (1992), el motor de inferencia tiene tres elementos principales.

- Intérprete. Ejecuta la elección hecha por la estrategia de control para ejecutar las reglas correspondientes de la base de conocimientos.

- Estrategias de control. Estima los efectos de aplicar determinadas reglas de inferencia por propiedades u otro criterio definido.
- Verificador de la coherencia. Intenta mantener consistencia de la información en la solución emergente.

Para su implementación, se establecen las siguientes condicionales:

- No debe contener información sobre el dominio específico del problema
- No puede ser completamente independiente del tipo de problema a resolver.
- Las rutinas no deben ser tan especializadas para que puedan ser aplicadas en otro tipo de programas.

Sánchez Beltrán (1990), ha definido algunas características del motor de inferencia:

- El lenguaje con el que ha sido escrito.
 - La velocidad del trabajo.
 - Las estrategias de control que utiliza
 - La posibilidad de utilizar meta conocimiento.
 - El orden de la lógica que emplea.
 - El método de evaluación.
- ✓ Módulo de explicación. Usando el módulo de explicación, un sistema experto puede proporcionar una explicación al usuario de por qué está haciendo una pregunta y cómo ha llegado a una conclusión.

La interfaz en el sistema experto, permite el diálogo usuario- computador, el cual puede efectuarse más efectivamente en un lenguaje natural, que suele presentarse como preguntas y respuestas, en algunas ocasiones se complementan con gráficas. El diálogo activa la máquina de inferencia para asociar los síntomas del problema con el conocimiento en la base de conocimiento y generar el consejo.

2.3. Metodologías para el desarrollo de sistemas expertos y metodologías ágiles para el desarrollo de software móvil

Al igual que para desarrollar un sistema de información convencional existen varias metodologías de desarrollo como la ingeniería de la información, tendencias estructuradas y orientadas a objetos, así existen varias metodologías para desarrollar un sistema experto. El área de sistemas expertos es relativamente joven por lo cual no se dispone de una única metodología, sino que cada autor propone una de acuerdo a su forma de desarrollo. Sin embargo, existen algunas que han tenido éxito más que otras lo cual ha llevado a su mayor difusión (Durkin,1994).

Entre las metodologías de desarrollo de sistemas expertos tenemos:

- ✓ Metodología de Buchanan
- ✓ Metodología de Grover
- ✓ Metodología de Brule
- ✓ Metodología de Blanque y García Martínez
- ✓ Metodologia KADS

En la metodología Buchanan la adquisición de conocimiento, el ingeniero de conocimiento procede a través de una serie de etapas para producir un sistema experto, la característica más importante de esta metodología es la constante relación entre el ingeniero de conocimiento y el experto en el área. Se destacan 5 etapas fundamentales como se muestra en la figura 2.3.

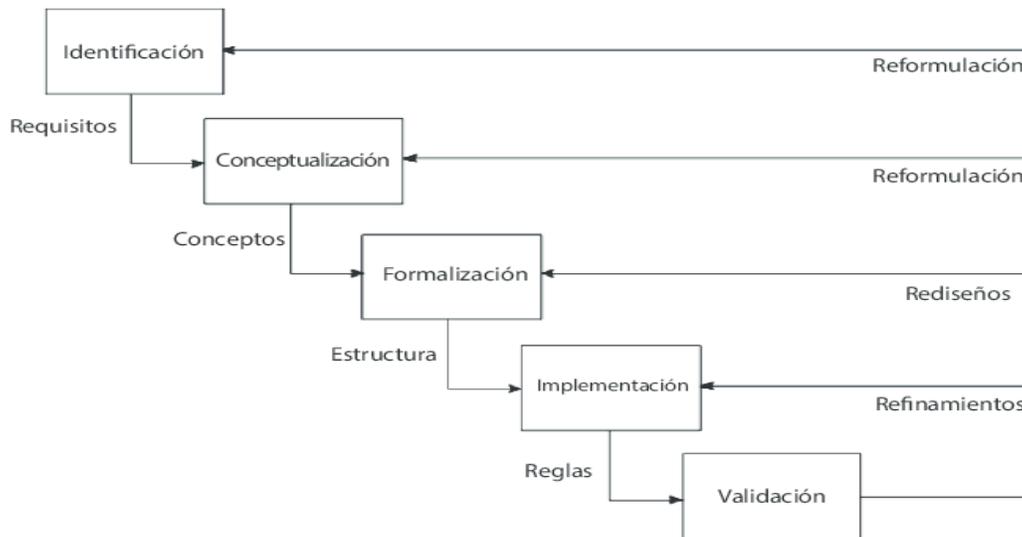


Figura 2.3. Metodología Buchanan
Fuente: [Durkin Jhon, 1994]

Las etapas de la metodología Buchanan es:

- **Etapa de identificación.** En esta etapa se identifican los participantes y roles, los recursos, fuentes de conocimiento, además que se establecen las facilidades computacionales y presupuestos.
- **Etapa de conceptualización.** En esta etapa se toman en cuenta con sumo interés, pues el experto del área es quien conocen detalle los fundamentos particulares.
- **Etapa de formalización.** En esta etapa se identifican los conceptos relevantes, el resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos son una especificación parcial para construir un prototipo de la base de conocimiento.
- **Etapa de Implementación.** En esta etapa se formaliza el conocimiento obtenido del experto y se elige la organización, el lenguaje y el ambiente de programación.

- **Validación.** Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificando la performance del sistema.

En el mundo del desarrollo de software existen muchos métodos de desarrollo, cada uno con sus puntos fuertes y sus puntos débiles. Las características importantes de la gran mayoría del desarrollo móvil es su corta duración, esto se debe a factores como la gran competencia en el sector, los cambios en el mismo con la aparición, casi constante, de novedades tanto software como hardware (Ramírez, 2013).

La Metodología MOBILE-D es parte de la creación del proyecto “ICARUS” en el 2004, posee cualidades de muchas otras metodologías como ser Xtreme Programming, Crystal Methodologies y Rational Unified Process (Agile,2008).

Mobile-D tiene el objetivo de ser una metodología de resultados rápidos, con mira a grupos de pocas personas o pequeños grupos, los integrantes del grupo deben poseer una habilidad y capacidad similar entre todos (Alipknot, 2014).

Las ventajas de esta metodología son las siguientes:

- Un costo bajo al realizar el proyecto.
- Entrega de los resultados de manera rápida.
- Asegura el software adecuado en el momento preciso.

La metodología también cuenta con algunas desventajas:

- No sirve para grupos de desarrollo grandes y segmentados.
- Depende de buena comunicación entre los miembros.

En la figura 2.4. se puede observar que la metodología cuenta con cinco fases por las cuales pasa el producto a desarrollarse, la línea de producción empieza con la fase de exploración, después pasa a la fase de iniciación, luego pasa a la fase de producto, posteriormente a la fase de estabilización y la fase de pruebas

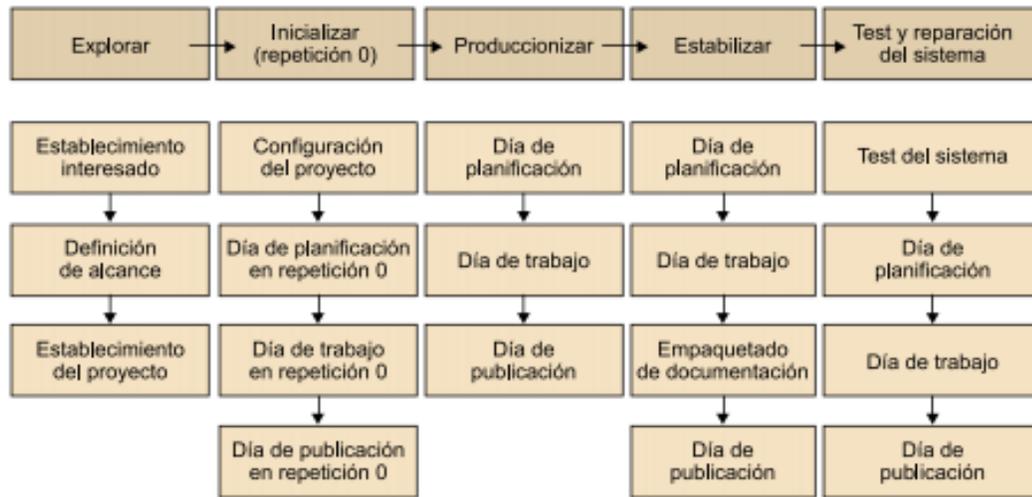


Figura 2.4. Ciclo de desarrollo de Mobile-D
Fuente: [Ramírez, 2013]

- ✓ **Fase de exploración.** Se centra la atención a la planificación y a los conceptos básicos del proyecto, se realizan los alcances del proyecto y su establecimiento con las funcionalidades donde se va a llegar. El propósito de esta fase es la planificación y establecimiento de una buena planificación “A well planned is half done”, esta fase es importante para establecer las bases para una implementación bien controlada de software, la arquitectura del producto, el proceso de desarrollo y la selección del medio ambiente (Agile,2008).
- ✓ **Fase de Iniciación.** En la iniciación se configura el proyecto y se preparan todos los recursos necesarios, se le dedica un día a la planificación y el resto al trabajo y publicación, también se establece el entorno técnico.
- ✓ **Fase de Producto.** Antes de iniciar el desarrollo de una funcionalidad debe existir una prueba que verifique su funcionamiento, en esta fase se lleva a cabo toda la implementación de los módulos. El propósito de la fase de producción es implementar la funcionalidad requerida en el producto mediante la aplicación del ciclo de desarrollo iterativo e incremental, usa los mismos roles que las anteriores

fases, sin embargo, la comunicación con el cliente se debe realizar con retroalimentación rápida durante la ejecución de esta fase para lograr resultados satisfactorios.

- ✓ **Fase de estabilización.** En esta fase se llega a la integración para vincular los módulos separados en una única aplicación, el propósito de esta fase de estabilización es asegurar la calidad de la implementación del proyecto.
- ✓ **Fase de prueba.** Se pasa al testeo hasta tener una versión estable del producto según lo establecido por el cliente. Si es necesario se reparan errores, pero no se desarrollada nuevo. Una vez terminado todas las fases se debería contar con una aplicación publicable y entregable al cliente, el propósito principal de esta fase de prueba es ver si el sistema productos implementa la funcionalidad definida del cliente correctamente, proporcionar la retroalimentación al equipo de desarrollo de los defectos y errores encontrados en la funcionalidad del software para ser corregidos estos defectos encontrados.

2.4. Tecnología de software

2.4.1. Dispositivos móviles

La línea entre lo que es un dispositivo móvil y lo que no lo es puede ser un poco difusa, pero en general, se pueden definir como aquellos micro ordenadores que son lo suficientemente ligeros como para ser transportados por una persona, y que disponen de la capacidad de batería suficiente como para poder funcionar de forma autónoma (Tardáguila, 2006).

2.4.1.1. Tipos de dispositivos móviles

- ✓ **Teléfonos móviles y Smartphones.** Entre los dispositivos móviles son los más ligeros, portables y cómodos, su principal función es permitir recibir y realizar llamadas; sin embargo, cada vez tienen mayores aplicaciones y funcionalidades que los hacen más atractivos para los consumidores. Tales como mejor en cámara de fotos, grabación de vídeos, video llamadas, GPS, lectura y edición de documentos, entre otros.

- ✓ **PDA a Tablets.** Los PDA es un asistente digital personal, sirven como organizadores electrónicos que contienen agenda, calendario y lista de contacto, con el paso del tiempo esta tecnología ha ido creciendo y actualmente lo conocemos como Tablet y han sido útiles para la lectura de libros, video llamadas entre otros, casi simulando en su totalidad a un teléfono móvil.
- ✓ **Videoconsola portátil.** Son dispositivos diseñados especialmente para jugar, para escuchar música y almacenar información como fotos o archivos e incluso navegar en internet. En la actualidad existe gran demanda en estos dispositivos que al paso de los años también han ido creciendo, como, por ejemplo: el PSP o Playstation Portable y el Nintendo DS.

2.4.2. Sistema operativo para dispositivos móviles

Según el documento “Acércate @ las TIC” ¹la tendencia actual es uniformar los sistemas operativos en los ordenadores, teléfonos y tabletas.

Los fabricantes de sistemas operativos han creado versiones del mismo sistema operativo adaptadas a los procesadores y tamaños de pantalla de los diferentes dispositivos. A día de hoy, existen tres grandes organizaciones rivales que coexisten en el mercado. Apple, Google y Microsoft, cada uno de ellos están especializados en diferentes marcas y modelos de dispositivo.

- ✓ **Apple.** Es la empresa con mayor experiencia en el mercado de dispositivos portátiles. Su sistema operativo se conoce como iOS que equipa los teléfonos y tabletas. El principal inconveniente de iOS es que no es un sistema abierto, la participación de terceras empresas en el desarrollo de programas o equipos se hace a través de la concesión de licencias comerciales.

¹en la ciudad de Navarra- España, el ministerio de industria, turismo y comercio el año 2008 ha promovido la iniciativa “Acércate @ las TIC” que es un documento electrónico dirigida a la formación de la población en las nuevas tecnologías de la información.

- ✓ **Google.** Por su parte esta empresa está asociada al sistema operativo Android, que equipa a numerosos modelos de Smartphone y tabletas, la mayor parte de Android es de código abierto lo que permite que terceras empresas puedan desarrollar aplicaciones y mejoras del sistema operativo sin necesidad de pagar derechos por licencia de uso.
- ✓ **Microsoft.** También participa del mercado de los dispositivos portátiles, tras las versiones adaptadas de Windows para teléfonos inteligentes y tabletas (Windows Phone y Windows Mobile), Microsoft ha optado también por uniformar el entorno de trabajo y las licencias comerciales de uso, bajo su nuevo sistema operativo Windows 8.

2.4.3. JQuery Mobile

Jquery Mobile es un framework de interfaz gráfica especialmente diseñado para el desarrollo de aplicaciones web para móviles que pretende unificar el diseño de interfaces de usuario para la mayoría de dispositivos móviles del mercado (Lancker, 2008).

El objetivo principal de este framework es conseguir una misma sensación de navegación por parte del usuario final en la mayoría de los dispositivos móviles.

2.4.3.1. Características de JQuery Mobile

Lancker (2008) señala que las principales características de JQuery Mobile son las siguientes:

- Basado en el núcleo de JQuery.
- Compatible con la mayoría de los dispositivos y navegadores.
- Tamaño reducido, alrededor de los 20k.
- Uso de HTML5 y sus características para evitar tener que escribir scripts.
- Mejora progresiva, introduciendo todas las nuevas características a la gran mayoría de dispositivos.
- Accesibilidad, asegurando que las aplicaciones implementadas con JQuery Mobile funcionara correctamente en los lectores de pantalla.
- Sencilla modificación del diseño base.

2.4.3.2.Arquitectura de JQuery Mobile

El framework se apoya en **data-atributos** de html5 para generar para generar una presentación orientada al móvil, y está a la vez utiliza el atributo **data-role** para asignar diferentes roles a las diferentes partes de la página.

En la figura 2.3. se observa los roles de la página, cabecera, contenido y pie

```
1 <html>
2 <head>
3 <link rel="stylesheet"
4 href="http://code.jquery.com/mobile/1.4.2/jquery.mobile-1.4.2.min.css" />
5 <script src="http://code.jquery.com/jquery-1.9.1.min.js"></script>
6 <script
7 src="http://code.jquery.com/mobile/1.4.2/jquery.mobile-1.4.2.min.js"></scr
8 </head>
9 <body>
10
11 <div data-role="page">
12 <div data-role="header">
13 <h6>Cabecera de la pagina</h6>
14 </div>
15
16 <div data-role="content"><a
17 href="pagina2.html" data-role="button">
18 Ir a la pagina 2</a>
19
20 </div>
21
22 <div data-role="footer">
23 <h6>Pie de la pagina</h6>
24 </div>
25 </body>
26 </html>
```

Figura 2.5. Arquitectura de JQuery Mobile

Fuente: Depto. Ciencia de la Computación e IA All rights reserved

2.4.4. PHP

PHP es un lenguaje de código abierto muy popular, adecuado para desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML. Es popular porque un gran número de páginas y portales web están creadas con PHP (Matich, 2011).

Código abierto significa que es de uso libre y gratuito para todos los programadores que quieran usarlo. Incrustado en HTML significa que en un mismo archivo vamos a poder combinar código PHP con código HTML, siguiendo unas reglas.

Algunas de las principales características de php son

- Gran extensión de documentación.
- Variedad de herramientas para aprender.
- Mucha oferta de trabajo.
- Permite programación orientada a objetos.
- Módulos externos para mejorar la aplicación web.
- Se puede separar la estructura.
- La libertad es un bien muy preciado

2.5. Redes Neuronales

Existen numerosas formas de definir a las redes neuronales. Por ejemplo:

- a) Una nueva forma de computación, inspirada en modelos biológicos.
- b) Un modelo matemático compuesto por un gran número de elementos procesales organizados en niveles.
- c) Un sistema de computación compuesto por un gran número de elementos simples, elementos de procesos muy interconectados, los cuales procesan información por medio de su estado dinámico como respuesta a entradas externas (Olazarán, 1993).

2.5.1. Ventajas de las redes neuronales

Según Olazarán (1993) señala que, debido a su constitución y a sus fundamentos, las redes neuronales presentan un gran número de características semejantes a las del cerebro, ya que son capaces de aprender de la experiencia, de generalizar de casos

anteriores a nuevos casos, de abstraer características esenciales a partir de entradas que representan información irrelevante. Esto hace que ofrezcan numerosas ventajas:

- Aprendizaje Adaptivo. Capacidad de aprender a realizar tareas basadas en un entrenamiento o en una experiencia inicial.
- Auto organización. Una red neuronal puede crear su propia organización representando la información que recibe mediante una etapa de aprendizaje.
- Tolerancia a fallos. La destrucción parcial de una red conduce a una degradación de su estructura; sin embargo, algunas capacidades de la red se pueden retener, incluso sufriendo un gran daño.
- Operación de tiempo real. Los cálculos neuronales pueden ser realizados en paralelo; para esto se diseñan y fabrican máquinas con hardware especial para obtener esta capacidad.
- Fácil inserción. Dentro de la tecnología existente. Se pueden obtener chips especializados para redes neuronales que mejoran su capacidad en ciertas tareas. Ello facilitará la integración modular en los sistemas existentes.

2.5.2. Neurona biológica

La teoría y modelado de redes neuronales artificiales está inspirada en la estructura y funcionamiento de los sistemas nerviosos, donde la neurona es el elemento fundamental con una propiedad principal, la excitabilidad o capacidad de responder a cualquier modificación del ambiente mediante señales bioeléctricas. El propósito del sistema nervioso es el realizar tareas principalmente de coordinación y control del cuerpo humano y otras de tipo cognoscitivo como reconocer un rostro familiar, hablar, comprender el lenguaje y recuperar contextualmente información apropiada desde la memoria [Antrás et, 1998].

2.5.2.1. Estructura de la neurona

Las neuronas son el elemento más importante del sistema nervioso en el ser humano, pues a pesar de contener los mismos elementos que cualquier otra célula biológica,

contiene además elementos característicos que la diferencian, como la forma de conexión entre ellas formando lo que denominamos cerebro, la reacción a pequeñas descargas electroquímicas, y otras características morfológicas como se estudia a continuación [Hilera y Martínez, 2000].

Una neurona consta de un cuerpo celular más o menos esférico, de 5 a 10 micras de diámetro, del que salen ramas cortas llamadas dendritas, un cuerpo celular llamado soma, y una rama principal de salida llamada axón, de 0,1 mm a 1 mm. A su vez, el axón contiene ramas llamadas terminales axónicos. Todas estas ramas son las que relacionan las células con otras neuronas [Dihigo y Menéndez, 1987]

En la Figura 2.6. se muestra la estructura de una neurona biológica.

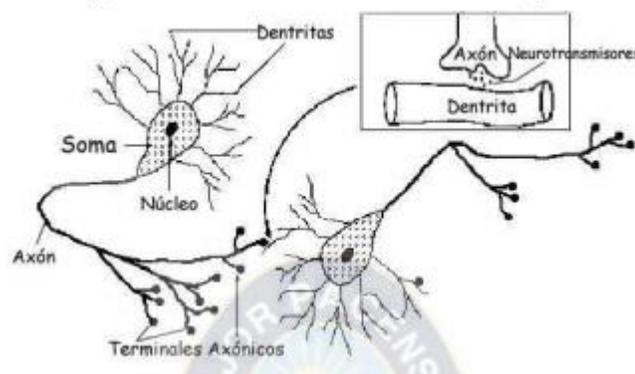


Figura 2.6. Estructura de una neurona biológica
Fuente: Antrás et. Al., 1998

Cuando llega una señal a los terminales axónicos se liberan neurotransmisores, que son una sustancia química que interviene en la producción de impulsos nerviosos en las uniones sinápticas. Estos provocan una despolarización que se realimenta y se transmite a las regiones vecinas, por lo que se podría decir que las señales procedentes de otras neuronas actúan acumulativamente. Si la acumulación del potencial supera un umbral, se produce un disparo por el axón, provocando disminuciones del potencial en la membrana de la neurona (sinapsis de excitación), es cuando comienza una entrada

masiva de iones de sodio que invierten la polariza de la membrana. Caso contrario la sinapsis tiene un efecto negativo (sinapsis de inhibición), que estabiliza el potencial de la membrana [Hilera y Martínez,2000]

2.5.3. Neurona artificial

Una neurona artificial, pretende simular el modelo y las características más importantes de la neurona biológica; es una unidad de procesamiento constituido por el núcleo, uno o varias entradas y una salida. Las entradas que representan señales que provienen de otras neuronas, el núcleo es el encargado de proporcionar un valor de salida basado en una función umbral que la neurona debe sobrepasar para activarse. La salida normalmente se conecta a otras neuronas. La transmisión sináptica es trasladada dentro los números reales donde a cada entrada se le multiplica un valor llamado peso antes de ingresar enteramente núcleo [BASOGAIN, 2003].

2.5.4. Red neuronal artificial

Las redes neuronales son modelos, generalmente llamados modelos conexionistas, que intentan reproducir el comportamiento del cerebro, referente a su arquitectura y funcionamiento. Las redes neuronales están compuestas de un gran número de unidades de procesamiento conocidas como neuronas artificiales, trabajando al mismo tiempo para la solución de problemas específicos. El diseño de la red está determinado mayormente por las conexiones entre sus elementos [BASOGAIN, 2003].

2.5.5. Estructura de una red neuronal artificial

A continuación, se puede ver en la figura 2.7., un esquema de una red neuronal multicapa que consiste en capa de entrada, capas ocultas y una capa de salida

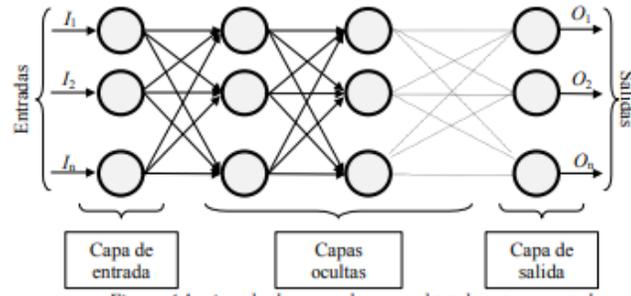


Figura 2.7. Esquema de una red neuronal
Fuente: Damián Jorge Matich, 2001

Una red neuronal está constituida por neuronas interconectadas y arregladas en tres capas. Los datos ingresan por medio de la “capa de entrada” pasan a través de la “capa oculta” y salen por la “capa de salida”. Cabe mencionar que la capa oculta puede estar constituida por varias capas.

- **De entrada:** es la capa que recibe directamente la información proveniente de las fuentes externas a la red.
- **Ocultas:** son internas a la red y no tienen contacto directo con el entorno exterior. Pueden estar interconectados de distintas maneras, lo que determina junto con su número las distintas tipologías de redes.
- **De salida:** transfieren información de la red hacia el exterior.

En la figura 2.8. se compara una neurona biológica con una neurona artificial, en la misma se puede notar similitudes entre ambas.

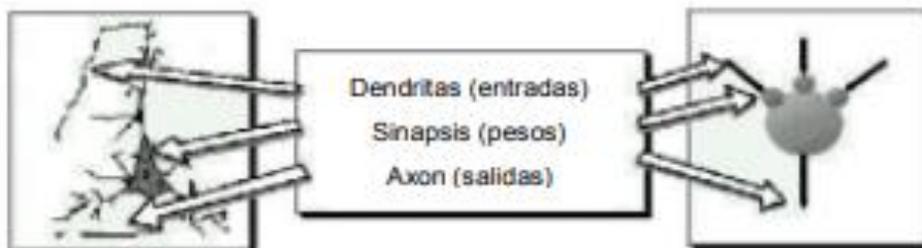


Figura 2.8. Similitud entre neurona biológica y neurona artificial
Fuente: Damián Jorge Matich, 2001

Las redes neuronales artificiales son motivadas por ciertas cualidades de su modelo real, por lo cual el desafío es producir un modelo que tenga estas características.

- Las señales que llegan, son las entradas a las neuronas (X_i).
- Son ponderadas (Atenuadas o amplificadas). A través de un parámetro llamado peso (W_i).
- Estas señales pueden excitar a la neurona (peso positivo) o inhibir (peso negativo).
- El efecto es la suma de las entradas ponderadas. Si la suma es mayor al umbral de la neurona, entonces la neurona se activa produciendo una salida.
- Las neuronas que aprende la red (valor que se calcula mediante una ecuación matemática).

En la Figura 2.9. se muestra la estructura básica de una neurona artificial.

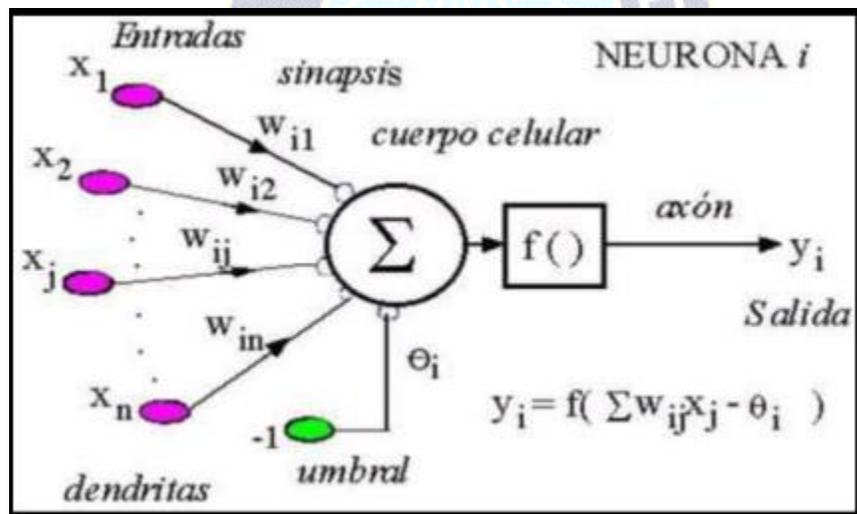


Figura 2.9. Neurona Artificial

Fuente: Nacelle, 2009

Donde $y_i(t) = f\left(\sum_{j=1}^n w_{ij}x_j - \theta_i\right)$ es el modelo matemático más elemental, la función de activación se suele considerar determinista, y en la mayor parte de los modelos es monótona creciente y continua.

En la figura 2.10 se muestra una tabla donde la forma $y_i(t) = f(x)$ es de las funciones de activación más empleadas en las redes neuronales artificiales.

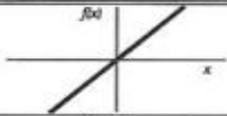
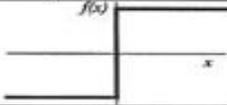
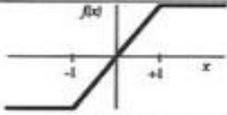
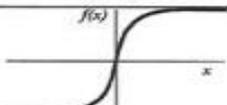
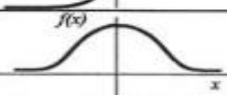
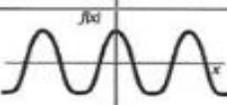
	Función	Rango	Gráfica
Identidad	$y = x$	$[-\infty, +\infty]$	
Escalón	$y = \text{sign}(x)$ $y = H(x)$	$\{-1, +1\}$ $\{0, +1\}$	
Lineal a tramos	$y = \begin{cases} -1, & \text{si } x < -1 \\ x, & \text{si } -1 \leq x \leq 1 \\ +1, & \text{si } x > 1 \end{cases}$	$[-1, +1]$	
Sigmoidea	$y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$ $y = \text{tgh}(x)$	$[0, +1]$ $[-1, +1]$	
Gaussiana	$y = Ae^{-Bx^2}$	$[0, +1]$	
Sinusoidal	$y = A \text{sen}(\omega x + \varphi)$	$[-1, +1]$	

Figura 2.10. Función de Activación más empleadas
Fuente: Nacelle, 2009

2.5.6. Tipos de arquitectura de las redes neuronales

- **Red mono capa:** corresponde a la red neuronal más sencilla ya que se tiene una capa de neuronas que proyectan las entradas a una capa de neuronas de salida donde se realizan los diferentes cálculos.
- **Red multicapa:** es una generalización de la anterior, existiendo un conjunto de capas intermedias entre la capa de entrada y de la salida, este tipo de red puede estar total o parcialmente conectada.
- **Red recurrente:** este tipo de red se diferencia de las anteriores en la existencia de lazos de realimentación en la red. Estos lazos pueden ser entre neuronas de diferentes capas, neuronas de la misma capa o entre una misma neurona. Esta

estructura la hace especialmente adecuada para estudiar la dinámica de los sistemas no lineales.

2.5.7. Perceptrón

Matich (2001) describe al perceptron de la siguiente manera:

El perceptrón es la red neuronal más básica que existe de aprendizaje supervisado que data de los años 50. El funcionamiento del perceptrón es muy sencillo, simplemente lee los valores de entrada, suma todas las entradas de acuerdo a unos pesos y el resultado lo introduce en una función de activación que genera el resultado final. Las principales limitaciones del perceptrón son que sirve únicamente para problemas linealmente separables y que sean de dos clases. Es decir, que el perceptrón solo lo podemos usar cuando el problema sea distinguir entre una de dos posibles clases y, que, trazando una línea, plano o hiperplano en un plano o hiperplano, se puedan separar perfectamente estas dos clases.

El entrenamiento del perceptrón no es más que determinar los pesos sinápticos y el umbral que mejor hagan que la entrada se ajuste a la salida. Para la determinación de estas variables, se sigue un proceso adaptivo. El proceso comienza dando valores aleatorios y se van modificando estos valores según la diferencia entre los valores deseados y los calculados por la red.

En resumen, el perceptrón aprende de manera iterativa siguiendo estos pasos.

- a) Inicializar pesos y umbrales
- b) Bucle: hasta resultados de pesos sea aceptable-

2.5.7.1. Arquitectura del perceptron

En la Figura 2.11. se muestra la arquitectura básica del perceptron simple

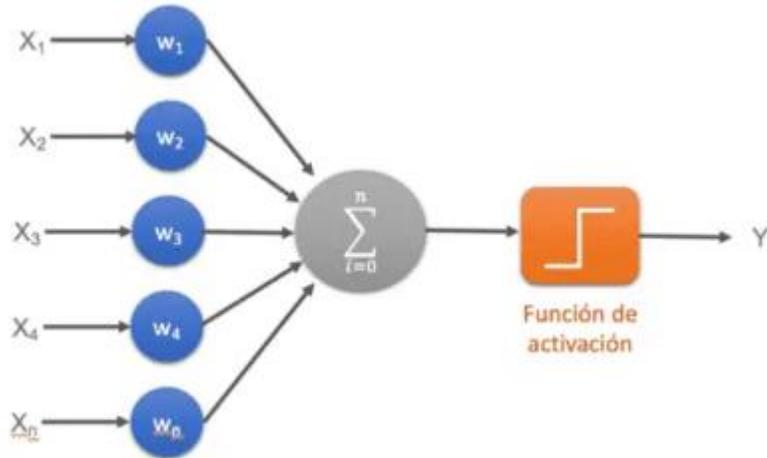


Figura 2.11. Arquitectura del perceptrón simple
Fuente: Diego Calvo, 2018

- **Conjunto de entradas X_1, \dots, X_n :** representan las entradas de la red neuronal
- **Pesos sinápticos W_1, \dots, W_n :** Cada entrada tiene un peso que se va ajustando de forma automática a medida que la red neuronal va aprendiendo.
- **Función de agregación, Σ :** Realiza el sumatorio de todas las entradas ponderadas por sus pesos.
- **Función de activación, F :** se encarga de mantener el conjunto de valores de salida en un rango determinado, normalmente $(0,1)$ o $(-1,1)$
- **Salida, Y :** Representa el valor resultante tras pasar por la red neuronal.

2.5.8. Evaluación psicológica utilizando redes neuronales

La evaluación se hará considerando el trastorno de conducta (patrón). Para el patrón es definido un conjunto de síntomas (características) $[S_1, S_2, \dots, S_m]$. Los síntomas pueden tener un grado de importancia diferente. El problema de evaluación de los trastornos de conducta consiste en identificar el tipo de trastorno según su clasificación mediante los siguientes síntomas:

- S_1 tiene un peso de 3
- S_2 tiene un peso de 0

- S₃ tiene un peso de 1
- S₄ tiene un peso de 0
- S₅ tiene un peso de 0
- S₆ tiene un peso de 1
- S₇ tiene un peso de 4

		TRASTORNO	
	UMBRAL	10	
		3	
SINTOMAS		0	PESOS
		1	
		0	
		0	
		1	
		4	
		9	

UMBRAL de 10

Base de Hechos:

Se identifica al paciente X el cual presenta los síntomas ().

Problema: Controlar la enfermedad que tiene el paciente X. Para hallar el diagnostico exacto se tiene el siguiente algoritmo, para el trastorno:

```

INICIO
SUMA ← Sume los pesos asociados al síntoma X;
SI (SUMA ≥ UMBRAL)
Entonces el paciente tiene el tipo de trastorno de conducta
FIN-SI

```

2.6. Trastornos de conducta

Los denominados trastornos de conducta en la niñez se están convirtiendo en una fuente de preocupación para las familias, la escuela y la sociedad en general. Aparecen cuando los niños tienen que cumplir ciertas normas y someterse a un cierto grado de disciplina (Díaz, Jordán, Vallejo y Comeche, 2006).

La mayor parte de los problemas de conducta que muestran los niños pueden explicarse como desajuste dentro de su contexto familiar, escolar o social, pero si esta permanece en el tiempo, los niños que lo presentan pueden ser señalados como problemáticos con la consiguiente etiqueta que, además, suele ir acompañada de otros problemas que dificultaran las posibilidades de adaptación y normalización de su desarrollo. Por otra parte, la gravedad o intensidad de los problemas de conducta es amplia y va desde problemas cotidianos más o menos intensos o incómodos hasta los desórdenes del comportamiento recogidos en las clasificaciones internacionales.

Las intervenciones en los problemas de conducta requieren un trabajo coordinado y conjunto por parte de todos los agentes implicados en el desarrollo psicosocial del niño. En el nivel preventivo son necesarias actuaciones y programas dirigidos a los padres y al ámbito escolar que faciliten al niño un entorno sano y acogedor (Kazdin, 1995).

2.6.1. Clasificación de los trastornos de conducta según el dsm-5

El DSM-5 es un volumen estandarizado que detalla y clasifica los trastornos mentales para la mejoría de la diagnosis, del tratamiento, y de la investigación en el campo de la psiquiatría. Este manual es de suma importancia al hacer evaluaciones de trastornos mentales ya que presenta los siguientes puntos:

- El manual DSM-5 consiste en descripciones, síntomas y otros principios que ayuden a clínicos a evaluar y a clasificar desórdenes psicológicos en niños.

- Aparte de la clasificación del contenido, DSM-5 también refleja el actual acuerdo de escolares, de médicos y de investigadores en la comprensión actual de desórdenes psicológicos.
- El uso del DSM-5 habilita a médicos a comunicar sobre sus pacientes, investigación sobre las consideraciones diagnosticadas a continuar para el revelado de protocolos más efectivos de la medicación así como de otras intervenciones y a revisiones anticipadas basadas en los nuevos discernimientos basados en una base de datos común de diagnóstico y del tratamiento.

Dentro de la clasificación diagnóstica de los trastornos mentales DSM-5, este tipo de trastorno se encontraría bajo el epígrafe de los “Trastornos destructivos de la conducta” y establecen las siguientes categorías.

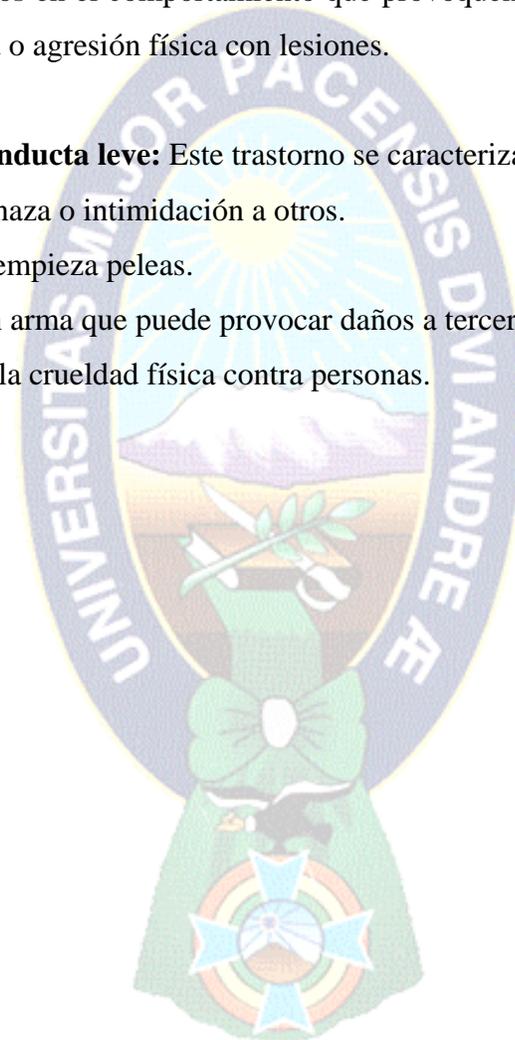
- a) **Trastornos negativista desafiante:** A veces, es difícil reconocer la diferencia entre un niño de carácter fuerte o emocional y un niño con trastorno negativista desafiante. Es normal observar una conducta negativista en ciertas etapas del desarrollo de un niño. Por lo general comienza durante los años preescolares, estos comportamientos causan un deterioro importante en la vida familiar, en las actividades sociales y en la vida escolar. El DSM-5 enumera los criterios para diagnosticar el trastorno negativista desafiante el cual comprende síntomas emocionales y de comportamiento.
- Pierde los estribos a menudo y con facilidad
 - Se irrita o enoja con otras personas con frecuencia
 - Se enoja o resiente con frecuencia
 - A menudo, discute con los adultos o con las personas con autoridad
 - A menudo, desobedece de forma activa o se niega a cumplir con los pedidos o con las reglas
 - Suele ser rencoroso o vengativo

b) **Trastorno explosivo intermitente:** Caracterizados por arrebatos recurrentes en el comportamiento que reflejan una falta de control de los impulsos de agresividad, manifestada por los siguientes síntomas:

- Agresión verbal agresión física contra la propiedad, los animales u otros individuos, en promedio dos veces por semana, durante un periodo de tres meses, agresión física sin lesiones.
- Tres arrebatos en el comportamiento que provoquen daños o destrucción de la propiedad o agresión física con lesiones.
- Impulsivo

c) **Trastorno de la conducta leve:** Este trastorno se caracteriza por

- Acoso, amenaza o intimidación a otros.
- A menudo, empieza peleas.
- Ha usado un arma que puede provocar daños a terceros.
- Ha ejercido la crueldad física contra personas.



CAPITULO III

3. MARCO APLICATIVO

3.1. Introducción

En este capítulo se presenta el desarrollo del diseño y la construcción del sistema experto mediante una aplicación móvil, guiado por ambas metodologías, la metodología Móvil-D orientada a las aplicaciones móviles y la metodología Buchanan orientada al desarrollo de los sistemas experto, unificadas en cada una de sus fases con el único fin que la aplicación se ajuste a las necesidades y requerimientos planteados.

3.2. Desarrollo de la metodología móvil-d y la metodología buchanan

Para la presente tesis se toma como base fundamental a la metodología Buchanan unificado con las características principales de la metodología Móvil-D. en la figura 3.1. se puede observar el trabajo en conjunto que se hace entre ambas metodologías, relacionando las tareas que cada una de ellas requiere para su correcta implementación y desarrollo.

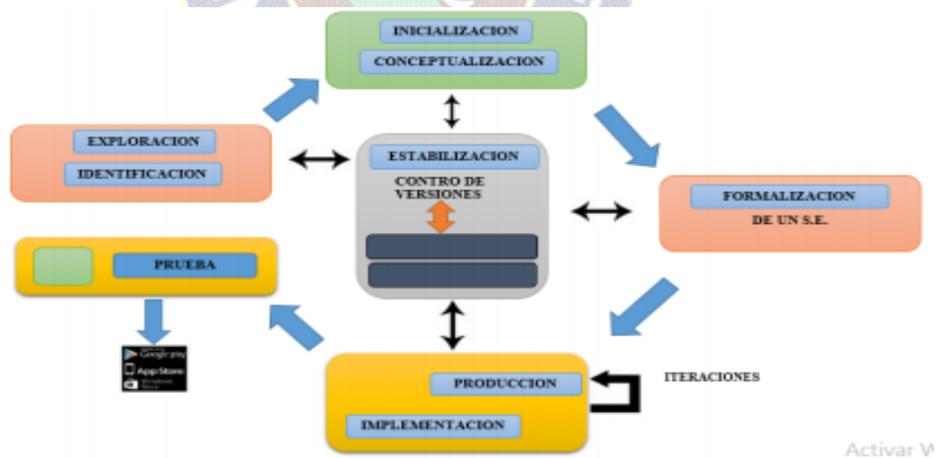


Figura 3.1. Diagrama conjunto Móvil-D y Buchanan
Fuente: [Ticona, 2017]

Dentro de la metodología Buchanan que consta de una serie de etapas, la fase 4, se hace uso del motor de inferencia identificado por la función OR, descrito en la figura 3.2.

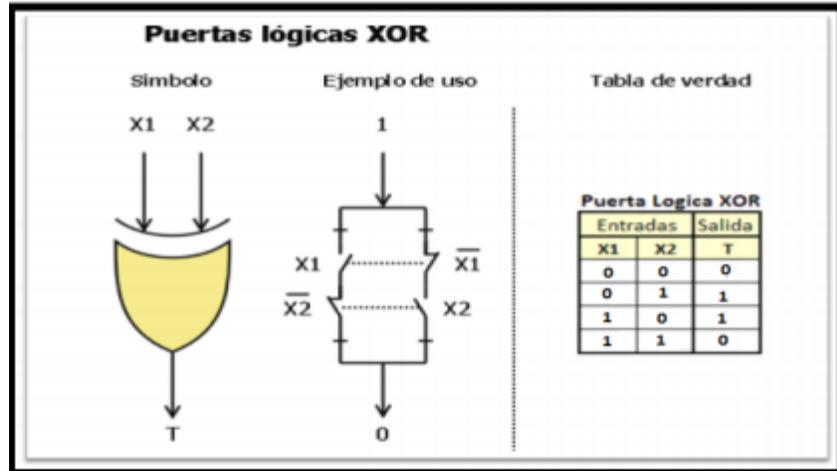


Figura 3.2. función XOR
Fuente: [Saravia, 2016]

En la base de reglas que se utiliza para las redes neuronales, cada regla es asignada por un valor entre $[-1,1]$, de esta manera es como se refleja el funcionamiento del sistema experto móvil.

3.2.1. Fase de exploración e identificación

En ambas metodologías Móvil-D y Buchanan la fase de identificación es la más relevante porque se identifican los actores involucrados y fuentes de conocimientos para la presente tesis, además se determina roles durante el proceso.

a) Componentes del sistema experto.

- **Experto en el área.** El sistema experto móvil se enfoca en el área de la psicología, por lo cual se optó tener la ayuda directa de una experta psicóloga, la cual aportó todo su conocimiento acerca del proceso de la evaluación de los trastornos de conducta, además se buscó información existente en: libros, revistas y todas las fuentes de información referentes al desarrollo mental de los niños.

- **Ingeniero del conocimiento.** Es la persona encargada en diseñar y construir el sistema experto móvil, la cual plantea una serie de preguntas al experto humano, realiza la estructuración de sus conocimientos y junto a las fuentes de información se implementa la base de conocimientos.
- **Usuarios.** El desarrollo del sistema experto móvil está orientado a usuarios que se encargaran de realizar la evaluación de trastornos de conducta.
- **Dispositivo móvil.** Es una aplicación móvil donde se va a simular el sistema experto, es decir, todo el diseño y construcción del sistema experto es realizado por el ingeniero de conocimiento con las herramientas necesarias para el desarrollo de la aplicación móvil.

En la figura 3.3. se observa a los componentes del sistema experto interrelacionándose para lograr una sola finalidad, el evaluar la existencia de trastornos de conducta en niños



Figura 3.3. Componentes del sistema experto
Fuente: [Elaboración propia]

La fase de exploración se caracteriza por identificar a los usuarios involucrados para el desarrollo del producto, la planificación de la participación en el sistema experto y la planeación del proyecto. En esta fase de exploración para obtener un análisis previo de identificación de las necesidades, se realiza entrevistas y encuestas al experto humano. La

siguiente figura 3.4. muestra los sucesos y hechos que intervienen en un proceso de diagnóstico



Figura 3.4. Estructura del sistema experto SEDEB-P

Fuente: [Elaboración propia]

Donde:

- ✓ **Entradas.** Algunas particularidades que presenta el niño o la niña pueden determinar la existencia o no del trastorno de la conducta.
- ✓ **Base de conocimiento.** El experto humano mediante su experiencia, propone información necesaria para la realización del proyecto.
- ✓ **Motor de Inferencia.** Las reglas de inferencia son utilizadas, la cual permite evaluar las preguntas hechas al usuario (Nunca, a veces siempre), (Bajo, medio, alto), a si también para una respuesta (Si, No).
- ✓ **Salidas.** En función a los datos de entrada el motor de inferencia determina los datos de salida para determinar habilidades o problemas en el desarrollo.
- ✓ **Interfaz con el usuario.** Es la comunicación entre el usuario y el sistema experto móvil.

b) Recopilación de la información

Según la metodología Móvil-D, la recopilación de información requiere en un principio tener reuniones, entrevistas directas con el interesado, en este caso se entrevistó a la experta humana, quien ha formulado las necesidades que se requiere resolver.

- a) ¿Se realiza preguntas específicas al padre, madre, tutor o cuidador del niño o niña?

- b) ¿Cuándo realiza al paciente la entrevista inicial, se tiene al instante el instrumento de evaluación a utilizarse?
- c) ¿Sabe cómo relacionarse con niños que presentan timidez?, ya que a causa de esto la evaluación se pueda complicar
- d) ¿El tratamiento que se llegue a concluir esta a su disposición?
- e) ¿Cuántas sesiones en promedio necesita para realiza la evaluación a la perfección?

3.2.2. Fase de inicialización y conceptualización

En esta fase se analiza la información obtenida acerca de los trastornos de conducta en niños y niñas, se especificará los principales conceptos e información que hará que el desarrollo del sistema tenga mayor claridad para los usuarios, incluyendo todos los elementos que intervienen en la solución del problema.

3.2.2.1. Adquisición de conocimiento

La adquisición de conocimiento es muy importante para la elaboración del sistema experto, es decir consiste básicamente en el entendimiento del problema, el análisis de la investigación realizada.

- ✓ El trastorno de conducta es causado por factores genéticos y ambientales, los factores genéticos se han relacionado con daños en el lóbulo frontal del cerebro, siendo esta parte del cerebro que regula las habilidades cognitivas importantes y también representa la personalidad.
- ✓ Los factores ambientales asociados con los trastornos de conducta pueden ser:
 - Maltrato infantil
 - Familia disfuncional
 - Padres drogadictos o alcohólicos
 - Niños que provienen de un entorno pobre

Es de mucha necesidad que un niño o niña se realice una evaluación psicológica para determinar si sufre de algún tipo de trastorno de conducta. Los trastornos de conducta no solo afectan a la condición física, sino también a la salud mental y la de su familia.

En la tabla 3.1. se muestra los tipos de trastornos de conducta en la niñez y sus respectivas particularidades que se tomarán en cuenta en la presente tesis.

Tabla 3.1 Trastornos del inicio de la niñez

Fuente: Elaboración propia

Trastornos de conducta en la niñez	Características
Trastorno negativista desafiante	El paciente tiene manifestaciones de comportamiento negativos durante seis meses.
Trastorno explosivo intermitente	Los pacientes cursan episodios durante los cuales actúan con agresividad
Trastorno de la conducta leve	La falta en forma persistente de reglas o los derechos entre niños

Para cada uno de estos trastornos de conducta se presentan síntomas y/o causas, la cual se muestra a continuación en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Síntomas de los Trastornos del inicio de la niñez

Fuente: Elaboración propia

Trastornos de conducta	Síntomas
<p>Trastorno negativista desafiante</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Resistencia que apenas rebasa las acciones esperadas ○ Negativismo y desafío que parecen surgir de la búsqueda ordinaria de independencia ○ Se distinguen de la oposición normal por su intensidad y duración ○ No violan los derechos básicos de otros o las reglas sociales apropiadas para la edad. ○ En torno a los 5 o 6 años ○ Las relaciones con maestros y compañeros también pueden afectarse. ○ Atribuyen el tnd a la disciplina rigurosa e inconstante ○ La imitación del comportamiento de los progenitores. ○ El estado socioeconómico bajo ○ Efecto de la tensión que genera vivir dentro o cerca de un cinturón de pobreza. ○ En niñas, su expresión puede ser al mismo tiempo más verbal <p>Estado de ánimo irritable</p>
<p>Trastorno explosivo intermitente</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Periodos de agresividad que inician en forma súbita (el “temperamento explosivo”), ante una provocación escasa o sin ella. ○ Pierde por completo el control. ○ Rara vez todo el episodio dura más de media hora, y pudiera terminar con la expresión de remordimiento de parte de la persona. ○ Educación escolar escasa ○ Componente genético fuerte. ○ Trauma durante la niñez. ○ 6 años

Trastorno de la conducta leve	<ul style="list-style-type: none"> ○ Empieza desde los 5,6,7 años ○ agresión, destrucción ○ Cuidado negativo del niño (negligencia, cuidado insuficiente o en extremo cambiante) ○ mentira y robo, y violación de reglas.
--------------------------------------	---

3.2.3. Fase de formalización y producción

En esta fase se presenta la relación entre todas las variables existentes con el fin de expresar conocimientos de los problemas, para adquirir la respuesta deseada a través de la aplicación móvil.

Un sistema de producción proporciona una estructura que facilita la descripción y la ejecución de un proceso de búsqueda, la arquitectura de un sistema de producción está formada por tres elementos, Base de hechos, Base de Reglas o producciones los cuales forma la base de conocimiento y una estrategia de control. En la figura 3.5. se muestra la estructura de un sistema de producción.

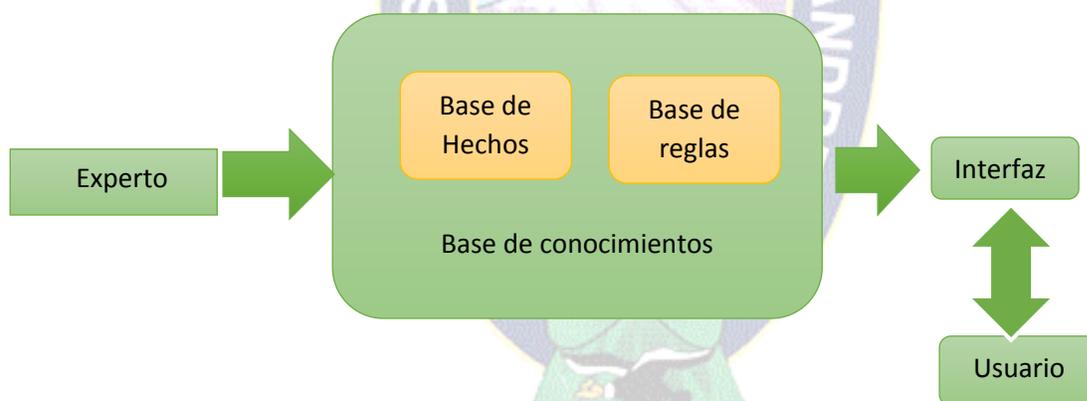


Figura 3.5. Arquitectura de un Sistema de Producción
Fuente: [Elaboración propia]

3.2.3.1. Descripción formal de modelo

Un sistema experto en reglas tiene elementos importantes:

- Los datos que son los valores que toman las variables en una situación particular, los mismos pueden variar en las distancias aplicaciones, no son permanentes y se almacenan en la memoria de trabajo.
- La base de conocimiento que representa el conocimiento de los expertos humanos y consiste en un conjunto de reglas que gobiernan las relaciones entre variables.

Si bien se considera que el proceso de inferencia de un sistema experto puede ser modelado como una función f de mapeo de un espacio n -dimensional a otro m -dimensional, entonces se puede utilizar una red neuronal para realizar el proceso de inferencia, la misma debe ser capaz de encontrar una función de mapeo f que verifique las siguientes condiciones

$$f' = (x, \omega) \rightarrow y \quad (1)$$

$$f' = (x, \omega) = y \quad (2)$$

Dónde:

x : Representa los valores de entrada a la red, almacenados en un vector.

w : Representa la matriz de pesos a la red, dichos valores están en el rango $[0,1]$.

y : Representa los valores de salida de la red.

3.2.3.2. Componentes del modelo

Bajo el análisis a la evaluación de trastornos de conducta, se avisto la complejidad que exige la valoración de distintos factores que interactúan, se determina como componentes del modelo los siguientes elementos:

a) **Base de conocimiento.** La base de conocimiento es donde se registran unas estructuras de datos que representan el conocimiento facticio, practico y heurístico de las personas

expertas que han prestado sus saberes iniciales al sistema. Esas estructuras de datos se concretan en la práctica no en datos si no en conocimientos estructurados en hechos y reglas, que permiten generar más conocimiento y que el sistema aprenda a sus actuaciones. La construcción de la base de conocimiento es un punto decisivo en el desarrollo del sistema experto, un error en su diseño lleva directamente al mal funcionamiento del sistema experto.

Para que se realice el sistema experto es necesario identificar las variables de entrada, en este caso estas variables dan lugar a los síntomas de cada niño, para luego procesar esta información y así de esta manera dar una respuesta de la evaluación de trastornos de conducta.

La tabla 3.3. Refleja las variables de entrada considerando el DSM-5.

Tabla 3.3. Variables de entradas del DSM-5. Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales

Fuente: Elaboración propia

Nro.	Descripción	Variable de entrada	Variable Lingüístico
1	Edad 5 años	ED5	(SI, NO)
2	Edad 6 años	ED6	(SI, NO)
3	Edad 7 años	ED7	(SI, NO)
4	Edad 8 años	ED8	(SI, NO)
5	Edad 9 años	ED9	(SI, NO)
6	Edad 10 años	ED10	(SI, NO)
7	Algún Miembro de la familia consume bebidas alcohólicas	BH	(SI, NO)
8	Algún Miembro de la familia consume sustancias controladas	SC	(SI, NO)
9	Algún miembro de la familia tiene	PI	depresión (SI, NO)

	problemas con la, el control del enojo, agresividad, conducta impulsiva		
10	Algún familiar tiene problemas con la ley	PL	(SI, NO)
11	El estado del ánimo de la niña o niño durante los últimos 6 meses es Irritable	EAI	(SI, NO)
12	Comportamiento del niño durante los últimos 6 meses ha sido desafiante	CD	(SI, NO)
13	Comportamiento del niño durante los últimos 6 meses ha sido oponente	CO	(SI, NO)
14	El niño o niña suele enemistarse con frecuencia	EF	(SI, NO)
15	La relación con sus maestros es rebelde	RM	(SI, NO)
16	La relación con sus compañeros es dominante	RC	(SI, NO)
17	Pierde por completo el control	PC	(SI, NO)
18	Presenta episodios dura más de media hora, y pudiera terminar con la expresión de remordimiento de parte de la persona.	ER	(SI, NO)
19	Recibe educación escolar escasa	EE	(SI, NO)
20	El comportamiento del niño o niña durante los últimos 6 meses ha sido de agresividad	AG	(SI, NO)
21	El niño o niña viola las reglas	VR	(SI, NO)

22	El niño o niña roba	R	(SI, NO)
23	El niño o niña dice mentiras	M	(Si, NO)
24	El niño o niña destruye	D	(SI, NO)
25	Problema del manejo de la ira de uno de los padres	IP	(SI, NO)
26	El niño o niña recibe violencia física	VF	(SI, NO)
27	El niño o niña recibe violencia psicológica	VP	(SI, NO)
28	El niño o niña carece de afectividad	CA	(SI, NO)
29	El niño o niña es impulsivo	I	(SI, NO)

b) **Base de Hechos.** En esta sección se concentra los hechos sobre un problema que se ha descubierto durante una consulta con el sistema experto, la cual trata únicamente con datos de cada niño o niña en cuanto a los síntomas que puede presentar. A continuación, se identifica los siguientes hechos.

Hecho 1: El niño o la niña tiene familiares que presentan trastornos de conducta o problemas de desarrollo.

Hecho 2: El niño o niña tiene familiares que consumen habitualmente (bebidas, alcohólicas, drogas, tabaco).

Hecho 3: El niño o la niña tiene familiares que presenta problemas con (la ley, dificultades en el aprendizaje, etc.).

Hecho 4: El niño o niña presenta comportamiento agresivo.

Hecho 5: El niño o niña tiene familiares que consumen bebidas alcohólicas.

Hecho 6: El niño o niña recibe violencia física.

Hecho 7: El niño o niña es desafiante.

Hecho 8: El niño o niña es irritable.

Hecho 9: El niño o niña suele enemistarse con los demás.

Hecho 10: El niño o niña es impulsivo.

Hecho 11: El niño o niña es iracundo.

Hecho 12: El niño o niña carece de afectividad.

Hecho 13: El niño o niña recibe violencia psicológica.

Hecho 14: El niño o niña roba.

Hecho 20: El niño o niña presenta autoestima baja.

- c) **Base de reglas.** Una vez obtenida la información del DSM-V, la historia del desarrollo de autoría de la Experta, se procede a la transformación de reglas, para incluir el conocimiento obtenido, en la base de conocimiento se hace uso de las reglas, a partir de estas se realiza un encadenamiento relacionando dos o más premisas que interfieren y de esa forma presentar conclusiones, en este caso las premisas son los síntomas que presenta el niño o niña y las conclusiones hace referencias al diagnóstico sobre los trastornos.

A continuación, se realiza el despliegue de las reglas a utilizar para obtener las conclusiones.

REGLA 1

Si ED5="SI" **AND** BH ="NO" **AND** CD = "SI" **AND** CO ="SI" **AND** RM ="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno negativista desafiante"

REGLA 2

Si ED5="SI" **AND** SC ="NO" **AND** CD = "SI" **AND** CO ="SI" **AND** RM ="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno negativista desafiante"

REGLA 3

Si ED5="SI" AND PI ="NO" AND CD = "SI" AND CO ="SI" AND RM ="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno negativista desafiante"

REGLA 4

Si ED5="SI" AND PL ="NO" AND CD = "SI" AND CO ="SI" AND RM ="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno negativista desafiante"

REGLA 5

Si ED5="SI" AND PL ="SI" AND CD = "SI" AND CO ="SI" AND RM ="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno negativista desafiante"

REGLA 6

Si ED5="SI" AND SC ="SI" AND CD = "SI" AND CO ="SI" AND RM ="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno negativista desafiante"

REGLA 7

Si ED5="SI" AND EA1 ="SI" AND EF ="SI" AND RC ="SI" AND CD = "SI" AND CO ="SI" AND RM ="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno negativista desafiante"

REGLA 10

Si ED6= "SI" AND AG ="SI" AND ER ="SI" AND PC= "SI" AND EE ="NO" AND VP="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastornos explosivo intermitente"

REGLA 11

Si ED6= "SI" AND AG ="SI" AND ER ="SI" AND PC= "SI" AND EE ="SI" AND VP="SI"
ENTONCES "La evaluación corresponde a trastornos explosivo intermitente"

REGLA 12

Si ED6= "SI" AND AG ="NO" AND ER ="SI" AND PC= "NO" AND EE ="SI" AND VP="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno no especificado"

REGLA 13

Si ED6= "SI" AND AG ="NO" AND ER ="NO" AND PC= "NO" AND EE ="NO" AND VP="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno no especificado"

REGLA 14

Si ED6= "SI" AND AG ="SI" AND ER ="NO" AND PC= "SI" AND EE ="SI" AND VP="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno no especificado"

REGLA 15

Si ED5 ="SI" AND CA ="NO" AND I="SI" AND ER ="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno no especificado"

REGLA 16

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND R="NO" AND VR ="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve"

REGLA 17

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND BH="NO" AND VR ="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve"

REGLA 18

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND SC="NO" AND VR ="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve"

REGLA 19

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND VF="NO" AND VR ="SI" ENTONCES "La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve"

REGLA 20

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND VP="NO" AND VR ="SI" ENTONCES “La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve”

REGLA 21

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND R="SI" AND VR ="SI" ENTONCES “La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve”

REGLA 22

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND M="SI" AND VR ="SI" ENTONCES “La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve”

REGLA 23

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND D="SI" AND VR ="SI" ENTONCES “La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve”

REGLA 24

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND IP="SI" AND VR ="SI" ENTONCES “La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve”

REGLA 25

Si ED5="SI" AND AG ="SI" AND BH="SI" AND VR ="SI" ENTONCES “La evaluación corresponde a trastorno de la conducta leve”

3.2.3.3. Diseño de la Red Neuronal

Para el diseño de la red neuronal en el sistema se utilizó la metodología que utilizan las redes neuronales, comprende de varias fases o etapas que permiten su desarrollo y validación de su estructura como se muestra a continuación en la figura 3.6.

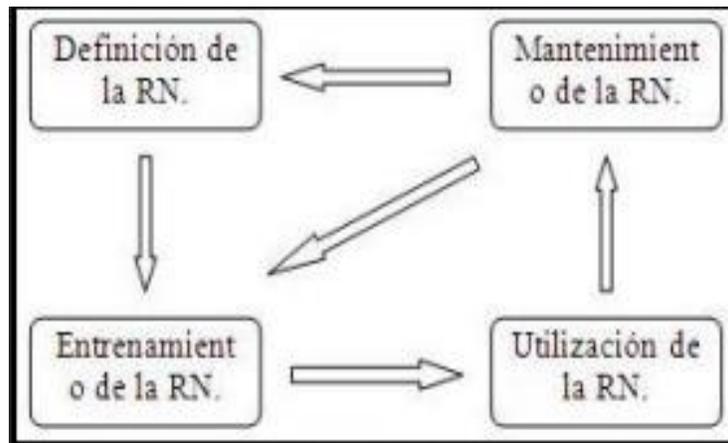


Figura 3.6. Ciclo de Vida de una red neuronal
Fuente: [Saravia, 2016]

- a) **Definición de una red neuronal.** En esta fase se determina el número de neuronas de las capas de entrada, oculta y salida, así como también las diferentes funciones de activación que se utilizarán en las neuronas de la capa oculta y salida. Se tiene en consideración los siguientes aspectos:
- Tamaño de la red
 - Tipo de problema a resolver. La salida de la red puede ser interpretada de distintas formas: Optimización o Clasificación
 - Tipo de asociación, está dividida en dos tipos. La memoria auto asociativa (aprendizaje no supervisado) y la memoria hetero-asociativa (aprendizaje supervisado).
- b) **Entrenamiento de una red neuronal.** En esta etapa se define el tipo de entrenamiento que se realiza, si es aprendizaje supervisado o no supervisado, también se determinan los algoritmos de entrenamiento.

En la figura 3.7. se muestra el proceso de ajuste de los pesos entre las conexiones de las capas, la red posee la propiedad de modificarse en función de la necesidad de aprender la información que se le presentó con anterioridad.

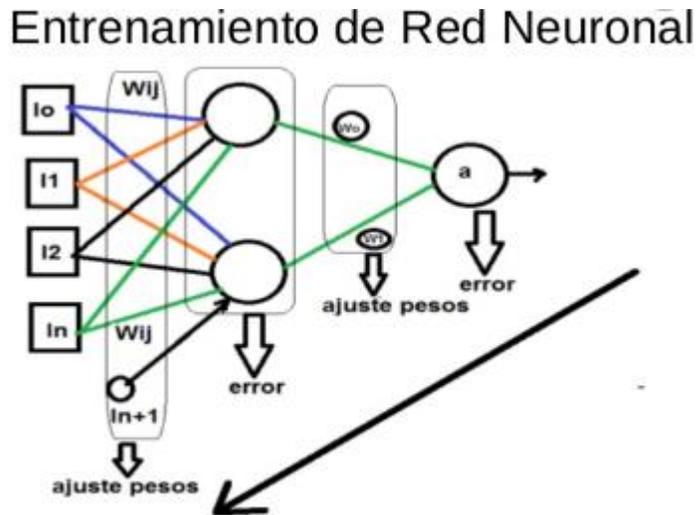


Figura 3.7. Entrenamiento de una red neuronal
Fuente: [Viera, 2016]

- c) **Utilización de la red neuronal.** La fase de utilización es propiamente la ejecución de la estructura de la red, se inicia cuando se presenta una entrada a la red y termina generando una salida en función a las entradas proporcionadas.
- d) **Mantenimiento de la red neuronal.** Sobre el mantenimiento se puede decir que la mayoría de las redes se entrenan para solucionar problemas dinámicos, por lo tanto, es necesaria e indispensable una validación continua para garantizar una buena utilización. A medida que transcurra el tiempo podrán surgir nuevos conjuntos de datos reales aún desconocidos por la red, y de esta forma, será necesario un nuevo aprendizaje o, dependiendo del caso realizar una nueva definición.

Después de dar a conocer el esquema teórico de la red neuronal, en la fig.3.8. Se describe la red neuronal relacionada a evaluar los trastornos de conducta

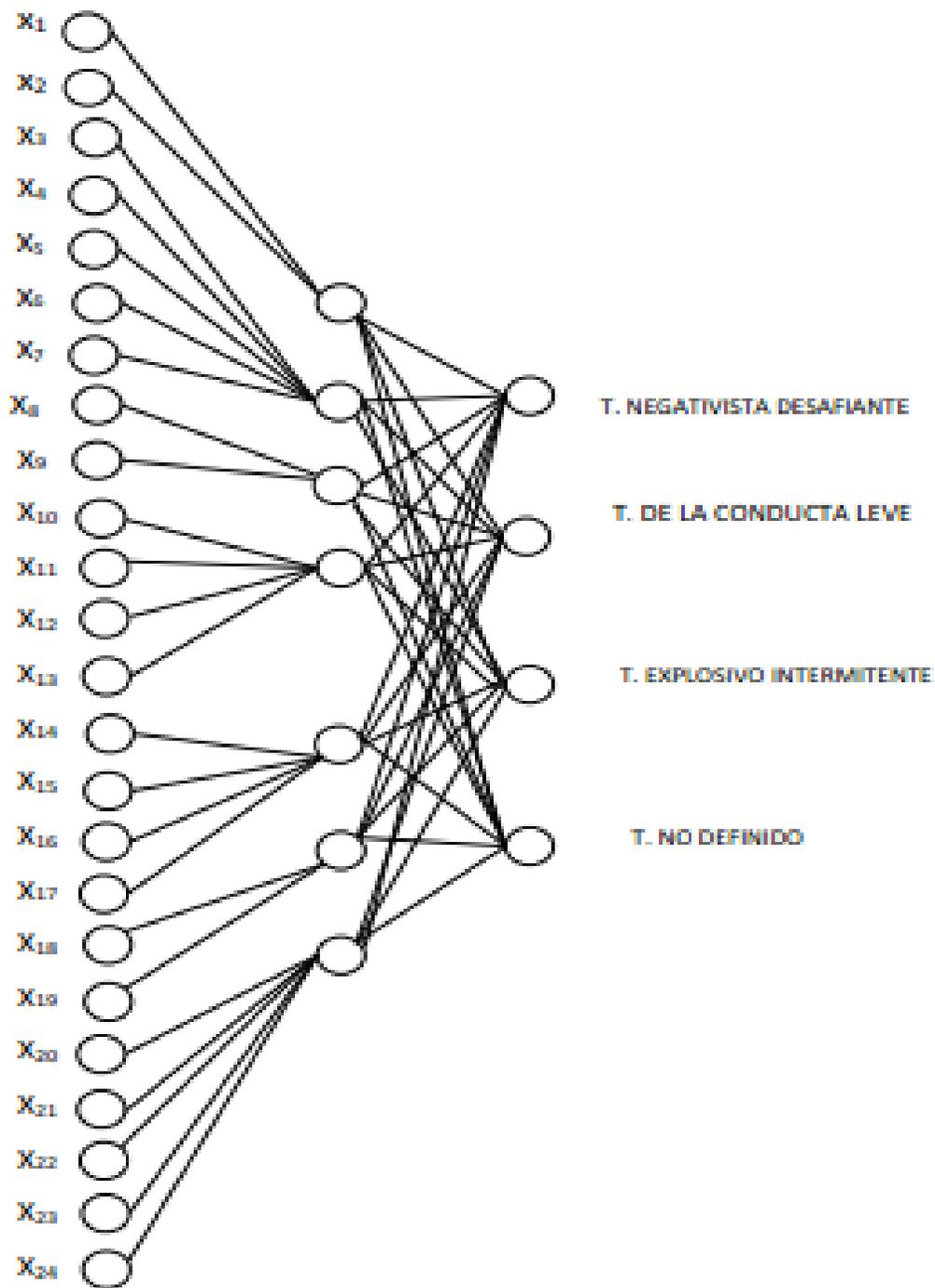


Fig. 3.8. Diseño de la Red Neuronal
Fuente: [Elaboración Propia]

A partir de las fases que anteriormente se han mencionado se construyen los siguientes datos concentrados en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Descripción de las variables de entrada

Fuente: [elaboración propia]

DESCRIPCION DE VARIABLES PREDICTORAS			
Nro.	VARIABLES DE ENTRADA	ALTERNATIVAS DE RESPUESTA	
	DATOS RELEVANTES DEL INFANTE		
1	Edad	0. 5-7 años	1. 8-10 años
2	Peso	0. 18-22 Kg	1. 22.1- 28.5 Kg
1	DATOS FAMILIARES		
	Consumo de sustancias Controladas	0. SI	1. NO
2	Consumo de bebidas alcohólicas	0. SI	1. NO
3	Problemas de agresividad	0. SI	1. NO
4	Problemas con la ley	0. SI	1. NO
5	Problemas de manejo de la Ira	0. SI	1. NO
1	RELACION DEL INFANTE		
	Rebelde con sus maestros	0. SI	1. NO
2	Dominante con sus compañeros	0. SI	1. NO
1	COMPORTAMIENTO DEL INFANTE (durante los últimos 6 meses)		
	Desafiante	0. SI	1. NO
2	Irritable	0. SI	1. NO
3	Impulsivo	0. SI	1. NO
4	Agresivo	0. SI	1. NO
1	PERDIDA DE CONTROL DEL INFANTE		
	Destruye objetos	0. SI	1. NO
2	Pierde el control total	0. SI	1. NO
3	Presenta episodios dramáticos	0. SI	1. NO
4	Suele enemistarse con frecuencia	0. SI	1. NO
1	COMPORTAMIENTO INADECUADO DEL INFANTE		
	Viola las reglas	0. SI	1. NO
2	Miente	0. SI	1. NO
3	Roba	0. SI	1. NO
	NECESIDAD DEL INFANTE		
	Educación escolar escasa	0. SI	1. NO
	Violencia física	0. SI	1. NO
	Violencia psicológica	0. SI	1. NO
	Carece de afectividad	0. SI	1. NO

La tabla 3.5. refleja la agrupación para determinar la cantidad de neuronas en la capa oculta.

Tabla 3.5. Descripción de la capa oculta

Fuente: [elaboración propia]

Abreviación	Descripción de variables de la capa oculta	Valores	
		Encendido 1	Apagado 0
S ₁	Datos relevantes del infante	Encendido 1	Apagado 0
S ₂	Datos familiares	Encendido 1	Apagado 0
S ₃	Relación del infante	Encendido 1	Apagado 0
S ₄	Comportamiento del infante	Encendido 1	Apagado 0
S ₅	Pérdida de control del infante	Encendido 1	Apagado 0
S ₆	Comportamiento inadecuado	Encendido 1	Apagado 0
S ₇	Necesidad del infante	Encendido 1	Apagado 0

La tabla 3.6. refleja los resultados esperados representados por 4 neuronas de la capa de salida

Tabla 3.6. Descripción de las variables de salida

Fuente: [elaboración propia]

Abreviación	Descripción de las variables de salida
Y ₁	Trastorno Negativista Desafiante
Y ₂	Trastorno de la conducta leve
Y ₃	Trastorno Explosivo Intermitente
Y ₄	Trastorno no definido

Pasos para el diseño y funcionamiento de la red neuronal

- ✓ Se asigna en toda la red neuronal, pesos iniciales aleatorios
- ✓ Mientras el error sea grande:
 - Asignar las entradas a la red

- Calcular la salida de cada neurona desde la capa de entrada, a través de la capa oculta, hasta la capa de salida
- Calcular el error de salida para calcular las señales de error para las capas previas a la salida
- Usar las señales de error para calcular los ajustes de peso
- Aplicar los ajustes de peso

Descripción de la red neuronal

- 24 neuronas en la capa de entrada ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_{24}$)
- 1 capa oculta, con 7 neuronas ($S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$)
- 4 neuronas en la capa de salida (Y_1, Y_2, Y_3, Y_4)
- Tasa de aprendizaje $\beta=0,25$

Paso 1

- **Calcular la salida de cada neurona desde la capa de entrada, a través de la capa oculta, hasta la capa de salida.**

Ejemplo.

Neurona S_1

$$S_1 = \left(\sum_{j=1}^n w_{ij} x_j \right)$$

Dónde: w_{ij} = pesos de las conexiones de cada neurona, asignado en forma manual aleatoria y x_j = pesos asignados a las neuronas de entrada en un rango de 0 y 1

$$S_1 = 0.1 * 0 + (-0.7) * 1 = -0.7$$

Paso 2.

- **Para la neurona se aplica la función de activación Sigmoide**

En la figura 3.9. se muestra la gráfica y fórmula de la función de activación que se utiliza en el proceso de llegar al resultado.

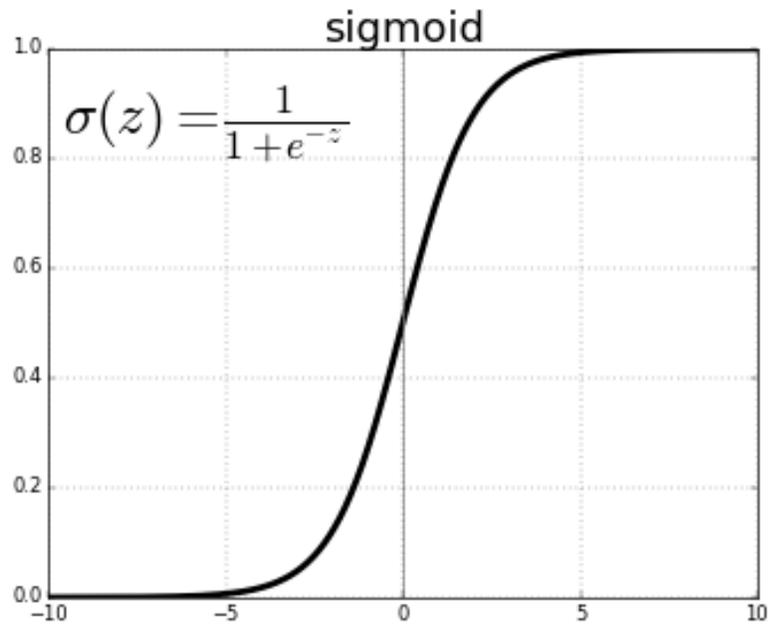


Fig. 3.9. Función de activación Sigmoide
Fuente: [Elaboración Propia]

Aplicando la función de activación tendremos

$$S_1 = 1 / (1 + e^{-0.7}) = 0.332$$

Cálculo del error en la salida

Función gradiente

$$\Delta o_k = o_k * (1 - o_k) * (T_k - o_k)$$

Dónde: O_k es el valor de Y_i

T_k es el objetivo es decir la salida deseada

Nuevos pesos para las neuronas $(W^+o1_{jk} = Wo1_{jk} + \alpha * h_j * \Delta o_k)$

Dónde: W^+o1_{jk} son los pesos de las conexiones antes de la neuronal de salida

α = la tasa de aprendizaje

h_j = es el valor de la neurona en la capa oculta

Ah_1 = el error obtenido anteriormente

3.2.4. Fase de implementación

La implementación del prototipo está plasmada en el conocimiento formalizado en la etapa anterior, utilizando las herramientas y técnicas especificadas, para ello se proseguirá a programar el prototipo. Una vez realizada la adquisición de conocimiento y la construcción de la base de conocimiento, base de hechos y base de reglas se procede a la implementación del proyecto.

Se puede observar la primera pantalla del SISTEMA EXPERTO MOVIL PARA EVALUAR TRASTORNOS DE CONDUCTA

En la figura 3.10. se muestra la portada inicial del sistema experto móvil.

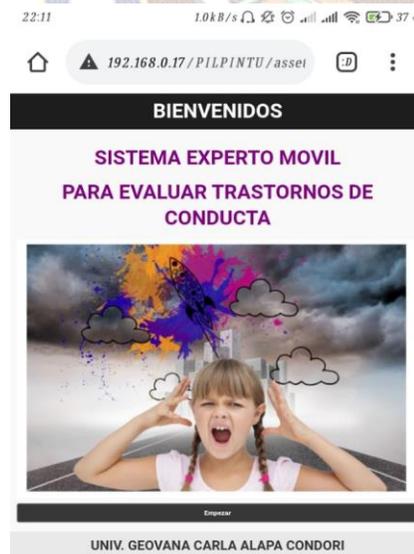


Figura 3.10. Pantalla de Bienvenida
Fuente: [Elaboración propia]

En la siguiente pantalla se muestra el sector de registros de los padres y del niño o niña a ser evaluado. Como se ve en la figura 3.11.



Figura 3.11. Sector Registros
Fuente: [Elaboración propia]

En la figura 3.12. se refleja la pantalla donde se realiza los registros de los padres de familia.

The image shows a mobile application interface for family registration. At the top, there is a black header with the word "BIENVENIDOS" in white. Below the header, the main title is "REGISTRO DE LOS DATOS PERSONALES DE LOS PADRES DE FAMILIA" in purple. The interface is divided into two sections: "Registro de la Mamá" and "Registro del Papá". Each section contains five input fields: "Nombre Completo de la Mamá/Papá", "Edad de la Mamá/Papá" (with a numeric keypad icon), "Ocupación de la Mamá/Papá", "Grado de instrucción de la Mamá/Papá", and "Email de la Mamá/Papá". At the bottom of the form, there is a black button labeled "Guardar".

Figura 3.12. Registro de los padres de familia
Fuente: [Elaboración propia]

3.2.5. Fase de Validación o prueba

Una vez construido el sistema experto móvil se realiza las respectivas pruebas de funcionamiento demostrando como se introducen los datos de entrada, la secuencia de preguntas para determinar el diagnostico, demostrando al final el resultado de la evaluación.

Una vez construido el sistema experto móvil se realiza las respectivas pruebas de funcionamiento demostrando como se introducen los datos de entrada, la secuencia de preguntas para determinar el diagnostico, demostrando al final el resultado de la evaluación.

En la figura 3.13. se muestra la pantalla donde se realiza minuciosamente el registros de los padres del niño.

The image shows a digital registration form for parents, divided into two sections: 'Registro de la Mamá' and 'Registro del Papá'. Each section contains several input fields and a slider for age.

Registro de la Mamá

- Nombre Completo de la Mamá: Gabby Maria Condon Canaviri
- Edad de la Mamá: 30 (with a slider)
- Ocupación de la Mamá: Ama de Casa
- Grado de instrucción de la Mamá: Primario
- Email de la Mamá: gocar10812@gmail.com

Registro del Papá

- Nombre Completo de la Papá: Julio Alapa Huarálpaco
- Edad de la Papá: 30 (with a slider)
- Ocupación de la Papá: Artesano
- Grado de instrucción de la Papá: Primario
- Email de la Papá: Julio@gmail.com

At the bottom of the form is a black button labeled 'Guardar'.



Figura 3.13. Registro de los padres de familia
Fuente: [Elaboración propia]

En la figura 3.14. se detalla el registro de los datos más relevantes del niño que son considerados para la elaboración del sistema experto móvil.

Registro de la Niña o Niño

Nombre Completo de la Niña o Niño:
Brenda Alapa Condori

Edad de la Niña o Niño:
5

Peso de la Niña o Niño en Kg:
28

Estatura de la Niña o Niño en Cm:
113

Femenino

Guardar

Figura 3.14. Registro del niño o la niña
Fuente: [Elaboración propia]



En la figura 3.15. se realiza preguntas sobre los factores riesgosos de comportamientos en los padres o tutores del niño.

BIENVENIDOS

Evaluación Psicológica

Factores de Riesgo en los padres

Algún Miembro de la familia consume bebidas alcohólicas :

SI

NO

Algún Miembro de la familia consume sustancias controladas :

SI

NO

Algún miembro de la familia tiene problemas con la, el control del enojo, agresividad, conducta impulsiva :

SI

NO

Figura 3.15. Encuesta sobre factores de riesgo en los padres
Fuente: [Elaboración propia]

En la figura 3.16. se realiza preguntas sobre los factores riesgosos de comportamientos en los padres o tutores del niño.

The image shows a digital questionnaire with the following questions and selected answers:

- El niño o niña destruye :
 SI
 NO
- Problema del manejo de la ira de uno de los padres :
 SI
 NO
- El niño o niña recibe violencia física :
 SI
 NO
- El niño o niña recibe violencia psicológica :
 SI
 NO
- El niño o niña carece de afectividad :
 SI
 NO
- El niño o niña es impulsivo
 SI
 NO

At the bottom of the form is a black button labeled "Evaluar".

Figura 3.16. Encuesta sobre factores de riesgo en el niño o niña
Fuente: [Elaboración propia]

En la siguiente figura 3.17. se muestra el resultado del Trastorno que padece el niño.

The image shows a box titled "RESULTADO DE LA EVALUACION" with the text: "La evaluación corresponde a : Trastorno Negativista Desafiante".

Figura 3.17. Preguntas para la evaluación psicológica área conductual
Fuente: [Elaboración propia]

4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.1. Introducción

El sistema experto móvil realizó la evaluación en diversos lugares, se hizo el entrenamiento a la red tratando de abarcar todos los casos posibles, se observó gran diferencia en estos entre estos entrenamientos puesto que existían casos que requerían más tiempo en el entrenamiento.

En esta sección se ampliará la solución estadística aplicada al sistema experto móvil de evaluación para la comprobación de la hipótesis, en este caso hemos utilizado la prueba no paramétrica aleatoria de Rachas.

4.2. Prueba de Rachas de Wald-Wolfowitz

El contraste de rachas permite verificar la hipótesis nula de que la muestra es aleatoria, es decir, si las sucesivas independientes. Esta prueba sirve para determinar si una muestra de observaciones es o no aleatoria.

Por ejemplo, si las observaciones no son aleatorias, lo que ocurre con una observación cualquiera depende, de las características de la observación anterior. En una muestra aleatoria, por el contrario, debemos esperar que lo que ocurre con una observación cualquiera sea independiente de las características de la anterior.

La prueba de Rachas se basa en el número de rachas que presenta una muestra de tamaño n , una racha se define como una secuencia de valores muestrales con una característica común precedida y seguida por valores que no presentan esa característica.

Para obtener el número de racha es necesario que las observaciones estén clasificadas en dos grupos exhaustivos y mutuamente exclusivos (variable dicotómica), si no lo están se debe utilizar algún criterio (mediana, moda, media, etc.) para hacer que lo

estén. Una vez clasificadas las n observaciones en dos grupos (tamaño: n_1 y n_2), se utiliza una tipificación del número de rachas (R) para contrastar la hipótesis de aleatoriedad o independencia, como se refleja a continuación:

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

Si el tamaño muestral es menor que 50, el estadístico Z se obtiene utilizando la corrección por continuidad de la siguiente manera:

- Si $R - E(R) \leq 0,5$ se suma 0,5 a R . Es decir: $Z = [R+0,5 - E(R)]/\sigma R$
- Si $R - E(R) > 0,5$ se resta 0,5 a R . Es decir: $Z = [R-0,5 - E(R)]/\sigma R$
- Si $R - E(R) < 0,5$ $Z=0$.

Es estadístico Z se distribuye según el modelo de probabilidad normal $N(0,1)$.

Para muestras aleatorias, la distribución de R tiende hacia la normal, a medida que N_1 y N_2 , se van agrandando, de tal manera que:

$$R \rightarrow N[E[R], \sqrt{\text{var}[R]}}$$

Dónde:

$$E(R) = (2*N_1*N_2+N) / N$$

$$S(R) = (2*N_1*N_2(2*N_1*N_2-N_1-N_2)) / (N_1 + N_2)^2 *(N_1+N_2-1)$$

4.3. Desarrollo de la prueba de hipótesis

En la prueba realizada, se tomó como muestra a 10 personas entre ellos niños, niñas y sus respectivos padres de familia que probaron el Sistema experto móvil de evaluación de trastornos de conducta. Se hizo una separación por grado de validez para la evaluación del trastorno, respondiendo si el sistema ayuda en el control certero o no, en un rango de 0 a 10. En la tabla 4.1. se muestra la calificación en el rango 0 a 10 entre dos opciones si Funciona (Y) o No Funciona (N)

Tabla 4.1. Pruebas del sistema

Fuente: [Elaboración propia]

N.º	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Funciona (Y)	3	2	10	5	7	10	2	8	10	3
No funciona (N)	7	8	0	5	3	0	8	2	0	7

N.º	11	12	13	14	15	16	17	18
Funciona (Y)	5	4	10	8	3	10	3	8
No funciona (N)	5	6	0	2	7	0	7	2

Paso 1. Se colocan los puntajes $N_1 + N_2$ en una sola serie ordenada como se observa en la tabla 4.2. Con la ayuda de la tabla 4.2. se determina el número de rachas y se realiza el agrupamiento de acuerdo a las valoraciones que realizaron la prueba.

Tabla 4.2. Pruebas de Rachas

Fuente: [Elaboración propia]

0	N	3	Y	8	Y
0	N	4	Y	8	Y
0	N	5	N	8	Y
0	N	5	Y	10	Y
0	N	5	N	10	Y
2	Y	5	Y	10	Y
2	Y	6	N	10	Y
2	N	7	N	10	Y
2	N	7	Y		
2	N	7	N		
3	N	7	N		
3	Y	7	N		
3	Y	8	N		
3	Y	8	N		

Paso 2. Se determina el número de rachas, en este caso son **14 rachas**

Paso 3. Hipótesis:

H₀: El modelo de Redes Neuronales, permite que el sistema experto móvil evalúe los trastornos de conducta con una confiabilidad del 90%, sirviendo de ayuda al especialista e incrementando la precisión y rapidez en el diagnóstico

H₁: El modelo de Redes Neuronales no permite que el sistema experto móvil evalúe los trastornos de conducta con una confiabilidad 90%

Paso 4. Nivel de Significación

Para una muestra de 18 personas el nivel de significancia llegaría a 0.05, teniendo los siguientes valores:

$$N=36$$

$$\alpha = 0.05$$

$$N_1 = 18$$

$$N_2 = 18$$

$$R=14$$

Paso 5. Regla de decisión

Se muestra que para los valores de $N_1 = 18$ y $N_2 = 18$, una $R=14$ es significativa al nivel de 0.05

$$E(R) = (2 * N_1 * N_2 + N) / N$$

$$E(R) = (2 * 18 * 18 + 36) / 36$$

$$E(R) = 19$$

$$S(R) = (2 * N_1 * N_2 (2 * N_1 * N_2 - N_1 - N_2)) / (N_1 + N_2)^2 * (N_1 + N_2 - 1)$$

$$S(R) = 648 (612) / 1296 * 35$$

$$S(R) = 8743$$

Como regla de decisión al 90% de confianza, no se rechazará la hipótesis nula de aleatoriedad H_0 si el número de rachas se encuentra en el intervalo.

$$[E(R) - S(R)] - [E(R) + S(R)]$$

En el presente caso tomamos los valores:

$$[19 - 8.743] - [19 + 8.743]$$

$$[10.257 - 27.743]$$

Prueba de $R=14$, pertenece al intervalo, de esta manera se acepta la hipótesis, por tanto, se afirma:

H_0 : El modelo de Redes Neuronales, permite que el sistema experto móvil evalúe los trastornos de conducta con una confiabilidad del 90%, sirviendo de ayuda al especialista e incrementando la precisión y rapidez en el diagnóstico.

CAPITULO V

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones.

El sistema experto móvil logro la adquisición del conocimiento obtenida en el manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales y el modelo de la historia de desarrollo de un centro psicopedagógico, para brindar un apoyo la evaluación de trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad, la información con la que se conto fue la base para la creación de la base de conocimiento haciendo uso correspondiente de las redes neuronales.

El prototipo refleja el proceso de extracción de características de la enfermedad, la base de conocimiento de la red neuronal. Como resultado de crear el prototipo del sistema experto móvil, se logró alcanzar el objetivo general planteado en el capítulo I mediante la construcción del prototipo, que ofrece la adecuada toma de decisiones, tomando en cuenta el resultado y también permitiendo al usuario su uso de manera óptima. Con respecto al diseño del prototipo, este aspecto se cumple con el desarrollo de las etapas propuestas por la metodología Buchanan y Móvil D como se muestra en el capítulo III.

Finalizando, la presente tesis presento una hipótesis: **El sistema experto móvil basado en redes neuronales y mediante el manual estadístico de trastornos mentales DSM-5, brinda una evaluación para determinar el tipo de trastorno de conducta y coadyuva en la toma de decisiones, con una eficiencia de al menos 90% con respecto a la evaluación de experto humano.**

Se implementó el prototipo del sistema experto móvil para la evaluación de trastornos de conducta en niños de 5 a 10 años de edad con la ayuda de JQuery Mobile, modelado con redes neuronales, para reducir el tamaño de la capa de entrada se utilizaron ciertos factores que fueron analizadas tomando en cuenta aquellas que aportaban más información, lo cual permitió obtener datos del aprendizaje de la red neuronal.

5.2. Recomendaciones

En el prototipo descrito en esta investigación se aborda el análisis de una red neuronal para problemas de conducta aplicando preguntas de rutina.

En el desarrollo de este trabajo se consideró solamente para niños de 5 a 10 años de edad por lo que se recomienda la implementación de un sistema experto móvil con una base de conocimiento más completa tanto para niños como para adolescentes y así brindar mayor apoyo.

Se recomienda profundizar el estudiar los factores y características de los trastornos de conducta para completar la base de conocimiento, la misma puede ser evaluada a tiempo para dar tratamiento adecuado a los niños.



6. Referencias Bibliográficas

Acosta-Rosero, J., Ortiz, C., Choles, E., (1991), *Validez concurrente y confiabilidad de la escala abreviada del desarrollo*, Universidad de Antioquia, Facultad de educación, Medellín-Colombia.

Amador, L., (1996), *Inteligencia artificial y sistemas expertos*, Universidad de Córdoba, Facultad de ciencias económicas, Córdoba-España.

Apaza, G., (2006), *Sistema experto para la detección de problemas de aprendizaje con dislexia de 6 a 8 años*, Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz – Bolivia.

Aponte, J., Garrido, A., Pabón, O., (2012), *Metodología Buchanan*, Recuperado de <https://es.calameo.com/read/002470099d34078c9df74>

Baez, M., Borrego, A., Cruz, L., González, M., Sanz, D., (2010), *Introducción a Android*, Madrid-España: Editorial E.M.E.

Barraca, J., (2013), *La evaluación psicológica*, Recuperado de <http://jorgebarraca.com/evaluacion-psicologica/>

Baracco, N., (2011), *Motricidad y movimiento*, Recuperado de <https://sites.google.com/site/noelianona2011/motricidad-y-movimiento>

Calle, M., (2014), *Detección y alerta automática de enfermedades cardiacas con dispositivos*, Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.

Carvalho, C., (2017), *Evaluación Psicológica*, Recuperado de: <http://www.hablemosdeneurociencia.com/evaluacion-psicologica/>

Castillero, O., (2011), *Tipos de Test psicológicos: sus funciones y características*, Recuperado de <https://psicologiaymente.com/psicologia/tipos-test-psicologicos>

Clavijo, T., (2017), *Sistema Operativo Android*, Universidad de Aquino Bolivia, La Paz-Bolivia.

Condori, M., (2016) *Sistema Experto para el diagnóstico de enfermedades bucales prevenibles para el consultorio dental “Virgen de Remedios”*, Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.

Delgado, L., Cortez, A., Ibáñez E., (2015), *Aplicación de la metodología Buchanan para la construcción de un sistema experto*, Universidad Mayor de San Marcos, Lima-Perú.

Fernández, J., (2006), *Tipos de dispositivos móviles*, Recuperado de http://leo.ugr.es/J2ME/INTRO/intro_4.htm

Galarraga, E., (2016), *Evaluación del desarrollo psicomotor en niños/as de 0 a 3 años del centro infantil “San Milagro”, cantón Ibarra, Provincia de Imbabura*, Universidad Técnica del Norte, Carrera Terapia Física Medica, Ibarra- Ecuador.

Giarritano-Riley, *Sistemas Expertos principios y programación*, Recuperado de <https://vdocuments.site/sistemas-expertos-principios-y-programacion-3ra-edicion-giarratano-riley.html>

González, P., (2007), *Métodos e instrumentos de evaluación psicológica de jóvenes emprendedores*, Recuperado de <http://www.psicologiacientifica.com/metodos-e-instrumentos-de-evaluacion-psicologica-de-jovenes-emprendedores/>

González, J., (23 de abril de 2016). Motricidad Fina [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://motricidadfinaenlaeducacionpreescolar.blogspot.com/>

Haeusler, I., Marchant, T., (1980), *Test de desarrollo Tepsi*, Universidad Católica de Chile, Santiago-Chile.

Heredia, C., Santaella, G., Somarriba, L., (2012), *Informe Psicológico*, UNAM, Facultad de Psicología, México DF- México.

Jerez, M., (2017), *Valoración del desarrollo psicomotriz de los niños/niñas de 4 a 5 años de la parroquia salasaca*, Universidad técnica de Ambato, Carrera de estimulación temprana, Ambato-Ecuador.

Lazo, J., (2018), *Evaluación de desarrollo infantil basado en la escala abreviada de Nelson Ortiz, Caso: C.D.I.I. "Lazitos de Amistad"*, Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.

Martínez de Pinillos, M. (22 de enero de 2012). La evaluación en Psicología, mucha más que sola la aplicación de pruebas [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://laevaluacionpsicologica.blogspot.com/p/fases-de-la-evaluacion-psicologica.html>

Pescador, D., (2006), *Sistemas operativos para móviles*, Recuperado de <https://www.consumer.es/tecnologia/software/sistemas-operativos-para-moviles.html>

Tardáguila, C., (2009), *Dispositivos Móviles y Multimedia*, Barcelona- España: Editorial Mosaic.

Ticona, L., (2017), *Sistema experto para la detección de bullying escolar en dispositivos móviles*, Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.

Vargas F., (2011), *Sistema experto areu para la psicología deportiva*, Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz Bolivia.

DOCUMENTACIÓN

