



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas

**Desarrollo de un sistema experto como apoyo para el
diagnóstico de niños con trastorno del espectro
autista**

TESINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTOR

Kyrie Eleisan RUBINA SOTELO

ASESOR

César Augusto ANGULO CALDERÓN

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Rubina, K. (2016). *Desarrollo de un sistema experto como apoyo para el diagnóstico de niños con trastorno del espectro autista*. [Tesina de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
PROGRAMA DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL 2014-II

Acta de Sustentación de Tesina

Siendo las 21:00 Del día 23 de Mayo del año 2016, se reunieron los docentes designados como miembros de Jurado de la Tesina, presidido por el Ing. Cesar Alberto Molina Neyra, la Ing. María Rosa, Dámaso Ríos (Miembro) y el Ing. Joel Fernando, Machado Vicente (Miembro) para la sustentación de la Tesina intitulada: "DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO COMO APOYO PARA EL DIAGNOSTICO DE NIÑOS CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA". Por la Srta. Bach, KYRIE ELEISAN RUBINA SOTELO; para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Acto seguido de la exposición de la Tesina, el Presidente invitó al graduando a dar respuesta a las preguntas establecidas por los Miembros de Jurado.

El graduando en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

Finalmente habiéndose efectuado la calificación correspondiente por los miembros de Jurado, el graduando obtuvo la nota de 17 (En letras) DIECISIETE

A continuación el Presidente del Jurado el Ing. Cesar Alberto, Molina Neyra declara al graduando Ingeniero de Sistemas.

Siendo las 21:25 horas, se levantó la sesión.

.....
Presidente
Ing. Cesar Alberto, Molina Neyra

.....
Miembro
Ing. María Rosa, Dámaso Ríos

.....
Miembro
Ing. Joel Fernando, Machado Vicente

FICHA CATALOGRÁFICA

RUBINA SOTELO, Kyrie Eleisan

**DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO COMO APOYO PARA
EL DIAGNÓSTICO DE NIÑOS CON TRANSTORNO DEL ESPECTRO
AUTISTA**

Diseño y Aplicaciones de Nuevas Tecnologías – Inteligencia Artificial
(Lima, Perú 2016)

Tesina, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Pregrado, Universidad
Nacional Mayor De San Marcos

DEDICATORIA:

Esta Tesis está dedicado en primer lugar a Dios, porque ha estado conmigo en cada momento dándome fuerzas para salir adelante; a mi madre Cenia Sotelo Liberto que me ha apoyado en todo momento, depositando toda su confianza en cada decisión que he tomado sin dudar de mi capacidad e inteligencia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por sobre todas las cosas, a mis padres que son motivo importante en mi vida profesional, son ellos quienes a lo largo de mi carrera me han apoyado en mi formación académica, creyendo en mí en todo momento y dándome las ganas de seguir luchando por los logros de mis metas.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**DESARROLLO DE UN SISTEMA EXPERTO COMO APOYO
PARA EL DIAGNÓSTICO DE NIÑOS CON TRANSTORNO
DEL ESPECTRO AUTISTA**

Autor: RUBINA SOTELO, KYRIE ELEISAN
Asesor: ANGULO CALDERÓN, CÉSAR
Título: Tesina, para obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas
Fecha: Marzo, 2016

RESUMEN

El desarrollo de un sistema experto como apoyo es para el diagnóstico de niños con trastorno espectro autista es para reducir el tiempo que se lleva a cabo con respecto a otros aplicativos.

El autismo es un trastorno neurológico complejo que generalmente dura toda la vida. Es parte de un grupo de trastornos conocidos como trastornos del espectro autista (ASD por sus siglas en inglés). Actualmente se diagnostica con autismo a 1 de cada 68 individuos y a 1 de cada 42 niños varones, haciéndolo más común que los casos de cáncer, diabetes y SIDA pediátricos combinados. Se presenta en cualquier grupo racial, étnico y social, y es cuatro veces más frecuente en los niños que en las niñas. (Slim, 2014)

El autismo afecta a la capacidad de una persona para comunicarse y relacionarse con otros. También, está asociado con rutinas y comportamientos repetitivos, tales como arreglar objetos obsesivamente o seguir rutinas muy específicas. Los síntomas pueden oscilar desde leves hasta muy severos.

Pensando en suplir principalmente esta carencia, esta aplicación se basa en profundizar cuales serían los materiales de diseño óptimo para complementar el diagnóstico realizado a los niños con autismo.

Originalmente el objetivo del desarrollo de un sistema experto era diseñar y desarrollar computacionalmente un sistema adyuvante de adquisición de conocimiento para personas que tratan con niños con TEA.

La finalidad de desarrollar el sistema es contar con una herramienta que permita a la persona que trate con niño con TEA identificar su comportamiento, interés y habilidades así como disponer de la información necesaria acerca de su nivel de autismo que presenta, a su vez que sea en un futuro una herramienta de apoyo para el psicólogo en su labor de asesoramiento a los padres sobre su tratamiento.

En este trabajo se intenta abordar como es que un experto Psicólogo organiza su conocimiento y se propone usar una metodología de ingeniería de conocimiento, basada en la metáfora de pizarrón para transformar el conocimiento del experto, expresado por este en forma de lenguaje natural hasta un formalismo computacional, para ser manejado por una computadora.

Palabra claves: Sistema Experto, autista, trastorno, diagnostico.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**DEVELOPMENT OF SUPPORT AS AN EXPERT SYSTEM
FOR DIAGNOSIS OF CHILDREN WITH AUTISM
SPECTRUM DISORDER**

Author: RUBINA SOTELO, KYRIE ELEISAN
Adviser: ANGULO CALDERÓN, CÉSAR
Title: Project to obtain the degree of System Engineer
Date: March, 2016

ABSTRACT

The development of an expert system as is support for diagnosing autism spectrum disorder children is to reduce the time that takes place with respect to other applications.

Autism is a complex neurological disorder that typically lasts a lifetime. It is part of a group of disorders known as autism spectrum disorders (ASD English). Currently diagnosed with autism is 1 in 68 individuals and 1 in every 42 boys, making it more common cancers, diabetes and pediatric AIDS combined. It occurs in all racial, ethnic and social groups and is four times more common in boys than in girls. (Slim, 2014)

Autism affects a person's ability to communicate and interact with others. It is also associated with routines and repetitive, such as obsessively arranging objects or

following very specific routines behaviors. Symptoms can range from mild to very severe.

Thinking mainly fill this gap, this application is based on materials which would deepen optimally designed to complement the diagnosis made children with autism.

Originally the aim of developing an expert system was computationally design and develop an adjuvant knowledge acquisition system for people dealing with children with ASD.

The purpose of developing the system is to have a tool that allows the person dealing with child with ASD to identify their behavior, interests and skills and have the necessary information about their level of autism that has, in turn it is in the future a support tool for the psychologist in its advice to parents about their treatment.

This paper attempts to address as a psychologist expert organizes its knowledge and intends to use a methodology of engineering knowledge, based on the metaphor of board to transform knowledge of the expert, expressed this in the form of natural language to a formalism computing, to be handled by a computer.

Key words: Expert System, autistic disorder diagnosis.

Contenido

Introducción	1
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO.....	2
1.1 Antecedentes del problema	2
1.2 Definición o formulación del problema	3
1.3 Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos o secundarios	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Alcance del estudio.....	6
1.6 Organización de la tesina	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
DEFINICION	8
CAUSAS	10
1. BASE BIOLÓGICA	10
2. ESTUDIOS NEUROQUÍMICOS.....	10
3. ANOMALÍAS GENÉTICAS.....	11
4. TRASTORNOS INFECCIOSOS.....	11
5. DEFICIENCIAS INMUNOLÓGICAS.....	11
6. ALTERACIONES METABÓLICAS	12
7. FACTORES AMBIENTALES	12
TIPOS DE AUTISMO.....	12
ALFA (autismo)	12
OMEGA (s. de Asperger)	13
SÍNTOMAS ASOCIADOS: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-IV)	14
TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA	15
Trastorno Autista	17
Trastorno de Asperger (sólo en caso de detección temprana)	17
Trastorno generalizado del desarrollo no especificado	17
CARACTERÍSTICAS DEL NIÑO.....	18
LOS SISTEMAS EXPERTOS	19
INTRODUCCION.....	19
INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	20
SISTEMA EXPERTO	22
Tipos de Sistemas Expertos	23
Sistema basado en reglas.....	23
Sistema basado en probabilidad	23
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS.....	25
VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS	33
ARQUITECTURA.....	35

B.D.(Base de datos):.....	37
REDES NEURONALES	37
Elementos Básicos de una Neurona.....	38
ALGORITMO BACKPROPAGATION	38
ALGORITMO PERCEPTRON.....	40
MARCO CONCEPTUAL.....	41
AUTISMO.....	41
TRANSTORNO DEL ESPECTRO AUTISMO.....	42
TECNOLOGIA DE INFORMACION.....	42
SISTEMA EXPERTO	43
CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE METODOLÓGICO.....	44
SISTEMAS EXPERTOS.....	44
SISTEMA EXPERTO DE DIAGNOSTICO MEDICO DEL SINDROME DE GUILLIAN BARRE	44
SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE TRANSTORNOS DEPRESIVOS AUTOR	45
DIAG, UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ANOMALIAS CRANEOFACIALES	47
DAI: SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO PARA DIAGNOSTICO DE AUTISMO. : UNA APROXIMACION AL RAZONAMIENTO DIAGNOSTICO EN PSICOLOGIA.	48
APLICACIÓN MÉDICA	49
APLICACIONES MEDICAS COMO AYUDA AL DIAGNOSTICO EN LA MEDICINA. EXPERIENCIA SOFTEL-MINSAP	49
PROYECTOS.....	51
PROYECTO EMOCIONES: SOFTWARE PARA ESTIMULAR EL DESARROLLO DE LA EMPATIA EN NINOS Y NINAS CON TRANSTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA.	51
EL PIANO PARLANTE: SOFTWARE DE APOYO AL DESARROLLO DEL LENGUAJE EN NINOS CON AUTISMO. ..	53
ARTICULOS DE ESTUDIO.....	56
SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTO: UNA ALTERNATIVA POCO EXPLORADA EN PSICOLOGIA.....	56
Memoria de Trabajo	58
Base de Conocimiento	58
Motor Inferencia	58
CAPITULO IV. APOORTE TEORICO	60
4.1 Selección y Justificación de la tecnología	60
Criterio 1: Utilización de Sistema Experto.....	60
Criterio 2: Equipo de desarrollo	61
Criterio 3: Diagnostico usando redes neuronales	61
4.2 Definición de la solución	62
CAPITULO V. SISTEMA EXPERTO COMO APOYO PARA EL DIAGNOSTICO DE NIÑOS CON TRANSTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA.....	63

5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA	63
Identificación de Requerimientos	68
Diagrama de Paquetes	71
Diagrama de casos de Uso	72
MODULO DE SEGURIDAD	72
MODULO DE ADMISION	75
MODULO DE DIAGNOSTICO.....	81
Diagnostico	81
Reporte de Diagnostico	81
Ingreso de Comportamientos	81
Gestionar Comportamientos	81
5.2 MANTENIMIENTO DE LA BASE DE CONOCIMIENTO	92
5.3 BASE DE CONOCIMIENTO	92
5.4 ALGORITMO PARA EL DIAGNOSTICO	94
Algoritmo de Diagnóstico del Trastorno Aproximado	94
Programa Principal: Procedimiento de Diagnostico	94
CUADRO COMPARATIVO: RESULTADOS SETEA.....	98
RESULTADOS SETEA	98
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
Conclusiones	100
Recomendaciones y Trabajos a Futuro.....	101
Bibliografía	102
ANEXOS	105

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1: Trastorno del Espectro Autista y otros 16
- Ilustración 2: Inteligencia Artificial 25
- Ilustración 3: Introducción a los Sistemas Expertos 33
- Ilustración 4: Arquitectura de un Sistema Experto 36
- Ilustración 5: Ciclo base Motor de Inferencia 36
- Ilustración 6: Elementos Básicos de una Neurona 38
- Ilustración 8: Proyecto Emociones 52
- Ilustración 9: El piano parlante 56
- Ilustración 10: Caracterización estructural típica de un sistema basado en conocimiento 58
- Ilustración 11: Diseño de la Base de Datos SETEA 63
- Ilustración 12: Procesos principales de SETEA 65
- Ilustración 13: Modulo de Ingreso SETEA 65
- Ilustración 14: SETEA Diagrama de paquetes 71
- Ilustración 15: SETEA Diagrama de Casos de Uso 72
- Ilustración 16: SETEA – LOGIN 75
- Ilustración 17: SETEA LOGIN Psicólogo 75
- Ilustración 18: SETEA Casos de Uso- Modulo De Admisión 76
- Ilustración 19: Modulo Inicio SETEA 79
- Ilustración 20: Modulo Inicio SETEA - Usuario Maestro 79
- Ilustración 21: Formulario para registrar datos del niño 80
- Ilustración 22: Niños registrados en la Base de Datos. 80
- Ilustración 23: SETEA Modulo Diagnostico 82
- Ilustración 24: SETEA Modulo Diagnostico 86
- Ilustración 25: SETEA - Ingreso de Comportamientos 86

- Ilustración 26: Ingreso de Comportamientos 87
- Ilustración 27: SETEA Comportamientos ya guardados 87
- Ilustración 28: SETEA Ejecutar Diagnostico 88
- Ilustración 29: Ingresar Código del Niño 88
- Ilustración 30: Ejecutar Diagnostico 89
- Ilustración 31: SETEA Muestra los resultados del diagnostico 89
- Ilustración 32: Gestionar Puntaje de los trastornos 91
- Ilustración 33: Puntajes de los trastornos actualizados 91
- Ilustración 34: Base de Conocimiento 93
- Ilustración 35: Resultado SETEA 99
- Ilustración 36: Ingreso de Código 99
- Ilustración 37: Diagnostico Aproximado 99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistemas Expertos y Base de Conocimiento 24

Tabla 2: Diferencias entre el experto humano y el experto artificial 60

Tabla 3: SETEA Modulo Seguridad 69

Tabla 4: SETEA Modulo Admisión 69

Tabla 5: SETEA Modulo Diagnostico 70

Tabla 6: SETEA Requerimientos No Funcionales 71

Tabla 7: SETEA RESULTADOS 98

Introducción

El presente trabajo se inscribe en el dominio de la Ingeniería de conocimiento (IC), entendida como metodología para transformar el conocimiento que el experto de un dominio expresa en forma de lenguaje natural en un formalismo computacional. (Slim, 2014)

El uso de tecnologías ha tomado un rol importante en la investigación y el tratamiento de las personas que presentan un Trastorno del Espectro Autista (TEA). Es posible verificar una relación significativa entre las tecnologías digitales y en el cambio en el proceso de aprendizaje.

Estos avances tecnológicos pueden formar parte de tratamientos efectivos y novedosos, además de contribuir en una mejor calidad de vida tanto de los pacientes como de sus familias.

También se ha podido apreciar cómo los computadores, a través de distintos software especializados, se convierten en herramientas utilizadas para compensar problemas de diagnóstico, verbales y permiten nuevas vías de comunicación, socialización y enseñanza para personas con autismo, incluyendo dentro de estos software, videojuegos terapéuticos, que tienen como finalidad el proporcionar aprendizaje junto a entretenimiento y diversión.

Es por este motivo que este proyecto tiene como finalidad el desarrollo de un sistema experto que ayude a la mejora del tiempo de respuesta con respecto al diagnóstico de niños con trastorno del espectro autista.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 Antecedentes del problema

La presente investigación, tiene como partida la revisión de una enorme cantidad de investigaciones realizadas durante más de medio siglo, el autismo se ha presentado como un mundo lejano, extraño y lleno de enigmas. Los autores, en general, argumentan distintas razones sobre el particular.

Según lo que manifiesta en el paper “Empatía: Medidas, teoría, aplicaciones en revisión” año 2008 del autor Irene Fernández Pinto y Belén López Pérez la Investigación neurológica de las regiones cerebrales que juegan un papel en la empatía es aún muy escasa lo que ocasiona una causa para la falta de solución al diagnóstico y desarrollo de la empatía en personas con Trastorno del Espectro Autismo (TEA). (Fernandez Pinto, Lopez Perez, & Marquez, 2008)

De otra parte, Francisco Tortosa Nicolás, 2004, en su publicación “Tecnología de ayuda en personas con TEA” la cual es una guía para docentes nos habla que los países Latinoamericanos no apoyan al desarrollo educativo en personas con TEA, lo cual se debe a la falta de identificación de los factores que permitan mejorar el desarrollo de la empatía en personas con TEA. (Nicolas, 2004)

De igual modo, en el proyecto “Emociones” de los autores Roberto Muñoz, Rene Noell, Sandra Keisel y Francisco Mancilla en el año 2012, nos hablan que Latinoamérica no está actualizado con respecto al acceso del software de apoyo para personas con TEA lo que origina la falta de identificación de los factores que permitan mejorar el diagnóstico desarrollo de la empatía en personas con TEA. En el mismo proyecto, nos comentan que la falta de herramientas desarrolladas conlleva al inconveniente de que las aplicaciones que han sido generadas fuera del ámbito nacional han sido desarrolladas para ser utilizadas por el usuario de las regiones donde son llevadas a cabo lo que ocasiona el uso limitado de las Tecnologías de

información para formar parte de las estrategias terapéuticas para el fomento de habilidades en personas con TEA. (Muñoz, Noell, Keisel, & Mancilla, 2012)

Así mismo en el proyecto Emociones, los autores refieren que existen pocas aplicaciones desarrolladas traducidas al español la cual limita a los países latinoamericanos contar con las herramientas adecuadas para la utilización del software en niños con TEA. (Muñoz, Noell, Keisel, & Mancilla, 2012)

De otra parte Isidro Pérez Diana y Morales Hernández Teresa, 2009, en su Tesis “Implementación de un programa de modificación de conducta en niños diagnosticados autistas del centro de atención múltiple Jean Piaget”, la indiferencia por parte de la población con respecto a las personas con TEA a menos que exista en su familia un integrante con este trastorno, la misma sociedad juega un papel significativo en el manejo del trastorno autista y la forma en como la familia afronta el diagnóstico, ya que en la mayoría de las ocasiones la reacción de las personas externas a la familia son de rechazo, lastima y miedo, todo eso debido a la falta de conocimiento acerca de este trastorno del desarrollo, pues en la actualidad existe información acerca de diferentes trastornos, sin embargo, hay quienes tiene la falsa creencia de que lo que sucede con el niño autista se debe a brujería o un castigo de Dios. (Isidro Perez & Morales Hernandez, 2009)

1.2 Definición o formulación del problema

Desarrollar un sistema experto como apoyo en el diagnóstico de niños con trastornos del espectro autista, la presente Tesina formula el problema en la siguiente interrogante:

¿En qué medida el sistema experto será capaz de reducir el tiempo existente al momento de diagnosticar con niños que padecen el trastorno del espectro autista?

1.3 Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un Sistema Experto como apoyo en el diagnóstico de niños con trastornos espectro autista.

Objetivos Específicos o secundarios

- Adquirir e implementar la base de conocimientos del experto humano para estructurar una base de conocimientos específica y se desarrollara el motor de inferencia.
- Desarrollo de una interfaz fácil de usar por el usuario, que se presenta ajeno al mundo de la informática.
- Se utilizara como método de solución las redes neuronales ya que es la más adecuada para lograr eficientemente el desarrollo del Software.
- Optimizar el tiempo de respuesta con respecto al diagnóstico de niños con trastorno del espectro autista.

1.4 Justificación

La presente investigación se realizara ya que la necesidad de adquirir una plataforma que ayude a mejorar el tiempo de respuesta con respecto al diagnóstico de niños con trastorno del espectro autista.

Los sistemas expertos son de mucha utilidad en la vida real, y apoyan en gran manera a los sistemas de soporte a la decisión, ya que nos permiten realizar decisiones basadas en la experiencia humana de algún especialista en determinada área, como por ejemplo la psicología, eso con el fin de retener el conocimiento y conllevándonos a una toma de decisiones más apegada a la realidad y con información al detalle.

De otra parte Francisco Tortosa Nicolás, 2004, en su publicación “Tecnología de ayuda en personas con TEA” la cual es una guía para docentes, el software de diagnóstico y apoyo mejoraría el proceso de enseñanza a personas con TEA la cual aportaría de manera beneficiosa al Ministerio de Educación (MINEDU).

Así mismo en el proyecto Emociones, los autores Roberto Muñoz, Rene Noell, Sandra Keisel y Francisco Mancilla en el año 2012, nos habla que mejorando las terapias para el desarrollo y diagnóstico de la empatía en personas con TEA mediante nuestro software, beneficiaríamos a ASPAU (Asociación de Padres y Amigos de Personas con Autismo del Perú).

De otra parte, Francisco Tortosa Nicolás, 2004, en su publicación “Tecnología de ayuda en personas con TEA” la cual es una guía para docentes nos habla que automatizando las terapias para el diagnóstico y desarrollo de la empatía en personas con TEA aportaría a EITA (Equipo de Investigación y Tratamiento en Asperger y Autismo), ya que el software está enfocado al desarrollo de la empatía en niños con autismo.

Así mismo en el proyecto Emociones, los autores refieren que Innovando y promocionando el software para ayudar a las personas con TEA, también se beneficiaría Ministerio de Salud - Hospital Hermilio Valdizán ya que se enfocan en problemas mentales generales pero no tienen el apoyo con respecto a TI para el diagnóstico y desarrollo de terapias adecuadas para personas con TEA.

Los sistemas expertos nos permiten tomar mejores decisiones, que lógicamente se traducen a resultados positivos. Está claro que el desarrollo de estos sistemas ha ido incrementándose a través del tiempo, y por lo tanto ha podido ayudar a mucha gente, en diversas áreas. (Adrian Becerra, 2011)

El presente trabajo pretende contribuir en las investigaciones de sistemas expertos aplicados a la psicología.

1.5 Alcance del estudio

El sistema abordara el análisis del problema mediante el uso de marcos, para luego recoger la información necesaria para poder documentar los diferentes tipos de trastornos y la descripción del dominio de la aplicación.

1.6 Organización de la tesina

La tesis tratara en el Capítulo 1 se hablara lo concerniente al planteamiento del problema, la justificación de la investigación, objetivos generales, objetivos específicos y alcance del proyecto.

En el Capítulo 2: Marco teórico, marco contextual , técnicas aplicadas a sistemas expertos el cual se verá cómo se representa el conocimiento para la implementación de un sistema experto, así como los métodos de resolución de problemas para las formas de representación más conocidas. En este capítulo se explicara las Redes Neuronales, conceptos, Historia, Clasificación, Aplicaciones y luego se verá el trastorno, comportamientos y su diagnóstico.

En el Capítulo 3: Estado del Arte se explicara las diferentes tesis y artículos de apoyo para el desarrollo de este sistema.

En el Capítulo 4: Aporte Teórico se justificara mediante criterios la herramienta tecnológica a utilizar para el sistema.

En el Capítulo 5: Sistema Experto para el diagnóstico de niños con trastorno del espectro autista se explicara la aplicación realizada, la base de conocimiento, y el algoritmo utilizado para la solución del problema.

Finalizaremos con las Conclusiones y recomendaciones, fruto del desarrollo de este trabajo.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

En esta sección se detallara un conjunto de conceptos, definiciones, características sobre el autismo, trastorno del espectro autista, asperger, trastorno generalizado del desarrollo no especificado, sistemas expertos; los cuales se encuentran relacionados con los datos del problema a investigar. En tiempos anteriores se llegó a pensar el autismo como un tipo de esquizofrenia ahora en la actualidad el autismo se considera como un trastorno de desarrollo en la cual hay alteraciones de diferente gravedad esto es con respecto al nivel de autismo.

El concepto de la palabra autismo fue acuñado por el psiquiatra suizo Eugen Bleuler en 1911 como características concomitantes de las patologías esquizoide describió el retraimiento autista, el rechazo de contacto con otras personas y un trastorno de relación con la realidad.

Treinta años más tarde, Leo Kanner fue el primero que intento definir el autismo a través de una clasificación sistemática del comportamiento de los niños autistas. (Benito Valderas, 2011)

Leo Kanner extrajo un número de características identificadas en cinco áreas diferentes:

- ✚ Una profunda falta de contacto afectivo con otras personas
- ✚ Un deseo obsesivo por mantener todo igual
- ✚ Una afición extraordinaria por los objetos
- ✚ Dificultades comunicativas
- ✚ Un potencial cognoscitivo muy alto

El autismo es un trastorno relativamente nuevo en nuestra sociedad, a pesar de que existe documentación al respecto que data desde 1913; desde ese entonces se ha involucrado en una serie de mitos y prejuicios de los cuales muchos se sostienen hoy en día. Más allá de ser una condición “nueva” la sociedad se ha preocupado mucho más de encontrar el origen y responder preguntas inconclusas sobre el porqué de la enfermedad, y ha dejado en segundo

grado la generación de soluciones y tratamientos que logren ser realmente efectivos y le den una mejor calidad de vida a los niños afectados. (Palma Fuentes, 2011)

Aunque el autismo fue descrito por primera vez hace muchos años, sigue existiendo un alto grado de debate, tanto en el ámbito clínico como en el de la investigación, sobre su clasificación y las condiciones psicopatológicas que podrían ser similares entre todos los pacientes. En la actualidad muchas de las preguntas iniciales siguen sin respuesta, ¿Por qué sucede?, ¿Tiene incidencia algún elemento del medio ambiente? ¿Es la genética?, ¿Son las vacunas? , etc.; aún no se encuentra una respuesta de cuál es su causa.

Mal de genios. ¿Qué tenían en común Albert Einstein, Isaac Newton, Mozart, Beethoven, Inmanuel Kant y Hans Christian Andersen? Según ha concluido Michael Fitzgerald, psiquiatra irlandés del Trinity Collage de Dublín, todos estos grandes genios de la historia sufrieron alguna forma de autismo a lo largo de su vida. (Saenz, 2015)

De esta cifra probablemente la mitad esté recibiendo un tratamiento adecuado pues, a pesar de su gran aumento, el autismo aún es muy desconocido por la sociedad y al no tener información al respecto se tienden a confundir las características del trastorno con otras condiciones como las esquizofrenia, el Síndrome de Down, poca concentración, entre otros; por lo tanto los tratamientos entregados a veces solo logran aumentar la gravedad, o llegan demasiado tarde para evitar el progreso de éste. (Cebreros, 2015)

Basándose en esta falta de definición tanto del término Autismo como de las causas de éste, la presente investigación asume el riesgo conceptual que todavía supone hablar de autismo y el análisis realizado se basará en el criterio generalmente asumido para el autismo clásico, el cuál será profundizado y explicado a lo largo del siguiente capítulo, sin dejar de mencionar algunos trastornos que son directamente relacionados con los Trastornos Generalizados del Desarrollo. (Palma Fuentes, 2011)

DEFINICION

Según la RAE (Real Academia Española) autismo es el Repliegue patológico de la personalidad sobre sí misma. Síndrome infantil caracterizado por la incapacidad congénita de establecer contacto verbal y afectivo con las personas y por la necesidad de mantener

absolutamente estable su entorno. En psiquiatría, síntoma esquizofrénico que consiste en referir a la propia persona todo cuanto acontece a su alrededor.

El autismo es un trastorno neurológico complejo que generalmente dura toda la vida. Es parte de un grupo de trastornos conocidos como trastornos del espectro autista (ASD por sus siglas en inglés). (Slim, 2014)

El término Autismo proviene de la palabra griega eafismos, específicamente de ‘autos’, que significa por cuenta propia, e ‘ismo’, un sufijo que denota acción o estado, cuyo significado es “encerrado en uno mismo”. Al remitirse a vocablos técnicos, en la Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU se menciona al autismo como: “un trastorno del desarrollo que aparece en los primeros 3 años de vida y afecta el desarrollo cerebral normal de las habilidades sociales y de comunicación” (Cuxart, 2000)

Ésta es una de las definiciones que podemos encontrar actualmente del Autismo, pero los estudios se remontan desde 1913, donde en el libro “Dementia Praecox or the Group of Schizophrenias” se menciona por primera vez la palabra autismo para referirse a uno de los síntomas de la esquizofrenia (Bleuler, 1913), y debido a esto durante muchos años se pensó que el autismo era detonante de esta enfermedad, por lo tanto se trataba como tal. Sólo en 1943 Leo Kanner publica su libro “Autistic Disturbances of Affective Contact” en el cual expresa los resultados de estudios que realiza con 8 niños que tenían sintomatologías similares, pero de las cuales no se tenían registros anteriores. En este libro se pueden encontrar algunas sintomatologías que resultaron del estudio, como por ejemplo, “Incapacidad para relacionarse normalmente, desde un principio, con personas y situaciones”. Muchos de los síntomas que se describen aquí se consideran actualmente como las características principales del autismo, por lo tanto es considerado una de las bases de los estudios autistas actuales. (Proyecto Autismo La Garrida)

Un año después de la publicación del libro de Kanner, Hans Asperger publicó su libro “Die autistischen Psychopathen im Kindesalter”, en este libro se compartían varios de los resultados que presentó su antecesor, pero los niveles cognitivos globales eran significativamente superiores. Desde este libro se desprende el Síndrome de Asperger, el cual actualmente se sabe que pertenece a uno de los trastornos del espectro autista, pero que se

considera como un “autismo” leve^{7.4}Una de las características principales es que poseen una gran capacidad mental, muchas de las personas que conocemos que son capaces de memorizar grandes cantidades de información, como por ejemplo el hombre que lograba realizar cálculos matemáticos usando solo su cerebro, poseen Asperger pero muchos de ellos también no lo saben pues sus sintomatologías son mucho más leves que las que presenta el autismo. (Palma Fuentes, 2011)

CAUSAS

“Algunos estudios científicos han demostrado que existe un problema en la estructura, función, tamaño y forma de algunas partes del cerebro.

También se sabe que hay un componente genético que unido a aspectos ambientales podrían ser factores determinantes en el desarrollo de esta condición, pero aún no ha sido demostrado con exactitud.” (UMCE, 2013)

Aun así existen diferentes teorías que han intentado explicarlo, asociando su aparición a diversas causas como:

1. BASE BIOLÓGICA

Actualmente, no se puede aceptar la base psicológica del autismo, ante la sólida evidencia de su base orgánica proporcionada por los estudios genéticos, neurofisiológicos, neuropatológicos, neurorradiológicos y bioquímicos.

El origen del autismo se vincula con un desajuste orgánico en el cual intervienen distintos factores que tienen como resultado un defecto en la funcionalidad del Sistema Nervioso Central. (Juan Amodia de la Riva)

2. ESTUDIOS NEUROQUÍMICOS

Las investigaciones que se centran en encontrar alguna anomalía bioquímica, se han enfocado principalmente hacia el papel que juegan determinados neurotransmisores.

El que más se ha estudiado ha sido la serotonina. Varios trabajos indican que está implicada en muchos de los síntomas del autismo (Cook, 1996), aunque sus alteraciones no son específicas del autismo, puesto que también se han visto en niños hipercinéticos y con retraso mental sin sintomatología autista. En muchos estudios realizados en niños autistas se

demuestra un aumento de los niveles sanguíneos de serotonina, aunque no está claro de qué modo se produce la hiperserotoninemia. Las últimas investigaciones se centran en una alteración en la proteína transportadora de la serotonina y, concretamente, en su gen, como se ha comentado previamente. Algunos estudios indican que ciertos individuos autistas con conductas autolesivas tienen, en el líquido cefalorraquídeo, niveles elevados de ciertas fracciones endorfinicas, una sustancia endógena parecida a los opiáceos. Estos resultados han llevado a utilizar como tratamiento un antagonista de los opiáceos denominado naltrexona. (Amodia de la Riva & Auxiliadora)

3. ANOMALIAS GENETICAS

Las investigaciones realizadas en los últimos años parecen avalar la tesis de que existe un fundamento causal genético en la aparición del autismo infantil, aunque los factores genéticos, por sí mismos, no son suficientes para explicarlo.

Estas mismas investigaciones sugieren, a la vez, que la transmisión hereditaria comporta una anomalía cognitiva que puede inducir al autismo, pero que tampoco se puede limitar su aparición exclusivamente a dicha afección. (Amodia de la Riva & Auxiliadora)

4. TRANSTORNOS INFECCIOSOS

A este respecto, diversos autores sugieren que infecciones víricas causantes de alteraciones cerebrales muy específicas pueden posteriormente condicionar el desarrollo del autismo. (Amodia de la Riva & Auxiliadora)

5. DEFICIENCIAS INMUNOLOGICAS

Existen sospechas de que el autismo infantil pueda ser un trastorno autoinmune (el organismo confunde sus propias células con sustancias extrañas y las ataca). Los datos que recientemente se vienen hallando en este sentido son todavía limitados y necesitan apoyarse en investigaciones más amplias. (Amodia de la Riva & Auxiliadora)

6. ALTERACIONES METABOLICAS

El conocimiento de errores metabólicos en autistas (especialmente los referentes a la purina y a los hidratos de carbono) está en sus etapas iniciales. Las aproximaciones terapéuticas son aún hipotéticas. (Amodia de la Riva & Auxiliadora)

7. FACTORES AMBIENTALES

Se admite que existen determinados factores que podrían afectar el desarrollo de una persona genéticamente predispuesta al autismo como:

- ✚ Intoxicación por metales pesados, particularmente el mercurio.
- ✚ Factores obstétricos: existe una correlación importante entre las complicaciones obstétricas y el autismo.
- ✚ Estrés: no es un factor determinante, pero puede llegar a afectar en algunos casos con diferentes grados de intensidad.

TIPOS DE AUTISMO

ALFA (autismo)

Fue por los años 40 del pasado siglo cuando Leo Kanner (1896-1981) acuñó el término de ‘autismo infantil temprano’ a partir de la observación del comportamiento de 11 niños que presentaban unas características comportamentales determinadas.

A partir de sus investigaciones Kanner estableció las características del sujeto autista, que son:

- ✚ “imposibilidad de establecer desde el mismo comienzo de la vida conexiones ordinarias con las personas y las situaciones”
- ✚ “actúan como si las personas que les rodean no estuvieran, que dan la impresión de sabiduría silenciosa.”
- ✚ el lenguaje que adquieren (2/3 de los sujetos autistas) no les sirve al principio como medio de comunicación,
- ✚ excelente memoria mecánica para recordar poesías, canciones, carreteras.
- ✚ ecolalia,

- ✚ “las palabras toman un significado inflexible y no pueden usarlas más que en la acepción que aprenden originalmente”
- ✚ falta de formación espontánea de las frases,
- ✚ los pronombres personales los repiten tal como los oyen, es decir, si al niño le dicen: ‘toma **tú** la pelota que **yo** te voy a dar’, el niño se llama a sí mismo ‘tú’ y a las personas a las que se dirige ‘yo’,
- ✚ rutinarios en todos los aspectos de la vida,
- ✚ Se relacionan muy bien con los objetos,
- ✚ nunca miran a nadie a la cara,
- ✚ “todos ellos poseen una indudable capacidad cognoscitiva”.
- ✚ los antecedentes familiares muestran que “Los ascendientes y parientes colaterales de la mayoría eran personas intensamente preocupadas por abstracciones científicas, literarias o artísticas y poco dados a los genuinos intereses humanos. Incluso los matrimonios más felices eran fríos y formales” (Perez)

OMEGA (s. de Asperger)

Por las mismas fechas que Kanner investigaba en USA, Hans Asperger (1906-1980) lo hacía en Austria. A partir del estudio de cuatro casos estableció el término de ‘psicopatía autista’ con características semejantes a las que Kanner atribuyó a sus 11 casos, diferenciándose en la ausencia de problemas en el lenguaje.

La diferencia, según el DSM-IV, con el autismo es la no existencia de retrasos en:

- ✚ el lenguaje que sean clínicamente significativos,
- ✚ el desarrollo cognoscitivo
- ✚ el desarrollo de habilidades de autoayuda, y
- ✚ el comportamiento adaptativo en aspectos no referido a la interacción social.

- ✚ El término ‘Síndrome de Asperger’ no aparece en el DSM hasta su versión número IV de 1994, 50 años después de las investigaciones de Asperger.

El término, que no fue utilizado hasta un año después de la muerte de su descubridor, fue propuesto por Lorna Wing en un artículo de 1981 (Wing, 1981) en el que ponía en cuestión el modelo de autismo de Kanner. Esta autora, junto con Judith Gould, entiende el autismo como un continuo más que como una categoría fija. (Federación Autismo, 2000)

SINTOMAS ASOCIADOS: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-IV)

Son los siguientes (Pichot, 1995):

- ✚ el 75 % (más o menos) de los niños con trastorno autista sufre retraso mental moderado (CI = 35-50)
- ✚ el desarrollo de las habilidades cognitivas suele ser irregular: una niña autista de 4 años de edad puede ser capaz de leer (hiperlexia)
- ✚ la comprensión del lenguaje es inferior al del lenguaje expresivo (vocabulario, etc.).
- ✚ hiperactividad, impulsividad, agresividad, conductas autolesivas (cabezazos contra la pared, mordiscos en manos, dedos), pataletas.
- ✚ Atención reducida,
- ✚ ante un estímulo sensorial (dolor, sonidos, luces, contacto físico) las respuestas que dan los sujetos con TEA pueden ser muy peculiares,
- ✚ irregularidades en las comidas: dieta limitada a muy pocos alimentos, por ejemplo,
- ✚ alteraciones en el sueño: despertar recurrente o balanceo nocturno
- ✚ alteraciones del humor o la afectividad: reír o llorar sin motivo (a juicio del observador)
- ✚ ausencia de miedo en respuesta a peligros reales y un temor excesivo en respuesta a objetos no dañinos.
- ✚ es posible que el TEA transcurra con alguna enfermedad médica,

- ✚ retraso en las etapas del desarrollo motor: torpeza motora,
- ✚ posibles depresiones por toma de conciencia de sus limitaciones.

TRANSTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA

Las definiciones, clasificaciones y criterios diagnósticos del Trastorno Autista que actualmente se manejan, herencia del desarrollo anterior, el DSM IV (Asociación de

Psiquiatría Americana APA, 1994) y el CIE-10 (Organización Mundial de la Salud WHO,

1993) son aceptadas por todos los profesionales y facilitan la determinación de las necesidades de las personas con autismo. Sin embargo habrá que decir que la denominación TEA es sobre todo europea y que los autores americanos, Tuchman, Mundy y Rapin, utilizan la categoría de Espectro de los Trastornos Autísticos. (Nicolas, 2004)

Según el DSM IV (Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales), los TGD se caracterizan por una perturbación grave y generalizada de varias áreas del desarrollo: habilidades para la interacción social, habilidades para la comunicación y la presencia de comportamientos, intereses y actividades estereotipados. Las alteraciones cualitativas que definen estos trastornos son claramente impropias del nivel de desarrollo o edad mental del sujeto. Estos trastornos suelen ponerse de manifiesto durante los primeros años de vida y acostumbran a asociarse a algún grado de retraso mental, así como coexisten con otras enfermedades médicas o neurológicas. Bajo esta denominación se incluye el Trastorno Autista, el Trastorno de Rett, el Trastorno Desintegrativo Infantil, el Trastorno de Asperger y el Trastorno Generalizado del Desarrollo no especificado en otro lugar. Merece especial mención el Trastorno o Síndrome de Asperger (en adelante SA), que está tomando mayor relevancia en los últimos tiempos y está ocasionando nuevos

diagnósticos más acertados de muchas personas que deambulaban de consulta en consulta sin encontrar ni el diagnóstico ni la respuesta educativa más adecuada. Al igual que las demás condiciones del espectro, se piensa en un trastorno del desarrollo con base neurológica, de causa desconocida en la mayoría de los casos y donde el lenguaje presenta una alteración menor y diferente del resto de TGD.

Las características definitorias serían: empatía pobre, interacción social ingenua y poco apropiada o asimétrica, poca habilidad para hacer amigos, lenguaje pedante o reiterativo, pobre comunicación no verbal, interés marcado en temas limitados, y torpeza motora. En el continuo autista, si el autismo nuclear con retraso mental grave asociado estaría en un extremo, el SA podría estar en el opuesto. Así encontramos autores que identifican a las personas con asperger con las de autismo de alto nivel o de alto funcionamiento, o como un autismo moderado; pero por el contrario, la opinión mayoritaria es que se trata de una condición diferente que comparte algunos rasgos, entre estos últimos las familias de personas con SA reivindican continuamente su diferencia, cansados de ver cómo

en un abuso de la generalización igualan a sus hijos con lo peor del autismo, reniegan de ésta condición.

La figura siguiente, sacada de J. Martos (2001), explica de forma gráfica las relaciones entre el Autismo, los TGD y los TEA, en ella se ve que cualquier persona con autismo estaría dentro de los TGD y de los TEA. (Martos)

De igual forma puede haber alumnos como con Trastorno de Asperger que no tendrían autismo y sí estarían dentro de los TEA, y otros como con retraso mental severo con rasgos autistas que no se encuadrarían ni como TGD ni como autistas.

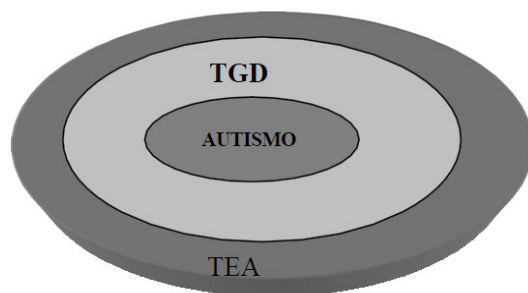


Ilustración 1: Trastorno del Espectro Autista y otros

Fuente: <https://teautista.wordpress.com/2011/08/23/concepto-y-definicion-del-espectro-autista-y-otros-trastornos/>

Trastorno Autista

El trastorno autista, autismo infantil o autismo tipo Kanner, es la afectación más acentuada del desarrollo de las habilidades sociales, comunicativas e imaginativas, con un patrón evolutivo de desarrollo más claro y que engloba de la forma más cabal los más síntomas e indicadores según los criterios diagnósticos propios del cuadro. Se destaca una presencia mayor de déficit cognitivo y otro tipo de alteraciones. (Isidro Perez & Morales Hernandez, 2009)

Trastorno de Asperger (sólo en caso de detección temprana)

Trastorno menos severo, en el que destaca una ausencia de retrasos significativamente clínicos en la adquisición del lenguaje y un CI dentro de la norma, presencia de alteraciones acentuadas de las habilidades sociales, restringidas a intercambios basados en sus temas de interés, y la adherencia intensa a temas determinados y restringidos.

Trastorno generalizado del desarrollo no especificado

Trastorno que afecta las áreas de la interacción social recíproca, comunicación verbal y no verbal y patrones de conducta estereotipados e intereses restrictivos sin cumplir

todos los criterios para clasificarlo en un cuadro en específico, y presenta un compromiso dispar en estas áreas antes destacadas. Suele ser una entidad diagnóstica ubicada entre varias otras, tanto dentro como fuera del espectro autista.

Se excluyen una serie de trastornos en el presente protocolo, debido a su naturaleza de “Trastornos Pervasivos del Desarrollo (TPD) no autísticos los cuales si bien son posibles de detectar tempranamente, poseen una forma de abordaje más compleja

que los trastornos incluidos en el grupo objetivo de estas orientaciones. Algunos de los trastornos del desarrollo no contemplados son:

- ✚ Síndrome de Rett
- ✚ Síndrome X Frágil
- ✚ Trastorno desintegrativo de la Infancia
- ✚ Trastorno Hipocinético con retraso mental y síntomas de autismo

✚ Otros tipos de alteraciones genéticas que se asocian con sintomatología autista (Síndrome de Angelman, de Prader- Willi, etc.) (Ministerio de Salud, 2011)

La Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud (CIF, OMS 2001) pone a disposición de la comunidad científica una serie de códigos que, con una mirada biopsicosocial de la salud, complementan los códigos de las tradicionales

clasificaciones diagnósticas a fin de posibilitar la descripción diferenciada de la manifestación de un mismo diagnóstico individuos diferentes. Así es como la concepción de discapacidad cambia desde una visión lineal, de relaciones de causalidad

directa, a una que explica cómo la interacción negativa de diferentes factores producirá limitaciones en las actividades y/o restricciones en la participación de un individuo. (Ministerio de Salud, 2011)

CARACTERÍSTICAS DEL NIÑO

Ya se ha dicho que lo que principalmente afecta a los niños con autismo es su desarrollo en el área cognitiva, social y comunicativa. Esto se demuestra en todos los comportamientos y relaciones con el entorno, principalmente en la sociedad. También se expuso que Leo Kanner planteaba la incapacidad para relacionarse normalmente, desde un principio, con personas y situaciones, por lo tanto esta es la condición más reconocible y más característica. Además este mismo especialista desplegó un listado de características que son utilizadas en las investigaciones actuales: (Martos)

✚ Alteraciones en el lenguaje.

✚ Deseo ansioso y obsesivo de mantener la Invariabilidad (se expresa en las repeticiones monótonas que practican, o en la desesperación que puede provocar en el niño cualquier cambio de rutina, secuencia de acciones, situación del mobiliario u otros).

✚ Manifiestan ciertos rasgos de inteligencia (excelente memoria mecánica).

✚ Varios de los niños en estudio son un poco torpes en la marcha y en la motricidad gruesa, pero poseen excelente motricidad fina.

De otra parte, Juan Martos, en su publicación “ Diagnóstico y Evaluación en Autismo” nos habla que lo más característico es que presentan una dificultad para desarrollar habilidades

de referencia conjunta, habilidades que un niño normal desarrolla a final del primer año de vida. (Palma Fuentes, 2011)

Debido a lo anterior, los niños con autismo desarrollan la habilidad para que otra persona haga cosas por ellos, como por ejemplo combinar el contacto visual con gestos para acercarles un objeto, retirarles un estímulo que les desagrade, obtener ayuda etc., lo que va generando una dependencia de la madre para mantener quieto y tranquilo al niño. Al crecer, los que no son tratados, mantienen y se hacen mucho más notorias las características que ya se han explicado. En lugar de progresar se hacen cada vez más agresivos desde el punto de vista comunicativo y social, más aislados y más concentrados en actividades repetitivas y estereotipadas hacia objetos o centradas en el propio cuerpo. (Proyecto Autismo La Garrida)

LOS SISTEMAS EXPERTOS

INTRODUCCION

La rama de la Inteligencia Artificial dedicada al estudio de principios, métodos, herramientas aplicables a la utilización del conocimiento humano en materias concretas y de sus fuentes para construir sistemas informáticos que reflejen dicho conocimiento se denomina Ingeniería del Conocimiento. (Soto, 2002)

Los sistemas basados en conocimiento son programas capaces de representar el conocimiento sobre un dominio muy concreto y razonar con él; tienen una arquitectura donde el conocimiento del dominio está claramente separado de los programas de inferencia y control que lo manejan.

En los sistemas expertos este conocimiento del dominio es almacenado en una Base de Conocimientos, en esta no solo se almacenan datos individuales, sino que contiene también objetos complejos, sus cualidades, relaciones entre objetos y reglas para el procesamiento del conocimiento.

En el tratamiento de datos el conocimiento se representa en forma de procedimiento, es decir, en forma de algoritmos que dan los distintos pasos individuales a seguir para la solución de un problema.

En los sistemas expertos el conocimiento se representa de forma independiente del procesamiento, a esto se nombra representación declarativa.

Para que el sistema experto aplique el conocimiento adecuado en un caso dado, se utilizan las técnicas de resolución de problemas, las cuales dan la solución de acuerdo a los datos que se le hay proporcionado al sistema.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Cuando se habla de sistemas expertos nos estamos refiriendo a uno de los campos de la inteligencia artificial, por lo tanto antes de seguir hablando de los sistemas expertos veremos una introducción la Inteligencia Artificial (IA).

Un factor que demuestra cierto nivel de inteligencia es la capacidad de aprender, este aprendizaje se realiza de diferentes maneras en los programas de inteligencia artificial. Una condición de este aprendizaje es la retroalimentación o feed back donde recibe información sobre sus logros o fracasos.

El siguiente factor que se considera como rasgo de cierto tipo de inteligencia es la capacidad de razonamiento. El proceso de decisiones de un ordenador se basa en su mayoría en un conjunto de sentencias condicionales (if-then) y trabaja con silogismos.

La comprensión del lenguaje natural por parte de los ordenadores, brecha muy difícil de traspasar es también un factor que demuestra cierta inteligencia.

Según una definición dada por Marvin Minski (1977), la IA es 'el arte de construir máquinas capaces de hacer cosas que requerirían inteligencia en caso de que fuesen hechas por los seres humanos'.

Otra definición clásica de la inteligencia artificial indica que es la parte de las ciencias de la computación que se ocupa de diseñar sistemas informáticos que presenten las características que se asocian con inteligencia en el comportamiento humano: comprensión del lenguaje, aprendizaje, razonamiento, resolución de problemas, etc.

En 1963, el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) recibe una subvención de 2,2 millones de dólares del gobierno de los Estados Unidos en concepto de investigación en el

campo de la IA. De esa forma, se comprueba la importancia que el Gobierno concede a la investigación dentro de ese campo. En 1965 aparece el primer Sistema Experto llamado DENDRAL. Se utilizaba para identificar estructuras químicas moleculares a partir de su análisis espectrográfico y su realización duró más de 10 años. (1965-1975) Fue realizado por un equipo dirigido por Edward Feigenbaum, que comenzó a desarrollar Sistemas Expertos utilizando bases de conocimiento definidas minuciosamente. DENDRAL se considera como el primer Sistema Experto. Se utilizaba para identificar estructuras químicas moleculares a partir de su análisis espectrográfico.

DENDRAL fue el primer ejemplo de la estructura básica de un Sistema Experto: problemas resueltos y formalizados con un conocimiento específico (en la forma de un sistema de reglas). Tuvo habilidad de explorar y abandonar posibles soluciones y es considerado como uno de los más tempranos y exitosos Sistemas Expertos que dominan un problema específico.

Muchos sistemas expertos nacieron a partir de DENDRAL. Dos de los más conocidos fueron el Meta-DENDRAL y GENOA. Meta-DENDRAL fue desarrollado a principios de los 70 y es un Sistema Experto que puede crear su propio sistema de reglas DENDRAL.

GENOA, la más reciente versión, ha sido comercializada recientemente.

DENDRAL podría ser descrito como un temprano "estudio de casos". De todos modos muestra la posibilidad de formalizar el conocimiento científico y la resolución de problemas heurísticos basado en reglas de un Sistema Experto. Más específicamente, fue el sistema pionero en el plan-generate-test de búsqueda del paradigma.

A partir de los 90 y con el desarrollo de la informática, se produce un amplio desarrollo en el campo de la IA y por ende de los Sistemas Expertos, pudiéndose afirmar que éstos se han convertido en una herramienta habitual de determinadas empresas.

Actualmente, en la era de la tecnología podemos citar algunos acontecimientos importantes como que en 1996 Best Business Service pone al alcance de las empresas, profesionales y centros de formación el primer Sistema Experto de previsiones empresariales con metodología Box-Jenkins. En 1999 se construye el primer Sistema Experto en el análisis de la cartera de productos, valorado por Actualidad Económica como el mejor software para el

marketing de productos. Y más recientemente en el 2000 se desarrolla y lanza al mercado español el primer Sistema Experto integral en marketing.

El objetivo final del mismo es relevar a las personas de tareas mecánicas y proporcionarles instrumentos amplificadores de sus capacidades mentales.

Como resumen, se puede indicar que los intereses de la I.A., en sus distintos aspectos, son los siguientes:

Estudios teóricos: Aprendizaje automático y modelos de aprendizaje en redes neuronales.

Aplicaciones: Sistemas Expertos.

SISTEMA EXPERTO

Los sistemas expertos son programas que aplican los conceptos de la inteligencia artificial y a ellos nos dedicaremos más profundamente. Es la pieza comercial y la que más aplicación se le ha dado en Inteligencia Artificial. (Soto, 2002)

La idea básica de estos programas es capturar en un ordenador la experiencia de una persona experta en un área determinada del conocimiento, de tal modo que una persona no experta pueda provechar esta información.

Es por ello que se crearon sistemas expertos que basándose en algunas reglas de acción (silogismos) y el análisis de posibilidades nos ayuda muy útil en todas las ramas de la acción humana. De este modo se crearon sistemas expertos para las tareas genéricas: es decir para la monitorización y el diagnóstico, además de los trabajos de simulación de la realidad. (Soto, 2002)

Los sistemas expertos reproducen el planteamiento de expertos en la solución de problemas. Esto significa que en un programa de ordenador se dispone de estrategias de solución y conocimientos de expertos, con los que se podrá solucionar problemas de una forma casi inteligente. (Flores Santos, 2011)

Un sistema experto es un programa de computador inteligente, que usa conocimientos y procedimientos de inferencia, para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir la intervención de un experto humano para su resolución. El conocimiento necesario para ello, así como los procedimientos de inferencia empleados, pueden verse como un modelo de la experiencia de los mejores profesionales en su campo. (Departamento de Ciencias de la Computacion e I.A.)

Los sistemas expertos (SE), son una rama de la Inteligencia Artificial que hace un uso extensivo del conocimiento especializado para resolver algún problema al nivel de un humano experto, al nivel de una persona que es especialista en el tema. (Sebastian Gomez, Perichinsky, & Garcia Martinez)

Son sistemas expertos aquellos programas que se realizan haciendo explícito el conocimiento en ellos, que tienen información específica de un dominio concreto y que realizan una tarea relativa a este dominio. (Flores Santos, 2011)

Un Sistema Experto es un sistema informático (hardware y software) que simula a los expertos en un área de especialidad dada. (Flores Santos, 2011)

Tipos de Sistemas Expertos

Hay diferentes puntos de vista desde los cuales se puede clasificar los Sistemas Expertos:

Por la forma de almacenar el Conocimiento-. Se puede distinguir sistemas basados en reglas y sistemas basados en probabilidad.

Sistema basado en reglas

El conocimiento se almacena en forma de hechos y reglas. El motor de inferencia opera mediante encadenamiento de regla hacia atrás y adelante. (Quintanar, 2007)

Sistema basado en probabilidad

La base de conocimiento está constituida por hechos y sus dependencias probabilísticas. El motor de inferencia opera mediante la evaluación de probabilidades condicionales. (Quintanar, 2007)

Tabla 1: Sistemas Expertos y Base de Conocimiento

Fuente: <http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sistemas%20expertos%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>

Elementos	Modelo probabilístico	Modelo basado en reglas
Base de conocimiento.	Abstracto: Estructura probabilística (sucesos dependientes). Concreto: Hechos.	Abstracto: reglas
Motor de inferencia.	Evaluación de probabilidades condicionales (Teoremas de Bayes).	Encadenamiento hacia atrás y hacia delante.
Subsistema de explicación	Basado en probabilidades condicionales.	Basado en reglas activas.
Adquisición de conocimiento	Espacio probabilístico Parámetros.	Reglas. Factores de certeza.
Subsistema de aprendizaje	Cambio en la estructura del espacio probabilístico. Cambio en los parámetros.	Nuevas reglas. Cambio en los factores de certeza.

En cuanto a las ventajas e inconvenientes de uno y otro puede mencionarse que en el caso de los sistemas probabilísticos, el motor de inferencia es muy rápido, ya que todas las implicaciones están presentes y solo se ha de determinar con que probabilidad se da una determinada implicación. En cuanto a los sistemas basados en Reglas, la principal ventaja es el hecho de que el mecanismo de explicación es sencillo, al tener presente el sistema las reglas que han sido disparadas. Otra ventaja es que únicamente se emplean las reglas necesarias en cada caso, sin necesidad de evaluar toda una estructura probabilística. (Quintanar, 2007)

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

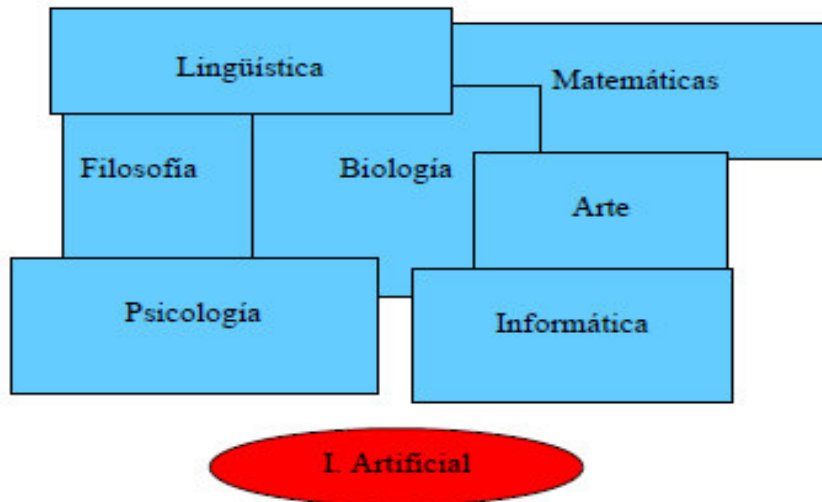


Ilustración 2: Inteligencia Artificial

Fuente: <http://mycroft.es/2014/01/inteligencia-artificia/>

Analicemos a continuación con más profundidad las características de los Sistemas Expertos. Son programas de computador diseñados para asistir a los expertos humanos en un dominio del mundo real, limitado pero difícil, en el sentido de que sólo un experto puede resolver el problema, en tareas que requieran razonamiento. Este razonamiento se modeliza en un programa a partir del razonamiento de experto humano. Esto implica, sólo en el mejor de los casos, que el Sistema Experto daría las mismas prestaciones que los expertos humanos. (Soto, 2002)

No sólo tiene representaciones del dominio sino que conservan a su vez representaciones de su estructura interna y funcionamiento y por tanto tienen alguna forma de autoconocimiento que les permite ya sea dar explicaciones de cómo resuelven los problemas, ya sean ampliaciones dinámicas del conocimiento.

- Interfaz usuario gráfico y de lenguaje natural, de modo que sean directamente utilizables por el experto.

- Arquitectura que separa claramente los conocimientos que usa el Sistema Experto, de los programas de inferencia y control que los maneja.

El Sistema Experto debe, además de resolver problemas, asumir otras funciones como es la de incrementar sus conocimientos, ya sea por contacto con otros expertos o por experiencia y poder así explicar el razonamiento seguido, para resolver el problema.

La intuición de un experto en una tarea compleja en la que se necesita gran rapidez y eficacia, se basa en el resultado de un conjunto de experiencias y conocimientos adquiridos.

Estos conocimientos pueden ser de varios tipos:

- Conocimiento público: Es aquel que está dado en forma explícita y al alcance de cualquier persona que lo quiera encontrar. Es pues obtenible con relativa facilidad y podríamos describirlo como aquel que se obtendría por consulta de bibliotecas u otras formas explícitas.
- Conocimiento semipúblico: es igualmente explícito pero sólo capaz de entenderse por los ya iniciados en un dominio. Digamos que sería el obtenible en artículos especializados y actas de congresos.
- Conocimiento privado: No es explícito. Es interiorizado en los expertos; lo usan, pero difícilmente son capaces de hacerlo explícito. Es, por decirlo de alguna manera, “intuición experta” al que antes se había hecho referencia. El conocimiento privado es el fundamental para construir un Sistema Experto.

Este conocimiento sólo es obtenible después de largas sesiones entre el experto y el Ingeniero de Conocimiento, que en este caso es el encargado del diseño y conversión del conocimiento del experto en un conocimiento que sea de utilidad para que el sistema realice sus tareas.

La esencia del conocimiento es, por una parte la abstracción y por otra la generalización. La abstracción es el hecho de que si se da una evidencia para una característica, entonces es la evidencia para la clase. La generalización parte de las experiencias particulares, excluyendo lo

que no es pertinente e incluyendo lo pertinente, entendiendo por pertinente aquello que debe tenerse en cuenta para que la generalización sea válida.

Existe una interpretación funcional del conocimiento, en la que puede considerarse como un conjunto de datos y/o hechos, un conjunto de heurísticas y un conjunto de creencias, principios y teorías, de acuerdo con el grado de formalización alcanzado, donde se encadenan y tienen sentido los otros dos conjuntos. (Soto, 2002)

El rango de aplicación de los Sistemas Basados en el Conocimiento (SS.BC) es bastante amplio. En un primer nivel muy sencillo, se pueden incluir aplicaciones que sólo requieren un número limitado de técnicas de Ingeniería del Conocimiento, las cuales se basan en incorporar reglas heurísticas de decisión a una aplicación convencional. En el nivel más sofisticado, se encuentran los sistemas que van más allá de las recomendaciones y deciden qué acciones tomar en cada caso. Entre estos dos niveles, se encuentran sistemas basados en la experiencia (SS.EE) en sus dos facetas de recomendación. El rango se establece sobre una escala cualitativa en cuanto a la categoría y otra cuantitativa en lo que respecta al esfuerzo de construcción relativo a cada categoría.

Se puede definir la Ingeniería del Conocimiento como el conjunto de principios, métodos y herramientas que permiten aplicar el saber científico y la experiencia a la utilización del conocimiento y de sus fuentes, mediante invenciones o construcciones útiles para el hombre. Es decir, la Ingeniería del Conocimiento se enfrenta a la dificultad de construir software con pericia, aspirando primero a extraer el conocimiento de los expertos y luego a organizarlo en una implementación efectiva. (Soto, 2002)

El procedimiento de extraer conocimiento se conoce como “adquisición de conocimiento”. Esta transferencia y transformación de la experiencia de resolver problemas desde las posibles fuentes de conocimiento a un programa, constituye el núcleo central del proceso de desarrollo de un Sistema Experto. Esta actividad requiere de entrenamiento, por lo tanto los expertos no pueden pretender convertirse en sus propios Ingenieros del Conocimiento.

Para que el conocimiento sea utilizable no basta con extraerlo sino que hay que estructurarlo de manera que cubra un amplio rango de casos esperados. El ingeniero tiene que definir la profundidad de la representación, los límites esperados del conocimiento explícito del sistema, así como las condiciones bajo las cuales el conocimiento llega a ser inaplicable. Así podemos decir que la Ingeniería del Conocimiento es el proceso de diseñar y hacer operativos los sistemas basados en el conocimiento. En otras palabras, la Ingeniería del Conocimiento, como actividad de construir bases de conocimientos y los procesos de inferencia para manejarlos, se define como el subcampo de la Ingeniería Artificial concerniente a la adquisición, representación y aplicación del conocimiento.

A partir de esta definición podemos ver los problemas fundamentales en la construcción de SS.BC:

- La adquisición de conocimiento y cómo pasar el conocimiento a partir de textos y de expertos humanos a una representación abstracta efectiva.
- La representación del conocimiento, es decir, cómo representar el conocimiento mediante estructuras de datos que el sistema pueda procesar.
- La generación de inferencias o cómo utilizar esas estructuras de datos para generar información útil para un caso determinado.

Para resolver los problemas anteriores debemos mostrar atención a los siguientes requerimientos:

- El modular. Durante el proceso de desarrollo de la base de conocimientos es muy difícil que los expertos presenten todos los hechos y relaciones para plasmar toda la experiencia en el dominio. Los expertos suelen olvidar detalles o tienden a simplificarlos, de manera que el conocimiento deberá ir aumentando gradualmente.
- De programación. Los programas deberán ser declarativos y no imperativos. Otra cuestión básica será la elección de las herramientas hardware y software para su realización.

Estos requerimientos son compatibles con el paradigma del lenguaje natural. Los expertos y los usuarios deberían ser capaces de utilizar la base de conocimientos directamente, tanto en la fase de adquisición del conocimiento como en la de explotación. Por lo tanto el sistema debe soportar lenguajes de alto nivel en los que sus elementos primitivos son atributos y asociaciones de un problema específico en el dominio, en lugar de conceptos de programación.

La diferencia de esta Ingeniería de los proyectos habituales de software es que necesita usar juicios especializados y habilidad de comportamiento. En consecuencia los ingenieros deben ser capaces de llevar a cabo las siguientes tareas:

- Evaluar y reconocer las diferentes aplicaciones potenciales, diagnosticando las que son triviales o imposibles.
- Extraer el conocimiento privado de los expertos y el público, de todos los textos que sea posible.
- Diseñar, construir y verificar la base de conocimientos, seleccionando representaciones idóneas del conocimiento. Diseñar modelos de resolución de problemas y construirlos para posteriormente, verificarlos.
- Definir qué es un problema bien estructurado. Definir los estados y los operadores para efectuar la búsqueda. En problemas bien estructurados estos elementos se conocen. En problemas mal estructurados algunos de estos elementos faltan o no se conocen.
- Reflejar las restricciones que se presentan en el dominio de la aplicación.
- Usar técnicas heurísticas que permitan reducir el ámbito de búsqueda.
- Emplear técnicas de aprendizaje y analogías.
- Examinar y decidir las herramientas idóneas para la ejecución del nuevo sistema a realizar.

La palabra experto puede usarse de muy diferentes maneras. Cuando se habla de un experto, se quiere decir un individuo que está ampliamente reconocido como alguien que es capaz de resolver un tipo de problemas particular que la mayoría de las personas, incluso de su misma profesión, no pueden resolver efectiva y eficientemente. Los expertos trabajan bien

porque tienen una gran cantidad de conocimiento recopilado, específico del con dominio, almacenado en la memoria a largo plazo.

Un experto es alguien que, debido a su preparación y experiencia, es capaz de hacer ciertas cosas de un tema concreto, que no pueden hacer el resto de los mortales. Los expertos no sólo son competentes, sino que también son elegantes y eficientes en las decisiones que toman o en los actos que ejecutan.

Los expertos conocen una gran cantidad de cosas y tienen trucos y recursos para aplicar lo que saben a problemas y tareas, o despreciar la información irrelevante y detectar la que es significativa. Además y sobre todo, son capaces de reconocer en problemas aparentemente nuevos, simples ocurrencias de tipos de problemas con los que están familiarizados.

La transferencia del conocimiento de un experto a un sistema está condicionada y dificultada por una serie de circunstancias. Entre ellas cabe señalar las siguientes:

- El conocimiento experto es caro. Los mejores expertos son justamente los más apreciados por las instituciones y en consecuencia, son los más inaccesibles.
- Habitualmente el conocimiento de los expertos no está en los libros. Las obras técnicas transmiten un saber, pero la mayoría del conocimiento consiste en unos procedimientos dispares, mal definidos e imprecisos llamados heurísticas que como casi siempre están ausentes en los libros.
- El conocimiento del experto tiene que verificarse y se adquiere incrementalmente. El conocimiento no se adquiere de una sola vez. El proceso de construcción de un sistema experto requiere varios meses, y a veces varios años. En el curso de su desarrollo, es frecuente reformar muchas veces la base de conocimientos.
- El conocimiento experto puede estar distribuido. La experiencia obtenida como sistemas que han superado la fase de demostración de viabilidad, sugiere que confiar en un único experto puede crear puntos oscuros en la base de conocimientos o producir un sistema que no tendrá usuarios.
- El conocimiento del experto es declarativo. El conocimiento de los expertos sobre un tema en especial, generalmente, no está codificado como procedimientos y funciones

en un lenguaje de programación particular, sino en forma declarativa conocida como “base de conocimientos”. La forma más habitual de representación de este conocimiento comprende un conjunto de reglas (antecedente, consecuente).

- Un experto aplica efectivamente lo que sabe. No sólo posee un “almacén” de conocimiento declarativo acerca de un dominio, sino que también puede aplicarlo rápidamente a una tarea dada. Por lo tanto para emular las habilidades de un experto, no es suficiente con codificar el conocimiento declarativo, sino que es necesario que éste se incorpore a un motor de inferencias.

Se puede definir un sistema basado en el conocimiento como un programa de Inteligencia Artificial, cuyas prestaciones dependen más de la existencia de una base de conocimientos que de los ingeniosos algoritmos de programación.

El término experto quiere decir: competencia y especialización, de modo que el éxito del sistema depende frecuentemente de lo limitado del enfoque. Los Sistemas Expertos, como los expertos humanos, tienen varios niveles de experiencia. Aunque los Sistemas Expertos suelen tener un dominio de uso menos amplio y menor flexibilidad que los expertos humanos.

Se puede afirmar que un Sistema Experto es un conjunto de programas que incorporan el conocimiento especializado y la experiencia de los expertos humanos. Con este nombre genérico se incluyen programas que por una parte tienen una interfaz amistosa próxima al lenguaje natural y por otra tiene una representación del conocimiento en un dominio de manera muy parecida a la forma en que operaría un experto en el tema.

Estos programas no deben incluir procesos matemáticos rigurosos sino que deben ser bastante dinámicos y abiertos para modificarlos con facilidad en función de la experiencia. Cualquier Sistema Experto debe cumplir las siguientes características:

Ser capaz de aprender lo que los expertos humanos conocen, de manera que distinga los puntos de vista discrepantes de los expertos humanos.

- Mantener y actualizar sus conocimientos como lo hacen los expertos humanos. Tantear mediante la lectura, con el planteamiento de cuestiones o el aprendizaje a partir de la experiencia previa.
- Presentar sus conclusiones a los usuarios de la misma forma que lo hacen los expertos humanos, es decir, deben justificar, clarificar y explicar su modo de razonamiento e incluso enseñar al usuario. Para esto, un sistema experto debe:
 - ✚ Usar reglas heurísticas experimentales para evitar la búsqueda ciega.
 - ✚ Discurrir manipulando símbolos.
 - ✚ Abarcar el dominio de los principios fundamentales y los métodos generales más sencillos.
 - ✚ Resolver satisfactoriamente problemas complejos.
 - ✚ Interactuar inteligiblemente con los usuarios.
 - ✚ Poder interpretar, diagnosticar, predecir, analizar, consultar, planear y diseñar, etc., como lo pueden hacer los humanos.

Los sistemas actuales ponen mucha atención en las capacidades cognoscitivas, facilitando la interacción con el usuario durante la solución del problema, tanto para explicar las líneas de razonamiento seguidas como para adquirir nuevos conocimientos o modificar los ya adquiridos. Un sistema se considerará inteligente si da respuestas correctas y útiles o si los conceptos y procesos de razonamiento que usa para resolver un problema se parecen a los que puede emplear el usuario.

De esta manera se llega a la construcción de sistemas capaces de explicar su razonamiento sobre un caso concreto, interactuando con el usuario cuando persigue hechos o inferencias relevantes acerca del caso, resuelve, explica el problema y da la solución propuesta, empleando el nivel conceptual del usuario. La siguiente tabla muestra algunas diferencias que existen entre los sistemas clásicos y los expertos:

SISTEMA CLASICO	SISTEMA EXPERTO
Conocimiento y procesamiento combinado en un programa	Base del conocimiento separada del procesamiento
No contiene errores	Puede contener errores
No da explicaciones, los datos se leen o se escriben	Posee un modulo de explicación
Los cambios son tediosos	Los cambios en las reglas son fáciles
El sistema solo opera completo	El sistema puede operar con pocas reglas
Se ejecuta paso a paso	La ejecución utiliza heurísticas y lógica
Necesita información completa para operar	Puede operar con información incompleta

Ilustración 3: Introducción a los Sistemas Expertos

Fuente: <http://es.slideshare.net/RichardRiosOrtiz/introduccion-a-los-sistemas-expertos>

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

- Adquirir e implementar la base de conocimientos del experto humano para estructurar una base de conocimientos específica y se desarrollara el motor de inferencia.
- El Sistema Experto puede ayudar de manera importante y con un menor costo a la capacitación y adiestramiento del personal sin experiencia.
- Aunque los sistemas expertos son caros de construir y mantener, son baratos de operar.
- Los costes de desarrollo y mantenimiento se pueden dividir entre muchos usuarios.
- El coste global puede ser bastante razonable si se le compara con expertos humanos.

El experto humano se encuentra en un único lugar físico y es irreproducible, mientras que una vez construido un Sistema Experto, se pueden fabricar un número ilimitado de copias destinadas a todos los lugares donde sean necesarias.

Con los Sistemas Expertos, transacciones similares se ejecutan de la misma manera. El sistema hará recomendaciones para situaciones parecidas. Los Sistemas Expertos razonan sobre la base de un conocimiento adquirido y no tienen sitio para la subjetividad.

Un Sistema Experto puede suministrar documentación del proceso de decisión. Y ésta puede permanecer.

Un Sistema Experto puede revisar todas las transacciones y un experto humano sólo una muestra. En algunos casos, la complejidad de un problema hace que un experto humano no pueda obtener una conclusión. Debido a la capacidad de los ordenadores de procesar una gran cantidad de información y de realizar un gran número de operaciones en poco tiempo, los Sistemas Expertos pueden obtener conclusiones realistas en situaciones donde los expertos humanos no pueden.

El fraude y los errores pueden ser prevenidos. La información está disponible antes para la toma de decisiones.

Un Sistema Experto responderá siempre de la misma manera ante cierto problema, mientras que un experto humano puede estar condicionado por factores emocionales, prejuicios personales, tensión, fatiga, etc.

- En algunos casos, un Sistema Experto puede diferenciar un producto o puede referirse al nombre de la empresa.
- Los Sistemas Expertos son mejores en aquellas situaciones donde hay una estructura notoria previa.
- Aunque puede resultar caro inicialmente construir un sistema experto, una vez construido produce grandes beneficios.

Por otro lado, los Sistemas Expertos presentan grandes carencias frente a los seres humanos:

- Sentido común: Para un ordenador no hay nada obvio.
- Lenguaje natural: Todavía nos encontramos muy lejos de tener un sistema que pueda formular preguntas flexibles y mantener una conversación informal con un usuario o con un paciente.
- Experiencia sensorial: Los Sistemas Expertos, en la actualidad, se limitan a recibir información.

- Perspectiva global: Un experto humano es capaz de detectar inmediatamente cuáles son las cuestiones principales y cuáles son secundarias (separando los datos relevantes de los detalles insignificantes).

Además existen estas otras limitaciones:

- Falta de capacidad de aprendizaje: Los expertos humanos son capaces de aprender de la experiencia.
- Capacidad de manejar conocimiento no estructurado: El experto humano organiza y usa la información y el conocimiento presentados de forma poco ordenada.
- Funciones genuinamente humanas: por ejemplo, todo lo relacionado con el lenguaje natural, la formación de conceptos, el conocimiento de sentido común y la creación quedan fuera de los Sistemas Expertos, al menos, en el estado actual del conocimiento.
- La extracción del conocimiento es el problema más complejo que se les plantea a los Ingenieros de Conocimientos.
- Los Sistemas Expertos son incapaces de reconocer un problema para el que su propio conocimiento es inaplicable o insuficiente.
- Los motores de inferencia poseen algunos límites.
- Falta personal competente para investigar y desarrollar aplicaciones.

ARQUITECTURA

La estructura de un SE está organizada alrededor de tres elementos principales.

Sistema Experto



Ilustración 4: Arquitectura de un Sistema Experto

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/3157588/>

B.C.(Base de conocimiento): Contiene los elementos de conocimiento que se consideran necesarios para resolver un determinado problema, lo que equivaldría a los algoritmos en programación algorítmica.

M.I.(Motor de inferencia): Es el mecanismo capaz de aplicar el conocimiento que se encuentra en la base de conocimiento para resolver un problema. Se encarga de buscar y seleccionar las piezas de conocimiento más adecuadas en cada instante para su utilización en la resolución del problema, así como de aplicarlas.

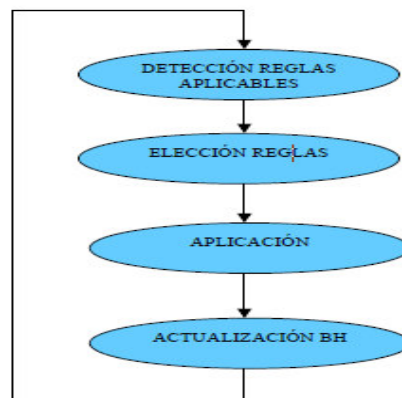


Ilustración 5: Ciclo base Motor de Inferencia

Fuente: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/carlos_sm

B.D.(Base de datos): En ella se encuentra la información relevante del problema que se está tratando. Su contenido va variando según se va aplicando el conocimiento contenido en la base de conocimiento. En cada instante contendrá una descripción de la situación en la que se encuentra el proceso de resolución del problema. Corresponde a las variables, ficheros, bases de datos, de la programación algorítmica.

Otros elementos no imprescindibles en un Sistema Experto:

Interfaz de usuario: Es el componente que permite a una persona interactuar con el SBC. Ha de ser fácil de usar por personal no especializado. Debe interactuar principalmente con el motor de inferencia y con la base de datos para poder introducir el estado inicial y los intermedios que se pueden ir produciendo.

Subsistema de explicación: Es capaz de explicar las líneas de actuación seguidas por el SBC. Es frecuente que pueda explicar dos cosas: Por qué se ha aplicado un determinado sistema de conocimiento y el cómo se ha llegado a una determinada conclusión.

S.A.C. (Subsistema de adquisición de conocimiento): Permite que el SBC adquiera conocimiento y lo almacene en su base de conocimiento de un modo más ó menos automatizado.

Todo ello forma parte del esquema extendido de un Sistema Experto, que mostramos a continuación.

REDES NEURONALES

Una RNA es un modelo computacional inspirado en redes neuronales biológicas que puede ser considerada como un sistema de procesamiento de información, es una estructura distribuida, de procesamiento paralelo, formada de neuronas artificiales (llamados también elementos de procesamiento), interconectados por un gran número de conexiones (sinapsis), los cuales son usados para almacenar conocimiento que está disponible para poder ser usado, intenta emular las funciones computacionales elementales de la red nerviosa del cerebro humano, en base a la interconexión de multitud de elementos de procesamiento, cada uno de los cuales presenta un comportamiento completamente local. (Mateos & Ruiz Reina, 2013)

Una RNA es un modelo matemático constituido por un conjunto de unidades de procesamiento llamados Neuronas, células o nodos, interconectados entre sí por varias ligaduras de comunicación directa llamadas conexiones, con la finalidad de recibir señales de entrada, procesarlas y emitir señales de salida. (Matich, 2001)

Elementos Básicos de una Neurona

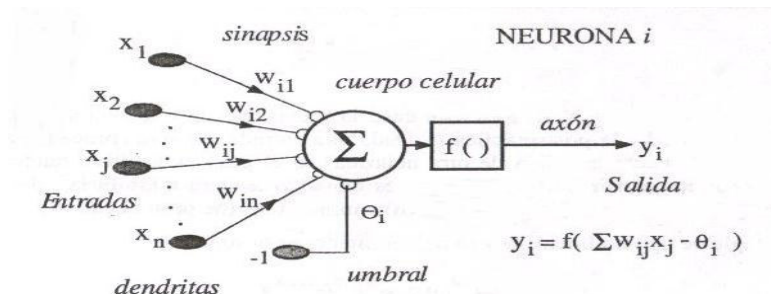


Ilustración 6: Elementos Básicos de una Neurona

Fuente: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40442009000100017&script=sci_arttext

- Conjunto de entradas o vector de entradas x , de n componentes.
- Conjunto de pesos sinápticos w_{ij} , representan la interacción entre la neurona pre sináptica j y la post sináptica i .
- Regla de propagación $d(w_{ij}, x_j(t))$, proporciona el potencial post sináptico, $h_i(t)$.
- Función de activación $a_i(t) = f(a_i(t-1), h_i(t))$: proporciona el estado de activación de la neurona en función del estado anterior y del valor postsináptico.
- Función de salida $F_i(t)$: proporciona la salida $y_i(t)$, en función del estado de activación.

ALGORITMO BACKPROPAGATION

Conocido también como Retropropagación o propagación hacia atrás, la primera descripción fue dada por Werbos en 1974, es un algoritmo de aprendizaje supervisado que se usa para entrenar RNA de arquitectura multicapa y con conexiones hacia adelante. El algoritmo consiste en minimizar un error (comúnmente cuadrático) por medio de gradiente

descendiente, por lo que la parte esencial del algoritmo es el cálculo de las derivadas parciales de dicho error con respecto a los parámetros de la RNA.

El algoritmo Backpropagation consta de los siguientes pasos Inicialización:

1. Construcción de la red.
2. Inicialización aleatoria de pesos y umbrales (-0.5, 0.5).
3. Criterio de terminación (número máximo de iteraciones,...).
4. Contador de iteraciones $n=0$. Hacia Adelante
5. Seleccionamos el primer par de entrenamiento.
6. Calcular la salida de la red para cada patrón de entrada.
7. Calcular el error total cometido (SSE).
8. Si la condición de terminación se satisface, parar. Hacia Atrás
9. Incrementar el contador $n=n+1$.
10. Propaga los errores hacia la capa de entrada, ajustando los pesos de las capas ocultas de forma que se minimice el error

- Para cada neurona de salida calcular

$$\delta_k = (o_k - y_k) f'(net_k) \text{ donde } net_k = \sum_i w_{ij} x_i + b_j$$

- Para cada unidad oculta calcular

$$\delta_j = f'(net_j) \sum_k \delta_k w_{jk}$$

- Actualizar los pesos

$$\Delta w_{ij}(n+1) = \eta \delta_j o_i + \alpha \Delta w_{ij}(n)$$

11. Repetimos desde el paso 5 para cada par de entrenamiento hasta que el error para todos los conjuntos de entrenamiento sea aceptable.

ALGORITMO PERCEPTRON

- Fue introducido por Frank Rosenblatt.
- Sistema capaz de realizar tareas de clasificación de forma automática.
- A partir de un número de ejemplos etiquetados, el sistema determina la ecuación del plano discriminante.
- Es reconocido por su capacidad de aprender a reconocer patrones
- Es un modelo unidireccional compuesto por dos capas de neuronas.
- Con respecto al entrenamiento las neuronas de entrada son discretas y la función de activación de las de salida es de tipo escalón.
- Puede usarse como neurona dentro de otro tipo de red de neurona artificial.
- Aprendizaje supervisado y conexiones en un sólo sentido.

El perceptrón usa una matriz para representar las redes neuronales y es un discriminador terciario que traza su entrada x (un vector binario) a un único valor de salida $f(x)$ (un solo valor binario) a través de dicha matriz.

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } w \cdot x - u > 0 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde w es un vector de pesos reales y $w \cdot x$ es el producto escalar (que computa una suma ponderada). u es el 'umbral', el cual representa el grado de inhibición de la neurona, es un término constante que no depende del valor que tome la entrada.

El valor de $f(x)$ (0 o 1) se usa para clasificar x como un caso positivo o un caso negativo, en el caso de un problema de clasificación binario. El umbral puede pensarse de como compensar la función de activación, o dando un nivel bajo de actividad a la neurona del rendimiento. La suma ponderada de las entradas debe producir un valor mayor que u para cambiar la neurona de estado 0 a 1.

MARCO CONCEPTUAL

AUTISMO

Se define como un conjunto de trastornos complejos del desarrollo neurológico, caracterizado por dificultades en las relaciones sociales, alteraciones de la capacidad de comunicación, y patrones de conducta estereotipados, restringidos y repetitivos. (Nicolas, 2004)

El autismo es el más conocido de los trastornos generalizados del desarrollo (TGD), que por este motivo también se denominan trastornos del espectro autista (TEA), y son considerados trastornos neuropsiquiátricos que presentan una gran variedad de manifestaciones clínicas y causas orgánicas, y afectan de forma diversa y con distinto grado de intensidad a cada individuo; esto significa que dos personas con el mismo diagnóstico pueden comportarse de diferente manera y tener aptitudes distintas. (Nicolas, 2004)

Se considera que la incidencia de autismo a nivel mundial es de tres a seis niños de cada 1.000, existiendo cuatro veces más probabilidades de aparición en los varones que en las mujeres, sin distinción entre razas, nivel socioeconómico o área geográfica. (OSPRA, 2014)

TRANSTORNO DEL ESPECTRO AUTISMO

Los TEA se definen como una disfunción neurológica crónica con fuerte base genética que desde edades tempranas se manifiesta en una serie de síntomas basados en una tríada de trastornos (tríada de Wing).

El grado de gravedad, forma y edad de aparición de cada uno de los criterios va a variar de un individuo a otro, definiendo cada una de las categorías diagnósticas. A pesar

de las clasificaciones, ninguna persona que presenta un TEA es igual a otro en cuanto a características observables. (Ministerio de Ciencia e Innovación, 2009)

TECNOLOGIA DE INFORMACION

Castells en 1998 al referirse a las tecnologías de la información y de la comunicación en las que se sitúa como el conjunto de tecnologías desarrolladas en el campo de la microelectrónica, la informática, las telecomunicaciones, la televisión y la radio, la optoelectrónica y su conjunto de desarrollo y aplicaciones, o con la propuesta de Cabero (2000) que presenta las diferentes utilidades de las NTIC en la educación.

Se conoce como TI a la utilización de tecnología específicamente computadoras y ordenadores electrónicos para el manejo y procesamiento de información enfocándose en la captura, transformación, almacenamiento, protección, y recuperación de datos e información.

De acuerdo con Cabero (2000) deberíamos distinguir entre nuevas tecnologías (vídeo e informática) y tecnologías avanzadas; término acuñado por diversos autores para diferenciar las realmente nuevas (multimedias, televisión por cable y satélite, CD-ROM, hipertextos).

La propuesta de Pérez García (1997) extiende y completa la definición de NTIC presentada para obtener un resultado nuevo: una transformación del proceso comunicativo que tiene lugar en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

SISTEMA EXPERTO

Es un programa de computadora interactivo que contiene la experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o de un grupo de personas especialistas en un área en particular del conocimiento humano, de manera que permitan resolver problemas específicos de esa área de manera inteligente y satisfactoria. La tarea principal de un SE es tratar de aconsejar al usuario. (Quintanar, 2007)

Los usuarios que entregan la información al SE son en realidad los expertos humanos y tratan a su vez de estructurar los conocimientos que poseen para colocarlos entonces a disposición del sistema. Los SE son útiles para resolver problemas que se basan en el conocimiento. (Quintanar, 2007)

CAPITULO III. ESTADO DEL ARTE METODOLÓGICO

En Estados Unidos se han desarrollado la mayor cantidad de proyectos dirigidos hacia niños autistas, puesto que durante los últimos 20 años el porcentaje de este trastorno ha aumentado 1.500%.

Si bien el interés por motivar a niños autistas ha proliferado en este país, la mayoría de los programas desarrollados son difíciles de integrar en Perú pues el lenguaje que utilizan no es adecuado para niños y estos programas no poseen versión español/inglés por lo tanto es imposible utilizarlos como método de enseñanza en los centros autistas ya que se está llegando a niños que de partida no saben interactuar tanto con el entorno y además no logran reconocer ni siquiera las palabras natales de su idioma. A pesar de esto hay elementos que son muy rescatables de estos programas, como por ejemplo la utilización de las imágenes, o el recurrir a juegos específicos para lograr una mejor asimilación de la información por parte de los niños.

SISTEMAS EXPERTOS

SISTEMA EXPERTO DE DIAGNOSTICO MEDICO DEL SINDROME DE GUILLIAN BARRE

En esta tesis se aplica inteligencia artificial que aunque este campo dispone de una amplia bibliografía, no se realiza muchas aplicaciones en nuestro país a pesar de ser un tema muy importante debido a la gran ayuda que nos brindaría, además de que se puede aplicar en distintos campos.

Uno de los objetivos que presenta esta tesis es el de desarrollar un sistema experto, utilizando Redes Neuronales Artificiales basadas en el conocimiento, lo cual implica un nuevo algoritmo para la resolución de problemas de los ya existentes ya que podría significar mejoras en la obtención de los resultados en lo que se refiere al tiempo de respuesta aparte de ser una nueva propuesta. (Soto, 2002)

El desarrollo de esta Tesis es la de elaborar un Sistema Experto par el Diagnostico Medico del Síndrome De Guillian Barre, que afecta el sistema nervioso de las personas

dejando inactivos los músculos a tal grado de volver parálitica a la persona de un momento a otro , se confunde este síndrome con otras enfermedades, lo cual hace que el tratamiento no sea efectuado a tiempo , ocasionando severos efectos secundarios como pérdida de fuerza en ciertos músculos después de la recuperación de la enfermedad o incluso provocarle la muerte. (Soto, 2002)

En esta tesis se plantea las redes neuronales como una técnica de solución de Sistemas Expertos ya que se ha considerado que este método resulte mejor que otros mecanismos por el tiempo de respuesta debido a la encadenación que tienen que realizar , hallando posibles soluciones y tener que compararlas todas, mientras que en este método se ha aplicado valores numéricos a cada síntoma (implica conocimiento heurístico) , que permite la ejecución de una función matemática que obtiene los resultados por enfermedad de manera más rápida. (soto, 2002)

En este caso la utilización de redes neuronales como método de Diagnóstico Médico es de mucha ayuda ya que se resulta eficaz ya que se obtiene resultados de modo fiable y con un tiempo de respuesta óptimo. (soto, 2002)

Como conclusión en esta tesis se puede indicar que los Sistemas Expertos son herramientas importantes en nuestra vida diaria ya que nos apoya en la manera de realizar diversas actividades, tal como si tuviéramos a nuestro alcance a un experto de cualquier ámbito.

Una recomendación del autor de esta Tesis es indicar que se realice más sistemas expertos en el Perú, ya que el área de aplicación es amplia. Además debido al centralismo que hay en el país faltan especialistas en lugares alejados de las urbes, por lo que sería de gran ayuda para personal técnico de nivel técnico que pueda formular los datos y obtener solución a ellos.

SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE TRANSTORNOS DEPRESIVOS AUTOR

En este proyecto se aplica Inteligencia Artificial cuyo objetivo primordial es el diagnóstico de manera óptima el tipo de trastorno depresivo de un paciente.

La aplicación detecta cuando un paciente presenta trastorno depresivo, este sistema tratara de observar al paciente durante un tiempo, conservando su diagnóstico el cual es de mucha utilidad para llevarle un seguimiento lo que convierte que esta aplicación pueda servir de utilidad en el futuro por si desea realizar un tipo de consulta.

El desarrollo de esta aplicación es el de proporcionar una herramienta que permita diagnosticar, con una cierta antelación a lo normal, cualquier tipo de trastorno depresivo.

El desarrollo de un Sistema Experto se justifica en el caso que deba realizarse en entornos hostiles o peligrosos por lo que no se desea mantener un experto humano en el lugar, o bien, cuando los expertos humanos escasean y una empresa necesita expertos en distintas ubicaciones a la vez.

El proyecto no ha sido construir un Sistema Experto que simulase exactamente el diagnóstico de un psiquiatra, sino complementar a los profesionales, expertos en la materia, sirviéndoles de ayuda. De paso ser punto de referencia para aquellos usuarios que no sean expertos y puede utilizar la aplicación como utilidad práctica para ejercer la profesión. (Luengo, 2005)

El mundo de la informática con la medicina y la psicología, en principio, no parecen tener una conexión clara. Se intentará, por medio de esta aplicación, no un diagnóstico final a tomar por el paciente, sino una observación que puede ser tomada en cuenta por aquel profesional que lo solicite. Un primer diagnóstico sobre el tratamiento que ha de tener el usuario ante un trastorno depresivo. Una buena evaluación diagnóstica debe incluir una historia médica completa: cuándo comenzaron los síntomas, cuánto han durado, etc. Si el paciente los ha tenido antes, se debe averiguar si los síntomas fueron tratados y qué tratamiento se dio. (Luengo, 2005)

Todo ello se mostrará en el informe final del paciente. La selección del tratamiento dependerá del resultado de la evaluación. Existe una gran variedad de medicamentos antidepresivos y psicoterapias que se pueden utilizar para tratar los trastornos depresivos. Una vez se ha realizado el diagnóstico, se recomendará la medicación a seguir. Intentaremos que el programa tenga la misma competencia que un especialista en el diagnóstico de la depresión. (Luengo, 2005)

En este proyecto la implementación de la base de conocimiento y el desarrollo del motor de inferencia, permitirá extraer conclusiones partiendo de la información que han extraído anteriormente según un método fijo de solución de problemas, que está configurado imitando el procedimiento humano de los expertos, con el que establecen la solución. (Luengo, 2005)

Durante el desarrollo de este proyecto, resulta más apropiado empezar con implementaciones tipo test para encontrar el camino hacia una solución definitiva y para hacerlas coincidir con las necesidades del usuario.

Un método efectivo de este proyecto es la implementación de un prototipo de Sistema Experto que permita llevar a cabo las funciones más importantes de éste, aunque con un esfuerzo de desarrollo considerablemente inferior al de una implementación convencional. Por último, se realiza la implantación final de la aplicación en su versión definitiva.

Este proyecto ayuda a todo tipo de usuarios, ya que se habla de una enfermedad muy común hoy en día y que se presenta a menudo, con diferentes grados y se quiere lograr que cualquier médico de cabecera pueda hacer uso de la aplicación para realizar un primer diagnóstico.

Como conclusión en esta tesis se puede indicar que el diseño DI-AGDEP al realizarlo de forma modular ayuda a permitir que pueda ser extendido en otras áreas de aplicación o en el futuro incluirse para otros tipos de trastorno.

DIAG, UN SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE ANOMALIAS CRANEOFACIALES

La necesidad de mejorar los medios de diagnóstico a través de los años, determino que en estas dos últimas décadas se hayan incorporado técnicas de computación tales como la inteligencia artificial, en el cual se destaca los sistemas expertos por su versatilidad y posibilidad de condensación del conocimiento experto. El uso de los sistemas expertos ha traspasado en pocos años las fronteras de los laboratorios, para tomar un lugar en hospitales, industrias y muchos otros sitios.

El sistema experto presenta un prototipo experimental para el diagnóstico de un grupo de anomalías craneofaciales, encontradas en la clínica. Este sistema es una herramienta de diagnóstico para ortodontistas, residentes y estomatólogos dedicados a la ortodoncia y puede

también ser empleado como un sistema tutorial inteligente para el estudio de la ortodoncia. La programación de este sistema experto se ha llevado a cabo a partir de la mezcla realizada entre conocimientos tanto heurísticos como formales. (Guevara Lopez, Rodriguez Rodriguez, & Gonzalez Pestano)

Los módulos contienen los datos referentes a cada anomalía investigada, incluyendo algunas sugerencias acerca de las diferentes conductas a seguir en el plan de tratamiento, teniendo en cuenta el período de crecimiento y desarrollo en que se encuentra el paciente. Como forma fundamental de representación del conocimiento se utilizaron reglas de producción. (Guevara Lopez, Rodriguez Rodriguez, & Gonzalez Pestano)

El sistema es susceptible de asimilar más conocimientos, que pueden ser aportados por grupos de expertos de diferentes especialidades, lo que lo hará más universal, con mayores posibilidades de solución de problemas relacionados con el diagnóstico en ortodoncia. (Guevara Lopez, Rodriguez Rodriguez, & Gonzalez Pestano)

En este sistema con el objetivo de facilitar el análisis del sistema DIAG, separa las partes fundamentales los cuales son: base de conocimientos, mecanismos de control e interfaces de usuario eso conlleva a realizarlo de manera ordenada el cual ayudaría en un futuro si se actualiza la base de conocimiento.

Con la base de conocimientos obtenidos en este sistema se comprueba además, la dinámica del sistema. En este sentido se concluyó que el diagnóstico se establece con rapidez y seguridad, siempre que los datos aportados sean confiables y suficientes.

DAI: SISTEMA BASADO EN CONOCIMIENTO PARA DIAGNOSTICO DE AUTISMO. : UNA APROXIMACION AL RAZONAMIENTO DIAGNOSTICO EN PSICOLOGIA.

El objetivo de este sistema es la creación de un sistema basado en conocimiento o sistema experto, capaz de desempeñarse con elevada eficacia una tarea psicológica: El diagnóstico de autismo infantil y su discriminación respecto a otras patologías que se le asemejan en sus manifestaciones ya que hasta en la actualidad hay dudas con respecto a los diferentes tipos de TEA y a sus características que los distingue de cada tipo según los autores que hablan sobre el tema.

El diagnóstico de autismo, que simula el conocimiento que utiliza un clínico experto a la hora de diagnosticar estos trastornos. La matriz de variables del D.A.I. está organizada por factores y áreas que permiten un muestreo sistemático y completo de las áreas de capacidad y discapacidad características de las personas afectadas por trastornos del espectro autista y cubren, entre otras, las dimensiones de la «tríada de Wing». Dichas áreas se derivan de un modelo funcional-evolutivo del trastorno, y por tanto amplían los criterios e indicadores clínicos habituales recogidos en los sistemas de clasificación de diagnóstico. (Pablo)

El sistema DAI se construyó a partir de los conocimientos de una especialista en el campo conforme a una metodología característica de la ingeniería del conocimiento: desarrollo interactivo de prototipos. (Pablo)

Computacionalmente se trata de un sistema basado en reglas de producción extendidas, dotado de un motor de inferencia mixto (inferencia guiada por datos y por objetivos). La estrategia de solución implementada responde a un esquema de generación y comprobación de hipótesis diagnosticadas. (Pablo)

Del sistema DAI se concluye que es posible crear SBCS de alto rendimiento para al menos algunas tareas psicológicas y se discute la posibilidad de emplear métodos de la ingeniería de conocimiento para la investigación de los procesos de razonamiento clínico basado en conocimiento.

APLICACIÓN MÉDICA

APLICACIONES MEDICAS COMO AYUDA AL DIAGNOSTICO EN LA MEDICINA. EXPERIENCIA SOFTEL-MINSAP

La inteligencia artificial se ha convertido en una disciplina científica, enfocada en proveer soluciones a problemas de la vida diaria. Los Sistemas Expertos basados en el conocimiento constituyen hoy en día una herramienta de uso común en las más diversas disciplinas, entre las que se destaca la Medicina, área en la cual se reportan cientos de sistemas de este tipo. Ello es natural, tratándose de una disciplina en la que predomina el conocimiento no formal y la experiencia derivada de años de práctica profesionales por parte

de especialistas calificados. Estos sistemas no pretenden suplantar al humano sino por el contrario ayudar en su actividad diaria como un 'colega inteligente' con el mismo nivel de objetividad.

Un sistema experto puede definirse como un sistema basado en los conocimientos que imita el pensamiento de un experto para resolver problemas de un terreno particular de aplicación. Es un programa de ordenador que simula las cadenas de razonamiento que recorre un experto para resolver un problema de su dominio (por ejemplo: el médico realizando un diagnóstico). (cabrera hernandez, paderni lopez, hita torres, delgado ramos, tardio lopez, & derivet thaureaux, 2012)

El razonamiento se realiza según el modelo que siguen los expertos durante una consulta médica, por el motor de inferencia mediante una combinación de estrategias de control que operan jerárquicamente y que incluyen aquellas generales con las que opera la máquina principal, las definidas intrínsecamente por la formas de representación del conocimiento utilizadas y las dadas por las clásicas backward-chaining, forward-chaining y su combinación. La Base de Conocimiento está estructurada en 14 dominios que contienen en diversas particiones el conocimiento relacionado con los Aparatos y Sistemas médicos. La FRC (forma de representación del conocimiento) es basada en reglas. O sea, SEAA es un sistema experto basado en reglas de producción o de inferencias cuya unidad básica la constituyen las proposiciones. (cabrera hernandez, paderni lopez, hita torres, delgado ramos, tardio lopez, & derivet thaureaux, 2012)

Desde el punto de vista técnico podemos decir que todas las herramientas computacionales necesarias para la adquisición y manejo del conocimiento, han sido diseñadas y elaboradas en su totalidad por el equipo de realización del SEAA. Para ello fue necesario implementar previamente una biblioteca (BIBSE) que permite la creación de las distintas partes de la Base de Conocimiento, así como la relación entre todos los elementos que la conforman. (cabrera hernandez, paderni lopez, hita torres, delgado ramos, tardio lopez, & derivet thaureaux, 2012)

Se destaca de esta revista como conclusión que con el uso de los Sistemas Expertos el proceso de diagnóstico en las Aplicaciones Médicas se ha observado como un proceso de diseño de clasificadores, que dependiendo de los datos disponibles y del conocimiento experto introducido en el sistema, esta acción conjunta puede resultar más efectiva que la individual del profesional de salud.

Es necesario continuar el desarrollo de aplicaciones de apoyo al diagnóstico médico, evaluar el real impacto y efectividad de su introducción en la práctica médica y definir para las nuevas versiones de estos sistemas, que no solo mejoren sus funcionalidades, sino también su arquitectura general y diseño acorde a las políticas establecidas en el país.

PROYECTOS

PROYECTO EMOCIONES: SOFTWARE PARA ESTIMULAR EL DESARROLLO DE LA EMPATIA EN NIÑOS Y NIÑAS CON TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA.

En la actualidad las tecnologías de la información escasamente forman parte de las estrategias terapéuticas para el fomento de las habilidades sociales de los pacientes con TEA

En este proyecto nos habla sobre el trastorno del espectro autista (TEA) el cual es parte de los trastornos del desarrollo neurológico permanente en el que se deteriora áreas relacionada con la interacción social, comunicación, intereses entre otras. Esto afecta durante toda la vida a las personas que poseen este tipo de trastorno.

En Chile, existen limitadas estrategias de metodologías para potenciar este tipo de habilidades.

El proyecto es una aplicación que ayuda a la mejora de la empatía en los niños con trastorno del espectro del autismo (TEA), que tiene como objetivo el diagnóstico y desarrollo de una aplicación para dispositivos táctiles el cual ayude a las habilidades sociales y nivel de empatía de los niños con un Trastorno del Espectro del Autismo (TEA). (Muñoz, et al, Kreisel, Noell, & Mancilla, 2012)

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), esto debido a que es una metodología ampliamente aceptada para el diseño de aplicaciones de software que puedan utilizarse y que realmente satisfagan de las necesidades de sus usuarios. (Muñoz, Kreisel, Noell, & Mancilla, 2012)

El proyecto consta del desarrollo de una aplicación didáctica que pueda ser utilizada como herramienta en el proceso de fomento de la empatía, con funcionalidad touch. (Muñoz, Kreisel, Noell, & Mancilla, 2012)

Para realizar esta aplicación se investigó acerca de las estrategias mayormente utilizadas por terapeutas para fomentar la empatía, lo cual dio como resultado cinco distintas temáticas a tratar, por lo cual la aplicación se divide en cinco niveles, cada uno con

tres actividades distintas, los cuales se presentan en un orden ascendente de acuerdo a la complejidad de la temática tratada. (Muñoz, Kreisel, Noell, & Mancilla, 2012)

Como trabajo futuro los autores plantean la realización de nuevas herramientas que puedan ser utilizadas para fomentar otras habilidades en los cuales los niños y niñas con TEA necesitan apoyo y terapia, tales como habilidades sociales, comunicacionales y organizacionales, entre otras. Además se espera traducir la aplicación desarrollada a distintos idiomas, tales como: portugués, inglés y francés.



Ilustración 7: Proyecto Emociones

Fuente: <http://informatica.uv.cl/emociones/>

EL PIANO PARLANTE: SOFTWARE DE APOYO AL DESARROLLO DEL LENGUAJE EN NIÑOS CON AUTISMO.

En los últimos 10 años el autismo ha aumentado un 1.500% en Estados Unidos, y en Chile 1 de cada 250 niños es diagnosticado con este trastorno al año. El aumento es preocupante, pero lo es aún más el bajo apoyo, ya sea a nivel gubernamental o educacional, que existe para estos niños en nuestro país. Mucho del material educativo existente en esta área es desarrollado principalmente por los propios padres o psicólogos que a través de su experiencia han creado mecanismos educativos, que si bien pueden ser adecuados, serían mucho más eficientes si tuvieran un mayor nivel gráfico. Pensado para suplir principalmente esta carencia, este proyecto se basa en profundizar cuál o cuáles serían los materiales de diseño óptimos para complementar la educación recibida por niños con autismo en la sala de clases o en el hogar; ahondando en temáticas comunicacionales, métodos efectivos y lineamientos de diseño adecuados para que un niño con estas características logre concentrarse y captar algunas ideas centrales.

El software nace con la necesidad de generar una herramienta de comunicación visual para los niños con este trastorno ya que el material existente no es del todo adecuado para integrarlo en los planes educativos de Chile.

En la investigación mediante el diagnóstico demuestra que un recurso bastante utilizado para enseñar a niños con autismo es la musicoterapia, es por esto que se rescata este método de enseñanza y se mezcla con una técnica de aprendizaje musical que es la asociación de notas a colores, lo que facilita el aprendizaje de instrumentos musicales. Para esto se integra un piano externo al programa lo que facilita el desarrollo de un pequeño juego en el que se presenta una canción educativa la cual es reproducida por un piano virtual que muestra las teclas a tocar para generar la musicalización de la canción en cuestión. Una vez finalizado este juego, dependiendo de los aciertos y el puntaje que el niño logre se desbloquean una cierta cantidad de palabras asociadas a la canción que reprodujo, las cuales se enseñan a través de la asociación a una imagen concreta y a la vocalización de la misma, o a través de juegos lúdicos como puzzle, búsqueda de palabras entre otros. Todas estas características insertan al software dentro del método de enseñanza desarrollado para niños con Autismo, Comunicación Aumentativa y Alternativa, la cual se utiliza como método fundamental de enseñanza en la

mayoría de los centro de autismo que se encuentran en Chile. Esto facilita tanto la inserción del software en los programas educativos, como la asimilación de éste por parte del grupo objetivo. (Fuentes, 2011)

Según el estudio que se realizó sobre los tipos de imágenes se puede decir que las fotografías son más reconocibles para ellos pues son mucho más cercanas a la realidad y por lo tanto mucho más fáciles de comprender. Por otro lado los símbolos suelen ser más complejos de entender ya que responden a convenciones sociales que no tienen asimiladas y les cuesta procesar a pesar de que son capaces de generar sus propios símbolos para expresarse y entender nuestra sociedad..

No existe un patrón definido en cada uno de los niños, ya que pueden presentar una o varias de las características que se expresaron sobre sus capacidades tanto cognitivas y comunicativas, a pesar de esto en la educación no formal se divide a estos niños en niveles de desarrollo, lo que ayuda a definir el grupo objetivo enfocándose en ésta clasificación. En base a esto se deduce que los pertenecientes al nivel 1 resultaría muy complejo establecer un elemento educativo que se apege a sus características pues tienen muy pocos momentos de atención y además el autismo está mezclado con otras condiciones como esquizofrenia u otros, lo que complicaría el uso de un software para potenciar la lectura. Lo mismo ocurre con el nivel 2, pues a pesar de tener mayores capacidades su autismo sigue siendo mezclado con alguna otra enfermedad.

Sería más apropiado dirigir el software educativo a los niños que presenten características de nivel 3 o 4, lo cual se concluirá de mejor manera al tener los resultados del análisis de campo.

El diseño de un producto puede evocar emociones de forma Implícita, expresando “afecto”, o implícita, a través de sus estética. En el primer caso el producto intenta emular esta-dos afectivos con la intención de modelar así los estados del usuario, el mecanismo más eficaz para emular estados afectivos por un sistema informático es a través de la personificación del sistema, como el ayudante de Microsoft Office. Otro medio de comunicación emocional es la estética, la cual juega un papel fundamental en la satisfacción y

placer de uso, por ejemplo a través de la utilización de colores, las imágenes logran evocar estados de ánimo, la utilización del sonido etc. (Fuentes, 2011)

Referente a la involucración de los sentidos en la comunicación con el software, el tacto en los niños autistas es un sentido que es más llamativo, además del visual, por lo que sería adecuado lograr generar un elemento táctil que sea cómodo para ellos y rico en textura lo que les permita querer jugar más tiempo, y por lo tanto tener así más períodos de enseñanza.

La imagen fotográfica juega un rol fundamental debido a la cercanía de la información que se transmite, además al ser complementada con juegos cercanos a los niños autistas como puzzles, juegos de repetición, de parejas etc. puede permitir obtener un mejor resultado a nivel de enseñanza, pues de partida capta mejor su atención y además logra transmitir la información de manera correcta al lograr decodificar imágenes reales.

En este caso la utilización de redes neuronales como método de Diagnóstico Médico es de mucha ayuda ya que se resulta eficaz ya que se obtiene resultados de modo fiable y con un tiempo de respuesta óptimo.

Como conclusión en esta tesis se puede indicar que los Sistemas Expertos son herramientas importantes en nuestra vida diaria ya que nos apoya en la manera de realizar diversas actividades, tal como si tuviéramos a nuestro alcance a un experto de cualquier ámbito.

Una recomendación del autor de esta Tesis es indicar que se realice más sistemas expertos en el Perú, ya que el área de aplicación es amplia. Además debido al centralismo que hay en el país faltan especialistas en lugares alejados de las urbes, por lo que sería de gran ayuda para personal técnico de nivel técnico que pueda formular los datos y obtener solución a ellos.



Ilustración 8: El piano parlante

Fuente: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/aq-palma_c/pdfAmont/aq-palma_c.pdf

ARTICULOS DE ESTUDIO

SISTEMAS BASADOS EN CONOCIMIENTO: UNA ALTERNATIVA POCO EXPLORADA EN PSICOLOGIA.

Utilidad de los sistemas expertos para la formación de profesionales es uno de los elementos que no se debería desdeñar.

Una primera caracterización global de la noción de Sistema Experto afirmarí que son herramientas informáticas cuyo propósito fundamental es reproducir la actuación de un experto humano en un dominio de conocimiento altamente especializado (Cabrera, 2011) el cual proporcionaría consejos inteligentes o tomar decisiones inteligentes. En este ámbito, se considera que una decisión inteligente es aquella proporcionada por un experto en el dominio de conocimiento del Sistema Experto tras haber analizado un problema en particular.

Experto nada se dice acerca de la estructura que estas herramientas deben presentar para alcanzar su objetivo. A saber, dar consejos inteligentes o tomar decisiones inteligentes en su ámbito concreto de trabajo. Esto es relativamente irrelevante a efectos de implementar un sistema de estas características. Sin embargo, sí se menciona la necesidad de que el sistema presente un importante corpus de conocimiento. De hecho, lo que hace que un sistema sea experto en un área de conocimiento concreto es el conocimiento que en él se halle implementado, junto con un conjunto de procedimientos (heurísticos en la mayoría de los casos) de manipulación y gestión del conocimiento instanciado en el sistema. (Cabrera, 2011)

Es por ello que a sistemas de estas características se les denomina en ocasiones Sistemas Basados en Conocimiento (SBC), concepto que adoptaremos a partir de este momento. (Cabrera, 2011)

El objetivo fundamental de un SBC no es emular el modo de proceder de los expertos, esto es, tomar decisiones equivalentes independientemente de cómo se alcancen tales decisiones, sino simularlo, de manera que el contenido de un SBC sea un modelo teórico, tanto de los modos en los que los expertos en un ámbito de tarea concreto representan el problema, como de las estrategias concretas que siguen para resolverlo, así como del conocimiento implicado en dicha resolución. (Cabrera, 2011)

En los primeros SBC desarrollados aparecía mezclado, de manera más o menos desordenada, el conocimiento concreto necesario para abordar los problemas objeto de representación con los procedimientos que, actuando sobre esos conocimientos, permitían resolverlos. Ello tenía consecuencias desagradables, que dificultaban la obtención de los objetivos mencionados anteriormente. Entre otras:

a) la actualización de la base de conocimientos del sistema, con objetivos de desarrollo, habitualmente implicaba la necesidad de modificar gran parte de la estructura del sistema; b) las explicaciones que el sistema podía ofrecer acerca del razonamiento seguido y las conclusiones tomadas, habitualmente carecían de la transparencia deseable por el usuario final del producto; c) los heurísticos desarrollados para la manipulación del conocimiento, potenciales simulaciones de funciones de respuesta. (Cabrera, 2011)

La mayor parte de los SBC están constituidos fundamentalmente por tres componentes:



Ilustración 9: Caracterización estructural típica de un sistema basado en conocimiento

Fuente: <http://www.redalyc.org/pdf/2822/282221799001.pdf>

Memoria de Trabajo

Almacena conocimiento declarativo sobre el problema particular que en un momento dado se intenta resolver y sobre el estado de conocimiento del sistema a lo largo de la sesión en curso.

Base de Conocimiento

Está constituida por el conocimiento específico y procedimental acerca de la clase de problemas en los que el sistema es experto. Almacena una representación del conocimiento que el sistema posee sobre los conceptos y relaciones propios de la tarea.

Motor Inferencia

Contiene información relativa al funcionamiento del sistema en sus funciones deductivas. Así, analiza el conocimiento almacenado tanto en la base de conocimiento como en la memoria de trabajo del sistema, con el objetivo de obtener conclusiones relevantes para la solución del problema o determinar el curso de acción a seguir

Si bien los SBC suponen una importante aportación para el estudio de los procesos diagnósticos, la elaboración de sistemas de estas características no resulta posible para

cualquier dominio de conocimiento, ni siquiera para cualquier ámbito relativo al diagnóstico. Se requiere que los dominios objeto de intervención presenten una serie de características.

El grado de formalización requerido implica descomponer el dominio de conocimiento en unidades que tengan sentido en sí mismas. Cada una de estas unidades debe ser delimitada en términos de subproblemas perfectamente acotados y relativamente independientes entre sí, susceptibles de ser analizados y descompuestos de manera minuciosa. Este análisis debe incluir el análisis y caracterización de las relaciones existentes entre los diferentes subproblemas identificados.

Para que un SBC se pueda desarrollar, el conocimiento ha de poder ser representado en unidades relativamente independientes típicamente, reglas de producción que permitan una aproximación incremental al problema. Junto a estos formalismos de representación es necesario proporcionar un conjunto de estrategias algorítmicas y/o heurísticas que permitan la realización de inferencias en última instancia equivalentes a las realizadas por los expertos.

Los SBC pueden ser entendidos como métodos de investigación básica del conocimiento en un dominio particular y, del mismo modo, como modelos de partida para investigaciones sobre el razonamiento humano.

En resumen, es posible señalar la existencia de al menos una doble aplicación de los SBC al ámbito diagnóstico: En primer lugar, presentan una utilidad teórica. El proceso de estructuración, análisis e interpretación del conocimiento existente acerca del dominio de actuación del sistema objeto de diseño aporta información esencial para el propio estudio del área de conocimiento. Por ejemplo, señalando la necesidad de enfatizar la investigación en sub-problemas particulares detectados, o de reestructurar los conocimientos existentes. Asimismo, su elaboración obliga a formalizar el estado actual de conocimiento respecto a la tarea diagnóstica abordada y, en consecuencia, implica la formulación de un modelo teórico acerca de la estructura conceptual y relaciones que permiten adoptar decisiones inteligentes en ese ámbito. Finalmente, los SBC presentan una utilidad práctica manifiesta. No solamente aportan información esencial de apoyo a la tarea diagnóstica aportada por los especialistas, sino que, además, permiten abordar el proceso de formación y/o instrucción de nuevos

profesionales a la luz de modelos de conocimiento previamente delimitados y caracterizados de manera precisa.

CAPITULO IV. APORTE TEORICO

En este capítulo se desarrollara la justificación de la herramienta tecnológica a utilizar a través de una evaluación comparativa, finalmente se explicara la metodología que se va seguir:

4.1 Selección y Justificación de la tecnología

Para evaluar la evaluación de las técnicas para la implementación de sistemas de Diagnostico presentadas en el Estado de Arte, se describe los siguientes criterios de evaluación definidos según las prioridades consideradas en el presente trabajo.

Criterio 1: Utilización de Sistema Experto

A continuación se tiene diferencias entre el experto humano y un experto artificial lo que a simple vista nos indica por qué se debe utilizar un Experto Artificial.

Tabla 2: Diferencias entre el experto humano y el experto artificial

Fuente: Propia

EXPERTO HUMANO	EXPERTO ARTIFICIAL
NO PERDURABLE	PERMANENTE
DIFICIL DE TRANSFERIR	FACIL
DIFICIL DE DOCUMENTAR	FACIL
IMPREDECIBLE	CONSISTENTE
CARO	ALCANZABLE
CREATIVO	NO INSPIRADO
EXPERIENCIA PERSONAL	ENTRADA SIMBOLICA
ADAPTATIVO	NECESITA SER ENSEÑADO
ENFOQUE AMPLIO	ENFOQUE CERRADO
CONOCIMIENTO DEL SENTIDO COMUN	CONOCIMIENTO TECNICO
EL EXPERTO HUMANO SE DEMORA MAS AL ACCESO DE LA BASE DE DATOS Y TAMBIEN SE DEMORA AL REALIZAR CALCULOS.	RAPIDEZ EN LO QUE RESPECTA A LA OBTENCION DE INFORMACION A LA BASE DE DATOS Y MANEJARLO (CALCULOS)

En una situación ideal, un sistema experto es tal que se comporta como lo haría un experto humano sobre lo que se ha construido el sistema, presentando ciertas ventajas respecto al humano.

El sistema experto contiene una gran cantidad de conocimiento el cual automatizaría la labor del experto.

Un sistema experto es pensado no para sustituir al humano sino es pensado para ayudar al experto humano en la toma de decisiones y además supone una descarga del experto en el trabajo rutinario por lo tanto la reducción de sus problemas .

Criterio 2: Equipo de desarrollo

Para el desarrollo de un sistema experto participan:

- ✚ El experto: que pone sus conocimientos especializados a disposición del Sistema Experto
- ✚ El ingeniero de Conocimiento : que plantea las preguntas al experto , estructura de conocimientos y los implementa en la base de conocimiento
- ✚ El usuario: que aporta sus deseos e ideas, determinando especialmente el escenario en el que debe aplicarse el Sistema Experto.

En la fase de desarrollo, el peso principal del trabajo recae en el ingeniero del conocimiento y el experto.

Criterio 3: Diagnostico usando redes neuronales

Se usa redes neuronales como técnica de solución de sistemas expertos en esta tesis ya que este tipo de método se ha considerado que puede resultar mejor que otros mecanismos por el tiempo de respuesta obtenido. Ya que los sistemas expertos normalmente tardan en hallar la respuesta debido a la encadenación que tienen que realizar , al hallar las posibles soluciones y tener que compararlas todas , mientras que este método se ha aplicado valores numéricos a cada comportamiento, el cual mediante una función matemática obtiene los resultados por trastorno de manera más rápida.

4.2 Definición de la solución

- El sistema SETEA propuesto contempla los procesos desde el registro del niño hasta la generación de un reporte indicando si el niño presenta trastorno del espectro autismo, autismo, síndrome asperger o trastorno generalizado de desarrollo.
- El resultado se mostrara a modo de un reporte donde se visualiza el grado de certeza (puntaje) en porcentaje del trastorno que presenta el niño con su respectiva explicación del resultado.
- El registro del niño se realiza a través de un formulario donde ingresa los datos el usuario (maestro), el sistema generara un código automáticamente con la inicial de su nombre, apellido paterno y número de atención.
- En el historial solo se verifica los datos del niño que fueron registrados por el usuario maestro con sus respectivos códigos generados por el sistema.
- Registro comportamientos se realiza de acuerdo al código del niño el cual es solicitado por el sistema. El usuario maestro elegirá el comportamiento según el grado que presenta el niño.
- En Ejecutar Diagnostico se utilizara el algoritmo el cual para realizarse se tiene que ingresar el código del niño a evaluar. El sistema mostrara un mensaje donde indica el puntaje según lo ingresado en ingreso de comportamientos e indicara el tipo de trastorno que presenta el niño.
- Después de haberse realizado el diagnostico el sistema mostrara un reporte con el resultado del niño indicando el grado de certeza comparado con otro tipo de trastorno espectro autista. El grado de certeza que se mostrara en el resultado es en porcentajes.
- En Gestionar puntaje de los comportamientos el usuario psicólogo estará a cargo para actualizar el puntaje que corresponde a cada grado de autismo servirá como mantenimiento de la base de conocimientos en el caso varié en un futuro.

CAPITULO V. SISTEMA EXPERTO COMO APOYO PARA EL DIAGNOSTICO DE NIÑOS CON TRANSTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA

5.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema experto fue realizado con un lenguaje visual con orientación a Objetos: Microsoft Visual Studio 2008. Este lenguaje sirvió para la implementación del algoritmo de búsqueda de la solución, así mismo también para la representación del conocimiento.

Al sistema experto se le ha dado el nombre de SETEA (Sistema Experto Trastorno del Espectro Autista).

El primer paso que se dio para el desarrollo de este sistema, luego de reunir la información necesaria y analizarla fue el Diseño de la Base de Datos. Ver Figura.

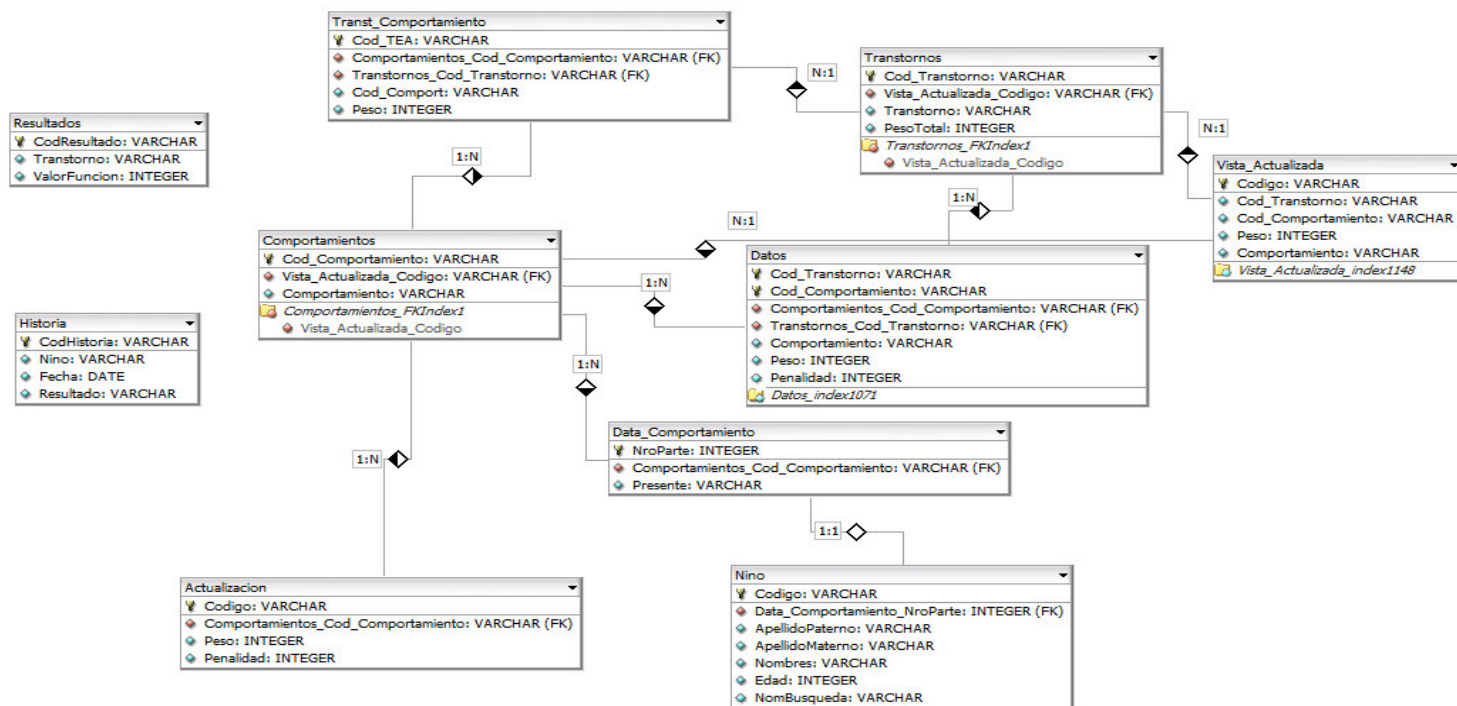


Ilustración 10: Diseño de la Base de Datos SETEA

Fuente: Propia

Siendo las principales Tablas:

Trastornos: En esta tabla se almacena lo referente a los tipos de trastorno espectro autista considerado en esta aplicación. Se consideró el código, la descripción del tipo de trastorno espectro autista y el umbral.

Comportamientos: Almacena todos los posibles comportamientos que se podrían presentar en cualquiera de estos tipos de trastorno espectro autista consideradas. Tiene los siguientes campos: código de comportamiento y descripción del comportamiento.

Transt_Comportamiento: Guarda la información de los comportamientos por cada tipo de trastorno espectro autista estudiada, asignándoseles un valor numérico “peso”, si se encuentra presente el comportamiento en el tipo de TEA y un valor de 0 si no está presente . Contiene los campos Código de TEA, Código de Comportamiento y Peso.

Nino: Contiene datos del niño, como son el código, apellido paterno, apellido materno, nombres, edad, dirección, etc.

Historia: En esta tabla se asocia al niño con un parte de Atención y código del niño el cual es generado por el sistema.

Data_Comportamiento: Contiene los comportamientos del niño por Parte de Atención, para ello se llena los campos: parte de atención, código de niño, flag de comportamiento activo.

Además se han considerado otras tablas para hallar el diagnostico como son las tablas: resultados y datos.

Otro punto importante es el análisis de procesos, de tal forma que se han considerado tres procesos principales en esta aplicación tal como se ve en la figura a

En la figura siguiente, se puede apreciar estos procesos en la aplicación.

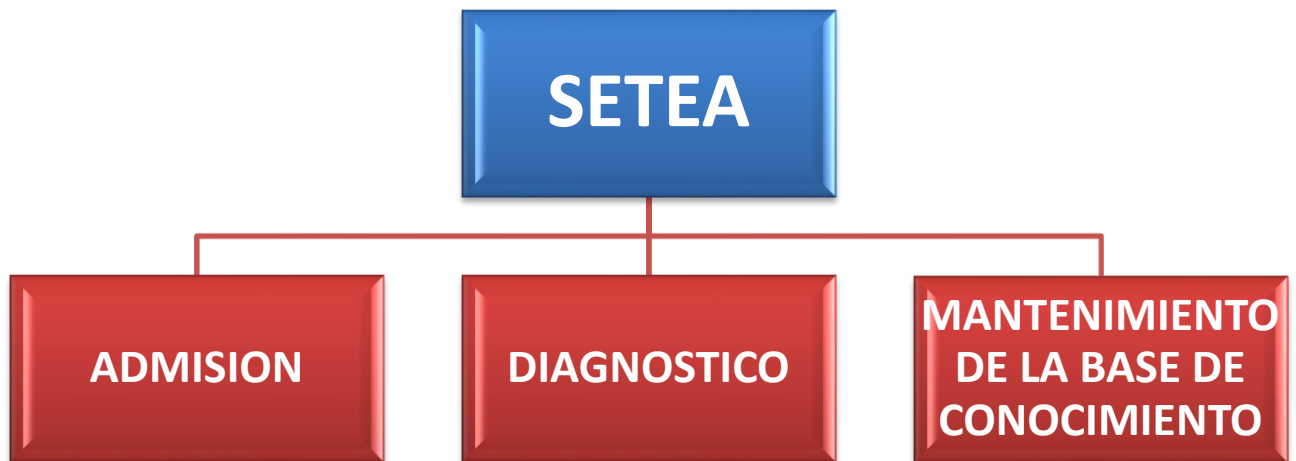


Ilustración 11: Procesos principales de SETEA

Fuente: Propia



Ilustración 12: Modulo de Ingreso SETEA

Fuente: Propia

Como aplicación práctica se implementó un Sistema Experto de Diagnóstico del Trastorno del Espectro Autismo basado en Redes Neuronales Artificiales.

Normalmente se han utilizado como métodos de solución de diagnóstico los mecanismos basados en motores de inferencia los cuales hacían uso de los métodos de búsqueda: encadenamiento hacia atrás o hacia delante, los cuales a su vez hacen uso de las técnicas de búsqueda de profundidad y amplitud.

En esta tesis se plantea las redes neuronales como técnica de solución de Sistemas Expertos. Este tipo de método se ha considerado que puede resultar mejor que otros mecanismos por el tiempo de respuesta obtenido. Ya que normalmente los sistemas expertos de diagnóstico existentes tardan en hallar el resultado debido a la encadenación que tienen que realizar, hallando posibles soluciones y tener que compararlas todas, mientras que en este método se ha aplicado valores numéricos a cada comportamiento del niño (lo cual implica un conocimiento heurístico), que permite la ejecución de una función matemática que obtiene los resultados por comportamiento de manera rápida.

En este trabajo se están considerando los comportamientos del niño sin ningún orden por lo que es necesario la comparación de todos los grados o tipos del trastorno del espectro autismo ,autismo, trastorno generalizado del desarrollo y síndrome asperger ; pero si tuviéramos el orden en que se dan los comportamientos (nivel de precedencia), podríamos construir una red neuronal con más capas , lo cual nos permitiría hallar más rápido la solución ya que no se compararía con otros tipos del trastorno del espectro autismo.

La red neuronal implementada tiene 3 capas, la primera es la capa de entrada (los comportamientos), en la segunda capa cada neurona representa un tipo del trastorno del espectro autista (en esta capa se hace el cálculo del valor obtenido por la sumatoria de los comportamientos de acuerdo al grado del trastorno del espectro autista) y la tercera capa son los valores obtenidos en la segunda capa.

Para obtener el resultado final se comparan los valores obtenidos en la tercera capa con los umbrales de cada tipo del trastorno del espectro autista, obteniéndose una lista de aproximación por cada tipo del trastorno del espectro autista. Es decir se obtiene un listado de

los tipos del Trastorno del Espectro Autista ordenados por el porcentaje de aproximación al umbral de mayor a menor que nos indica que la primera enfermedad de la lista es la más probable que tenga el niño, mostrando las otras opciones, que deberían ser evaluadas por el psicólogo o maestro de acuerdo al valor obtenido.

Un sistema experto siempre es una contribución ya que es un área en donde no hay muchas aplicaciones. En este caso se trata de un sistema experto como apoyo para el diagnóstico de niños con Trastorno del Espectro Autista que es un trastorno el cual engloba un grupo de discapacidades del desarrollo que pueden causar problemas significativos de socialización, comunicación y conducta. Las personas con TEA procesan la información en su cerebro de manera distinta a los demás. Los TEA son “trastornos de un espectro”. Esto significa que afectan de manera distinta a cada persona y pueden ser desde muy leves a graves. Las personas con TEA presentan algunos comportamientos similares, como problemas de interacción social. Pero hay diferencias en el momento en que aparecen los comportamientos, su gravedad y naturaleza exacta.

Se han considerado para el desarrollo del sistema en base al trastorno del espectro autista los siguientes trastornos:

- Trastorno del Espectro Autista
- Autismo
- Síndrome de Asperger
- Trastorno Generalizado del Desarrollo

Hay otros trastornos que cumplen ciertos comportamientos que presentan este trastorno, pero que no han sido consideradas para el presente desarrollo práctico del Sistema Experto como Apoyo para el Diagnóstico de niños con Trastorno del Espectro Autista.

En este caso se piensa que este Sistema Experto ayudara en el diagnóstico rápido de este trastorno, para que empiece el tratamiento el cual constaría de una terapia adecuada para que el niño mejore en las áreas de menor desarrollo pero se consideraría eso para un trabajo a futuro.

La adquisición de conocimiento se hizo de un experto psicólogo especialista en este trastorno este conocimiento que se adquirió se tenía que transformar a conocimiento simbólico para poder representarlo en el computador.

La representación del conocimiento se ha realizado utilizando objetos estructurados, es decir utilizando la combinación de los otros métodos de representación. Para establecer el grado de precisión del trastorno; este conocimiento se representó por un valor numérico positivo, el cual indica “peso” del comportamiento en el trastorno si se encuentra presente y un valor nulo para el caso en que el comportamiento no se presentaba.

Para el caso del trastorno se presentó como un valor numérico el valor del umbral del trastorno.

El equipo de desarrollo de la aplicación estuvo conformado por:

- El experto: Víctor Domínguez Jara
- Psicólogo(a) Apoyo: Patricia Arroyo
- El ingeniero(a) del conocimiento o cognimático:
Alumna: Kyrrie Eleisan Rubina Sotelo
- El usuario: Aun no se ha identificado el usuario, pero podría ser cualquier psicólogo y maestro con conocimientos de psicología para el ingreso de los comportamientos.

Diseño de la solución

En este capítulo se presentan los diferentes requerimientos del Sistema, posteriormente los diferentes diagramas que el sistema incluye, el diseño de arquitectura y el modelo de base de datos a usar:

Identificación de Requerimientos

Para llevar a cabo la identificación de los requerimientos del sistema se contactó con un psicólogo de un colegio para niños especiales, la elección del colegio fue tomada principalmente por la necesidad de una herramienta de apoyo para los psicólogos y maestros del colegio.

En la tabla siguiente se presenta la lista de exigencias para el módulo de seguridad, la cual permite la recopilación de los requerimientos funcionales de este módulo.

MODULO DE SEGURIDAD	
Nro.	Descripción
1	El sistema permitirá asignar un rol a cada cuenta de usuario
2	El sistema permitirá brindar autenticación mediante una contraseña

Tabla 3: SETEA Modulo Seguridad

Fuente: Propia

En la siguiente tabla se presenta la lista de exigencias para el módulo de Admisión y módulo de Diagnostico la cual permite la recopilación de los requerimientos funcionales.

MODULO DE ADMISION	
Nro.	Descripción
1	El sistema permitirá registrar datos del niño que se va a evaluar
2	El sistema permitirá consultar los niños registrados mediante un historial
3	El sistema generara un código para cada niño registrado

Tabla 4: SETEA Modulo Admisión

Fuente: Propia

En la siguiente tabla presenta la lista de exigencias para el módulo de Diagnostico, la cual permite la recopilación de los requerimientos funcionales de este modulo

MODULO DE DIAGNOSTICO	
Nro.	Descripción
1	El sistema permitirá el registro de los comportamientos por niño.
2	El sistema permitirá diagnosticar el tipo de trastorno según el puntaje ingresado en los comportamientos
3	El sistema generara un reporte del resultado del diagnostico
4	El sistema permitirá gestionar los comportamientos según el puntaje dado por el psicologo

Tabla 5: SETEA Modulo Diagnostico

Fuente: Propia

En la tabla siguiente se presenta la lista de exigencias para los requerimientos no funcionales con los que el sistema deberá cumplir.

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	
Nro.	Descripción
1	El sistema trabaja bajo el sistema operativo Windows 7
2	El sistema empleará el motor de base de datos de SQL Server

3	El sistema empleará para su desarrollo el lenguaje Visual Basic
4	El sistema deberá ser rápido y el tiempo de respuesta debe ser el mínimo posible.
5	El sistema deberá mostrar al usuario el resultado de sus acciones (mensajes de confirmación, error, etc.)

Tabla 6: SETEA Requerimientos No Funcionales

Fuente: Propia

Diagrama de Paquetes

En la presente sección se describe los módulos del sistema y las dependencias que existen entre ellos:

- Módulo de Seguridad
- Módulo de Admisión
- Módulo de Diagnostico

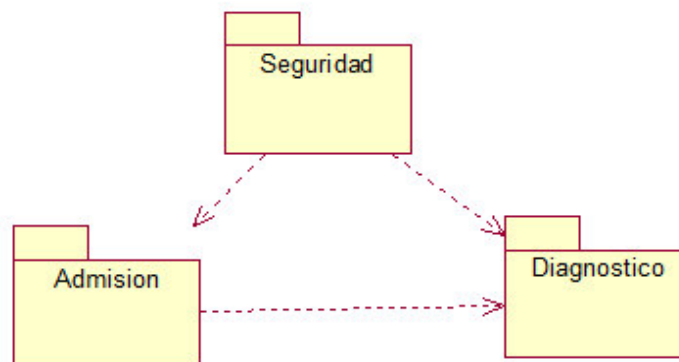


Ilustración 13: SETEA Diagrama de paquetes

Fuente: Propia

Diagrama de casos de Uso

El sistema propuesto consta de 3 módulos: Modulo de Seguridad, Modulo de Admisión y Modulo de Diagnostico. A continuación se presentan los casos de uso de cada módulo.

MODULO DE SEGURIDAD

Este módulo contiene los casos de uso relacionados con la asignación de roles el cual determinara los permisos de cada usuario con respecto a los permisos en la información de los niños registrados en el sistema y el mantenimiento de la base de conocimiento.

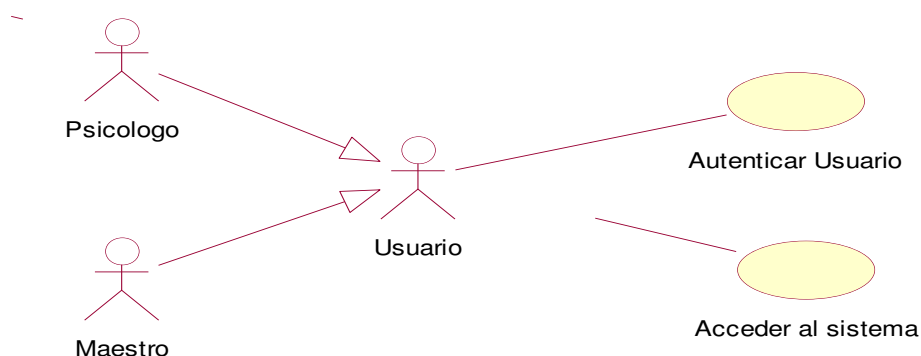


Ilustración 14: SETEA Diagrama de Casos de Uso

Fuente: Propia

Módulo	Seguridad
Caso de uso	Autenticar Usuario
Código	CU01
Objetivo	El sistema deberá permitir el ingreso al sistema, mediante un código, password y username.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none">▪ Deberá estar dentro de la red del colegio▪ Usuario deberá contar con usuario (código) y password
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none">▪ El usuario ingresa al sistema según el tipo de acceso solicitado por su Username.

Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal. 	
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ninguno 	
Flujo Principal	Pasos	
	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al sistema Sistema Experto SETEA
	2.	El usuario elije el username (Psicólogo , maestro)
	3.	El usuario ingresa código y password.
	4.	El usuario pulsa el botón Login.
	5.	El sistema valida la información y muestra la página principal del sistema con el perfil de usuario ya sea psicólogo o maestro.
Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no tiene acceso "Usuario o contraseña incorrecta"
	2.	El sistema muestra un mensaje de error si la contraseña cargada por el usuario es incorrecta "Usuario o contraseña incorrecta"
Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	

Módulo	Seguridad
Caso de uso	Acceder al sistema
Código	CU02
Objetivo	El sistema deberá permitir el ingreso al sistema
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Deberá estar dentro de la red del colegio

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario accede a las opciones del sistema de acuerdo al Username. 	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario ingresa al sistema según el tipo de acceso solicitado por su Username. 	
Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal. 	
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ninguno 	
Flujo Principal	Pasos	
	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al Sistema Experto SETEA
	2.	El usuario elije el username (Psicólogo)
	3.	Se realiza el flujo de CU01 del paso 1 al 5
	4.	El sistema muestra en la pantalla los datos del usuario (Código, nombres, apellidos y cargo)
Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no tiene acceso "Usuario o contraseña incorrecta"
	2.	El sistema muestra un mensaje de error si la contraseña cargada por el usuario es incorrecta "Usuario o contraseña incorrecta"
Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	



Ilustración 15: SETEA – LOGIN

Fuente: Propia



Ilustración 16: SETEA LOGIN Psicólogo

Fuente: Propia

MODULO DE ADMISION

Este módulo contiene los casos de uso relacionados con el ingreso de los datos del niño a través de la opción Apertura Historia e Historial para el verificar el registro de todos los niños ingresados por el usuario maestro.

Una vez registrado el niño podrán ingresarse sus comportamientos, sin embargo habría un problema si es que el maestro no ingresa los comportamientos ya que el usuario psicólogo no podría verificar el tipo de trastorno que presenta. Por esta razón se ha considerado importante asignar un Código de Atención asociado al niño para poder registrar el ingreso de los comportamientos.



Ilustración 17: SETEA Casos de Uso- Modulo De Admisión

Fuente: Propia

Módulo	Admisión
Caso de uso	Registrar datos del niño
Código	CU03
Objetivo	El sistema deberá permitir el registro de los datos del niño
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario autenticado en el sistema con el rol de maestro
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario registra satisfactoriamente al niño y el sistema genera un código para el niño.
Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal.
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Total , personal

Flujo Principal	Pasos	
	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al Sistema Experto SETEA
	2.	El usuario elige la opción Apertura Historia
	3.	El sistema muestra un formulario donde se solicita datos del niño.
	4.	El usuario ingresa el nombre, apellido paterno, apellido materno, sexo, documento de Id, lugar de nacimiento, dirección y teléfono.
	5.	El usuario elige la fecha de nacimiento.
	6.	El sistema valida la fecha de nacimiento y genera automáticamente la edad del niño.
	7.	El sistema valida la información ingresada
	8.	El sistema muestra un mensaje "Registro guardado satisfactoriamente"
Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no ingresa los datos correctamente.
	2.	El sistema muestra un mensaje de error si en el campo documento de Id ingresa caracteres extraños.
Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	

Módulo	Admisión
Caso de uso	Consultar historial de registros
Código	CU04
Objetivo	El sistema deberá mostrar los datos de los niños registrados los cuales han sido registrados por el maestro.

Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario autenticado en el sistema con el rol de maestro o psicólogo. ▪ Usuario accede a las opciones del sistema de acuerdo al perfil del usuario. 	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El sistema muestra los niños registrados en el sistema 	
Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal. 	
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Total, personal 	
Flujo Principal	Pasos	
	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al Sistema Experto SETEA
	2.	El usuario elige la opción Historial
	3.	El sistema muestra un menú solicitando su username, código y password.
	4.	El usuario Ingresa el username, código y password.
	5.	El usuario indica Aceptar.
	6.	El sistema muestra el historial de los niños registrados con sus datos y códigos generados por el sistema.
Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no tiene acceso “Usuario o contraseña incorrecta”
	2.	El sistema muestra un mensaje de error si la contraseña cargada por el usuario es incorrecta “Usuario o contraseña incorrecta”
Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	



Ilustración 18: Modulo Inicio SETEA

Fuente Propia



Ilustración 19: Modulo Inicio SETEA - Usuario Maestro

Fuente Propia

Ilustración 20: Formulario para registrar datos del niño

Fuente: Propia

	Id_Usuario	Id_Usuario_Maestro	Cod_Nino	ApPatemo	ApMatemo	NomNino	Sexo	Dni	Lugar_Nac	Fec
1	1	4	JAcosta0001	Acosta	Bravo	José Carlos	1	46198036	Lima	198
2	2	3	JAcosta0002	acosta	bravo	jose	1	44545466	fgfdggh	199
3	3	3	krubina0003	rubina	sotelo	kyrie	0	70432366	lima la victoria	198
4	6	3	rubi0006	rubi			0			201
5	7	3	jrubina0007	rubina	sotelo	jazmin	0	45915499	lima	199
6	8	3	bfd0008	fdf	dsd	bvcv	0	f446	fgbf	201
7	9	3	jtenorio0009	tenorio	ojeda	jose	1	677554233	lima	201

Ilustración 21: Niños registrados en la Base de Datos.

Fuente: Propia

MODULO DE DIAGNOSTICO

En este proceso se ha comprendido el ingreso de los comportamientos, la ejecución del Diagnóstico y Gestionar Comportamientos, pero previamente se debe de haber ingresado al módulo de parte de Apertura de Historia ya que el sistema genera un código para el niño el cual se puede visualizar en el historial. Para la ejecución del módulo de Diagnostico se deberá ingresar el código del niño como condición inicial con el cual se desea trabajar.

Una vez que se ha ingresado el código del niño se procede al ingreso de los comportamientos que presenta los niños según lo indicado por el sistema en modo de opciones los cuales en el sistema tiene un puntaje determinado.

Para ellos se activara los comportamientos presentes en los niños con TEA, una vez que todos sean ingresados se procederá a grabar la información para ellos se presiona el botón Grabar o en caso contrario Cancelar, si no se desea grabar.

Diagnostico

Se ejecutara el diagnóstico del niño elegido por medio de la solicitud del código del niño y se mostrara una lista con los resultados obtenidos indicando el grado de certeza obtenido.

Reporte de Diagnostico

Se verificara el reporte de diagnóstico indicando la opción Ejecutar Diagnostico, el cual muestra el porcentaje de certeza del trastorno que presenta el niño.

Ingreso de Comportamientos

Se ejecutara la opción Ingreso comportamientos mediante el usuario maestro, el cual se encarga del ingreso de los comportamientos que presenta el niño ; el usuario elegirá según el grado del comportamiento que presente a modo de puntaje (ausente, leve infrecuente, leve frecuente, moderado, marcado).

Gestionar Comportamientos

Se ejecutara la opción Gestionar comportamientos mediante el usuario psicólogo, el cual se encarga del mantenimiento de la base de conocimiento por medio de la actualización de los puntajes dados a cada tipo de trastorno.

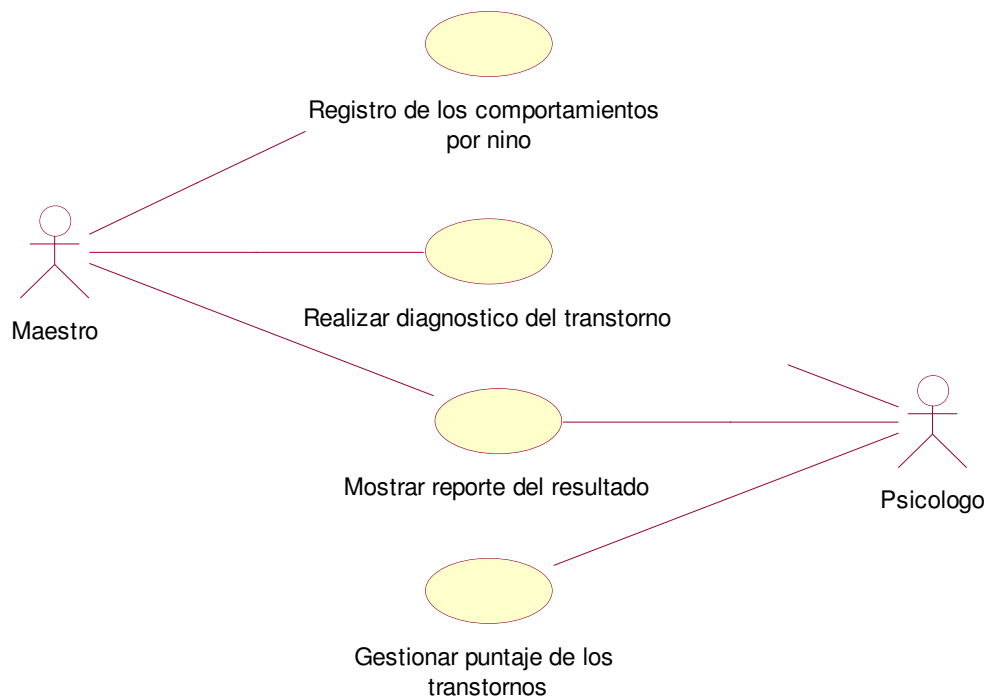


Ilustración 22: SETEA Modulo Diagnostico

Fuente propia

Módulo	Diagnostico	
Caso de uso	Registro de los comportamientos por niño	
Código	CU05	
Objetivo	El sistema deberá permitir el ingreso de los comportamientos que el niño presenta.	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario autenticado en el sistema con el rol de maestro 	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario ingresa satisfactoriamente los comportamientos del niño. 	
Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal. 	
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Total, personal 	
Flujo Principal	Pasos	

	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al Sistema Experto SETEA
	2.	El usuario elige la opción Ingreso Comportamientos
	3.	El sistema solicita el código del niño
	4.	El usuario ingresa el código del niño
	5.	El usuario indica Aceptar
	6.	El sistema valida el código del niño ingresado
	7.	El sistema muestra un formulario solicitando los comportamientos del niño a modo de preguntas donde se elige la puntuación del comportamiento según lo presente el niño.
	8.	El usuario elige una opción de cada pregunta, cada opción tiene un puntaje determinado.
	9.	El usuario indica Grabar
	10.	El sistema valida lo ingresado por el usuario.
	11.	El sistema muestra un mensaje Registro Guardado Satisfactoriamente
Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no tiene acceso "Usuario o contraseña incorrecta"
	2.	El sistema muestra un mensaje de error si el código del niños cargado es incorrecto "Código incorrecto"
Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	

Módulo	Diagnostico	
Caso de uso	Realizar diagnóstico del trastorno	
Código	CU06	
Objetivo	El sistema deberá permitir identificar el tipo de trastorno a través de un algoritmo.	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario autenticado en el sistema con el rol de maestro o psicólogo. 	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario visualiza el tipo de trastorno que presenta el niño 	
Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal. 	
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Total y personal 	
Flujo Principal	Pasos	
	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al Sistema Experto SETEA
	2.	El usuario elije la opción Ejecutar Diagnostico
	3.	El sistema solicita el código del niño
	4.	El usuario ingresa el código del niño
	5.	El usuario indica Aceptar
	6.	El sistema valida el código del niño ingresado
	7.	El sistema muestra un mensaje indicando el puntaje registrado en el Ingreso de Comportamientos en el CU05
	8.	El usuario indica Aceptar
	9.	El sistema muestra un mensaje indicando el tipo de Trastorno que presenta el niño.
Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no tiene acceso “Usuario o contraseña incorrecta”

	2.	El sistema muestra un mensaje de error si el código del niños cargado es incorrecto “Código incorrecto”
Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	

Módulo	Diagnostico	
Caso de uso	Mostrar reporte del resultado	
Código	CU07	
Objetivo	El sistema deberá permitir el ingreso al sistema, mediante un código, password y username.	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario autenticado en el sistema ▪ Usuario se encuentra en la opción Ejecutar Diagnostico. 	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario visualiza el tipo de trastorno que presenta el niño a modo de grado de certeza en porcentaje. 	
Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal. 	
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Total, personal 	
Flujo Principal	Pasos	
	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al Sistema Experto SETEA
	2.	Después de la ejecución de los pasos del CU06
	3.	El usuario indica Aceptar
	4.	El sistema muestra un reporte donde se visualiza el grado de certeza (Puntaje) en porcentaje del trastorno que presenta el niño y con su respectivo detalle de la explicación del resultado.
Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no tiene acceso “Usuario o contraseña incorrecta”

Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	



Ilustración 23: SETEA Modulo Diagnostico

Fuente: Propia



Ilustración 24: SETEA - Ingreso de Comportamientos

Fuente: Propia

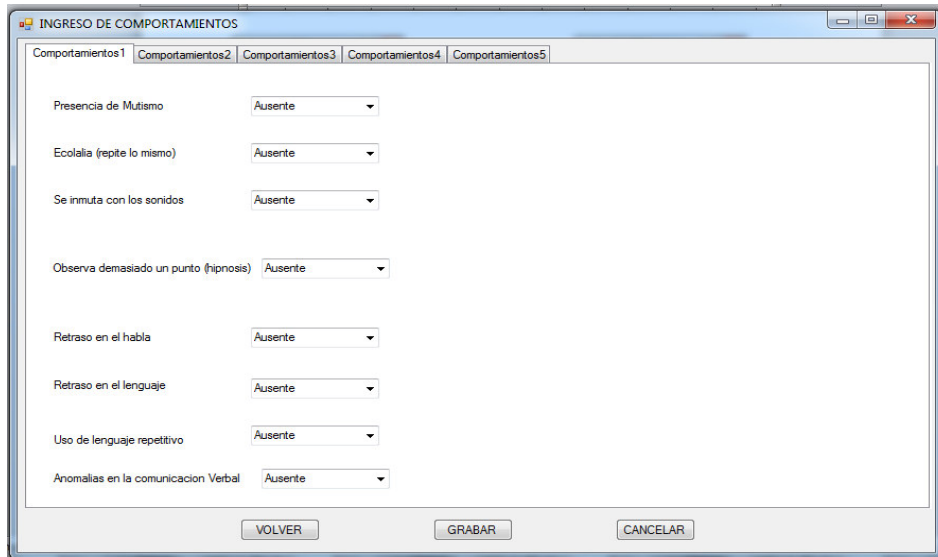


Ilustración 25: Ingreso de Comportamientos

Fuente: Propia

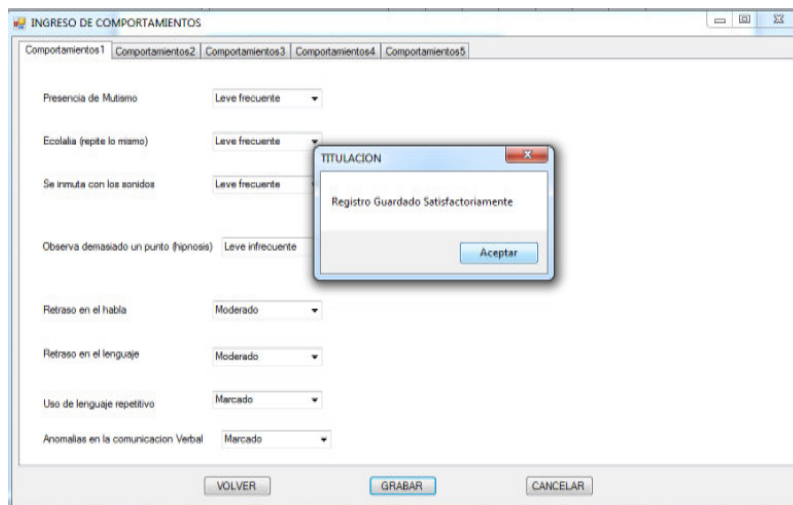


Ilustración 26: SETEA Comportamientos ya guardados

Fuente: Propia



Ilustración 27: SETEA Ejecutar Diagnostico

Fuente: Propia



Ilustración 28: Ingresar Código del Niño

Fuente: Propia



Ilustración 29: Ejecutar Diagnostico

Fuente: Propia



Ilustración 30: SETEA Muestra los resultados del diagnostico

Fuente: Propia

Módulo	Diagnostico	
Caso de uso	Gestionar puntaje de los trastornos	
Código	CU08	
Objetivo	El sistema deberá permitir la actualización de los puntajes de los trastornos.	
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario autenticado en el sistema con el rol de psicólogo. 	
Postcondiciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El usuario actualiza el puntaje del trastorno el cual ayudara al reporte del resultado. 	
Actor Primario y Secundarios	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usuario con acceso total y personal. 	
Roles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Total, personal 	
Flujo Principal	Pasos	
	1.	El sistema muestra la pantalla de acceso al Sistema Experto SETEA
	2.	Después de la ejecución de los pasos del CU01
	3.	El usuario indica Gestionar Comportamientos
	4.	El sistema muestra la lista de trastornos con sus respectivos puntajes.
	5.	El usuario hace click a unos de Id_Trastorno
	6.	El sistema habilitara campo de puntaje para ser actualizado.
	7.	El usuario ingresa el nuevo puntaje a uno de los trastornos mostrados en la lista.
	8.	El usuario indica 'Actualizar'
	9.	El sistema indica un mensaje 'Registro actualizado correctamente'
		10.
	11.	El sistema valida lo ingresado y se limpia los campos para realizar una nueva actualización.

Extensiones	Acción	
	1.	El sistema muestra un mensaje de error si el usuario no tiene acceso “Usuario o contraseña incorrecta”
Frecuencia	Diario	
Performance	Alta	
Prioridad	Alta	

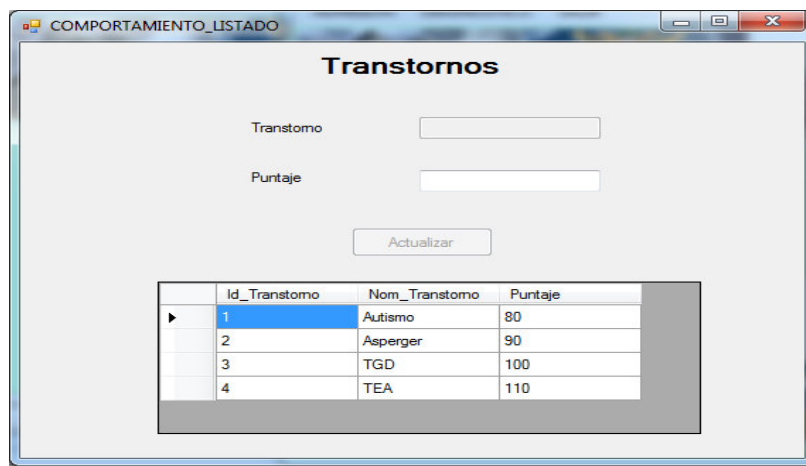


Ilustración 31: Gestionar Puntaje de los trastornos

Fuente: Propia

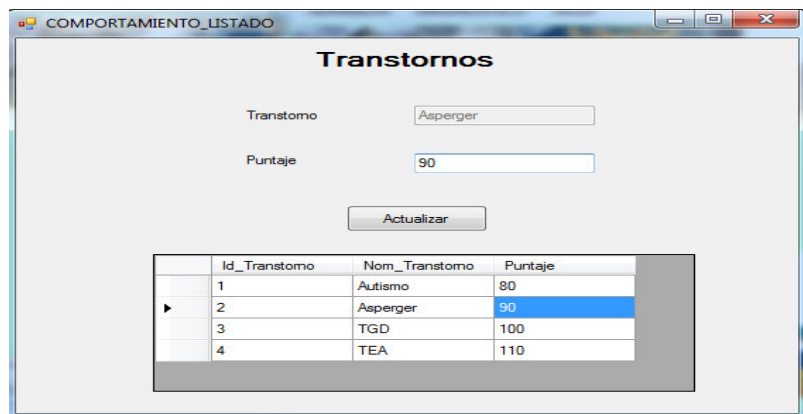


Ilustración 32: Puntajes de los trastornos actualizados

Fuente: Propia

5.2 MANTENIMIENTO DE LA BASE DE CONOCIMIENTO

En este proceso se lleva a cabo tanto el mantenimiento de los datos del niño como de los datos de los trastornos, en el caso de los trastornos se actualiza un nuevo tipo de trastorno con sus comportamientos respectivos indicando los pesos que le corresponde, el total de estos se guardara en el campo umbral de la tabla de trastornos.

5.3 BASE DE CONOCIMIENTO

En la siguiente figura se mostrara una parte de la Base de Conocimiento donde se recopiló información del experto Víctor Domínguez Jara Director del Colegio Manuel Duato. Se le da a las características de cada tipo de trastorno un puntaje según el grado del tipo de trastorno, el puntaje es de cero a cuatro. Cada trastorno tiene un puntaje total, el cual nos servirá de ayuda para el desarrollo del algoritmo ya que gracias a ese puntaje total se evaluara las variables y con eso obtendremos si el niño padece trastorno del espectro autismo, autismo, asperger o trastorno generalizado de desarrollo.

CARACTERISTICAS	AUTISMO		TEA		ASPERGER		TGD	
	Presente	3	Presente	2	Ausente	0	Presente	4
Presencia de Mutismo	Presente	3	Presente	2	Ausente	0	Presente	4
Ecolalia (repite lo mismo)	Presente	3	Presente	3	Presente	2	Presente	4
No se inmuta a los sonidos	Presente	3	Presente	3	Presente	0	Presente	4
VISUAL								
Evita contacto visual	Presente	4	Presente	3	Presente	2	Presente	4
Observa demasiado un punto(hipnotizado)	Presente	4	Presente	3	Presente	2	Presente	3
COMUNICACION VERBAL Y NO VERBAL								
Retraso en el habla	Presente	4	Presente	3	Ausente	0	Presente	4
Retraso en el lenguaje	Presente	4	Presente	3	Presente	3	Presente	4
Utilizan lenguaje repetitivo	Presente	4	Presente	3	Presente	1	Presente	3
Anormalidad en la comunicacion no verbal	Presente	4	Presente	3	Presente	2	Presente	4
COMPORTAMIENTOS ESTEREOTIPADOS								
Insistencia exagerada a una misma actividad	Presente	3	Presente	2	Presente	3	Presente	4
Escasa tolerancia a cambios	Presente	4	Presente	3	Presente	2	Presente	4
Manerismo , motores estereotipados como movimientos complejos del cuerpo	Presente	4	Presente	3	Presente	1	Presente	3
Ausencia capacidad de imitacion	Presente	4	Presente	3	Presente	3	Presente	4
Respuesta inusual a los estímulos	Presente	4	Presente	3	Presente	2	Presente	3
Rechazo a ciertos sabores , texturas o prendas	Presente	4	Presente	2	Presente	1	Presente	3
Disfuncion grave de la sensacion de dolor	Presente	4	Presente	2	Ausente	0	Presente	3
No responde a su nombre	Presente	4	Presente	2	Presente	1	Presente	4
INTERACCION SOCIAL								

Ilustración 33: Base de Conocimiento

Fuente: Experto Víctor Domínguez Jara. Colegio Manuel Duato

Este conocimiento que se aprecia en las tablas se implementó en forma de una base de datos, la cual contenía la Base de Conocimientos del Sistema.

5.4 ALGORITMO PARA EL DIAGNOSTICO

En este trabajo se planteó como solución de Diagnostico un algoritmo basado en Redes Neuronales.

La Red Neuronal planteada consta de tres capas: una capa de entrada, la segunda capa representa a cada trastorno con sus comportamientos y sus pesos, en esta capa se realiza el algoritmo de solución y la tercera capa vienen a ser los resultados obtenidos en la segunda capa.

El algoritmo de diagnóstico representa distintas capas para el caso de un trastorno, en la que se toma los datos de la primera capa , en la segunda capa por un proceso de sinapsis cada comportamiento es asociado a un peso respectivo , luego se ejecuta la sumatoria de los pesos y se compara con el umbral si es mayor o igual hay una certeza del 100% de que este es el trastorno por el cual su salida será 100%, en caso contrario su salida será el porcentaje de certeza que se obtenga en la segunda capa.

Algoritmo de Diagnóstico del Trastorno Aproximado

Para cada Trastorno (Columna) realice:

Inicio

SUMA Sume los pesos asociados a los comportamientos de X

SI (SUMA \geq UMBRAL)

Entonces Diagnosticar Trastorno;

Fin_SI

Fin_Para

Donde cada Columna representa a los Trastornos que se estudiara en este trabajo.

En este trabajo se evaluara los trastornos: Trastorno del espectro autista, Autista, Asperger y Trastorno generalizado de Desarrollo.

Programa Principal: Procedimiento de Diagnostico

```
Imports System.Data
Imports System.Data.SqlClient
Imports System.Configuration
```

```

Public Class RESULTADOS
    Dim cn As New SqlConnection
    Dim cmd As New SqlCommand
    Dim p1 As Integer
    Dim p2 As Integer
    Dim p3 As Integer
    Dim p4 As Integer
    Dim p5 As Integer
    Dim pt1 As Integer
    Dim pt2 As Integer
    Dim pt3 As Integer
    Dim pt4 As Integer
    Dim numero_puntaje As Integer
    Dim Total As Integer
    Dim a As Integer
    Dim b As Integer
    Dim c As Integer
    Dim transtornos As String
    Dim transtornos2 As String
    Dim porcentaje As String
    Dim porcentaje2 As String
    Public id_usuario_maestro As Integer
    Public id_usuario As String
    Dim Id As Integer

    Private Sub RESULTADOS_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        id_usuario_maestro = Ejecutar_Diagnostico_1.id_usuario_maestro
        id_usuario = Ejecutar_Diagnostico_1.id_usuario
        cn = New SqlConnection()
        cn.ConnectionString = "Server= USER-PC\SQL2012; Database=SETEA;
Integrated Security=True"

        cmd.CommandType = CommandType.StoredProcedure
        cmd.CommandText = "seleccionar_Puntaje_Cuadro"
        cmd.Parameters.Clear()
        cn.Open()
        cmd.Parameters.Add("@Id_Usuario_Maestro", SqlDbType.Int).Value =
id_usuario_maestro
        cmd.Parameters.Add("@Cod_Nino", SqlDbType.VarChar).Value =
id_usuario
        Dim da = New SqlDataAdapter
        da.SelectCommand = cmd
        da.SelectCommand.Connection = cn
        Dim dt = New DataTable
        da.Fill(dt)
        Id = dt.Rows(0).Item("Id_Usuario")
        cn.Close()

        cmd.CommandType = CommandType.StoredProcedure
        cmd.CommandText = "sp_contar_puntaje"
        cmd.Parameters.Clear()
        cn.Open()
        cmd.Parameters.Add("@Id_Usuario", SqlDbType.Int).Value = Id

```



```

        cmd.Parameters.Add("@Id_Usuario_Maestro", SqlDbType.Int).Value =
id_usuario_maestro
        Dim da5 = New SqlDataAdapter
        da5.SelectCommand = cmd
        da5.SelectCommand.Connection = cn
        Dim dt5 = New DataTable
        da5.Fill(dt5)
        numero_puntaje = dt5.Rows(0).Item("numero_puntaje")
        cn.Close()

    If numero_puntaje = 0 Then
        MsgBox("No existen puntajes registrados para el niño")
        Exit Sub
    End If

    cmd.CommandType = CommandType.StoredProcedure
    cmd.CommandText = "sp_seleccionar_puntaje"
    cmd.Parameters.Clear()
    cn.Open()
    cmd.Parameters.Add("@Id_Usuario", SqlDbType.Int).Value = Id
    cmd.Parameters.Add("@Id_Usuario_Maestro", SqlDbType.Int).Value =
id_usuario_maestro
    Dim da3 = New SqlDataAdapter
    da3.SelectCommand = cmd
    da3.SelectCommand.Connection = cn
    Dim dt3 = New DataTable
    da3.Fill(dt3)
    p1 = dt3.Rows(0).Item("Punt_Comp1")
    p2 = dt3.Rows(0).Item("Punt_Comp2")
    p3 = dt3.Rows(0).Item("Punt_Comp3")
    p4 = dt3.Rows(0).Item("Punt_Comp4")
    p5 = dt3.Rows(0).Item("Punt_Comp5")
    cn.Close()

    Total = p1 + p2 + p3 + p4 + p5

    cmd.CommandText = "sp_seleccionar_puntaje_transtorno"
    cmd.Parameters.Clear()
    cn.Open()
    Dim da2 = New SqlDataAdapter
    da2.SelectCommand = cmd
    da2.SelectCommand.Connection = cn
    Dim dt2 = New DataTable
    da2.Fill(dt2)
    pt1 = dt2.Rows(0).Item("Puntaje")
    pt2 = dt2.Rows(1).Item("Puntaje")
    pt3 = dt2.Rows(2).Item("Puntaje")
    pt4 = dt2.Rows(3).Item("Puntaje")
    cn.Close()
    MsgBox(pt1)
    MsgBox(pt2)
    MsgBox(pt3)
    MsgBox(Total)

    If Total >= pt1 And Total <= pt2 Then
        a = Total - pt1

```

```

b = pt2 - Total
If a < b Then
    transtornos = "Autismo"
    transtornos2 = "Asperger"
    MsgBox("El paciente tiene Autismo")
    porcentaje = (b * 10) & "%"
    porcentaje2 = ((10 - b) * 10) & "%"
    MsgBox(porcentaje & "%")
ElseIf a > b Then
    transtornos = "Asperger"
    transtornos2 = "Autismo"
    MsgBox("El paciente tiene Asperger")
    porcentaje = (a * 10) & "%"
    porcentaje2 = ((10 - a) * 10) & "%"
    MsgBox(porcentaje & "%")
End If
ElseIf Total >= pt2 And Total <= pt3 Then
    a = Total - pt2
    b = pt3 - Total
    If a < b Then
        transtornos = "Asperger"
        transtornos2 = "TGD"
        MsgBox("El paciente tiene Asperger")
        porcentaje = (b * 10) & "%"
        porcentaje2 = ((10 - b) * 10) & "%"
        MsgBox(porcentaje & "%")
    ElseIf a > b Then
        transtornos = "TGD"
        transtornos2 = "Asperger"
        porcentaje = (a * 10) & "%"
        porcentaje2 = ((10 - a) * 10) & "%"
        MsgBox(porcentaje & "%")
        MsgBox("El paciente tiene TGD")
    End If
ElseIf Total >= pt3 And Total <= pt4 Then
    a = Total - pt3
    b = pt4 - Total
    If a < b Then
        transtornos = "TGD"
        transtornos2 = "TEA"
        porcentaje = (b * 10) & "%"
        porcentaje2 = ((10 - b) * 10) & "%"
        MsgBox(porcentaje & "%")
        MsgBox("El paciente tiene TGD")
    ElseIf a > b Then
        transtornos = "TEA"
        transtornos2 = "TGD"
        porcentaje = (a * 10) & "%"
        porcentaje2 = ((10 - a) * 10) & "%"
        MsgBox(porcentaje & "%")
        MsgBox("El paciente tiene TEA")
    End If
ElseIf Total >= pt4 Then
    transtornos = "TEA"
    MsgBox("El paciente tiene TEA")
Else

```

```

        MsgBox("El paciente no tiene enfermedades")
    End If
    DataGridView1.Rows.Add(transtornos, porcentaje)
    DataGridView1.Rows.Add(transtornos2, porcentaje2)
    RichTextBox1.Text = "El transtorno " & transtornos & " presenta un
    porcentaje de ocurrencia en el niño del " & porcentaje & " y el transtorno
    " & transtornos2 & " presenta un porcentaje de ocurrencia en el niño del "
    & porcentaje2
End Sub

```

CUADRO COMPARATIVO: RESULTADOS SETEA

METODO TRADICIONAL	METODO AUTOMATIZADO- SETEA
Registro en papeles - archivero	Registro digital-Base de Datos
Registro del niño en una hoja Excel	Tiempo del registro de los datos para realizar el diagnostico: 12 minutos
Tiempo de Respuesta diagnostico: Según evaluación alrededor de 2 a 4 meses	Tiempo de respuesta del diagnostico optimizado: 2 minutos

Tabla 7: SETEA RESULTADOS

Fuente: Propia

En el mejor de los casos es de 1 a 2 meses según los comportamientos que sean mas significativos según el grado del transtorno.

RESULTADOS SETEA

Después de registrar al niño y registrar los comportamientos se procede a Ejecutar Diagnostico el cual como respuesta indicara un porcentaje que indica el Diagnostico Aproximado del Transtorno Espectro Autista



Ilustración 35: Ingreso de Código

Fuente: Propia



Ilustración 34: Resultado SETEA

Fuente: Propia

Asperger 90
 TGD 100
 Niña: Sandy Tello Navarro
 Peso Comportamientos Ausente
 Leve infrecuente
 Leve frecuente
 Moderado
 Marcado



Ilustración 36: Diagnostico Aproximado

Fuente: Propia

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Para desarrollar un sistema experto como apoyo en el diagnóstico de niños con trastorno del espectro autista es necesario la adquisición e implementación de una base de conocimientos el cual es proporcionado por un experto humano con el cual se desarrollara el motor de inferencia, con lo que se busca el desarrollo de una interfaz fácil de usar por el usuario, que se presenta ajeno al mundo de la informática, esto se realizara utilizando como método de solución redes neuronales ya que es la más adecuada para lograr eficientemente el desarrollo del software , para ayudar a los pacientes que presentan trastorno del espectro autista, el cual es bastante desconocido a nivel de origen, aunque sus síntomas en la actualidad están mucho más claros y por lo tanto hay mayores conocimientos sobre los posibles tratamientos de situaciones puntuales.

Los sistemas expertos son de mucha utilidad en la vida real, y apoyan en gran manera a los sistemas de soporte de decisión ya que nos permite realizar decisiones basadas en las experiencias o conocimientos de un especialista en determinada área, esto con el fin de retener el conocimiento y de esa manera lograr convertirlo en un activo muy importante en una organización y que se traduce en un valor importante para la misma, pues con esto nos permite contar con la experiencia primordial , aunque de manera virtual.

El periodo de la realización de un sistema experto demora no tanto por el desarrollo sino por el proceso de adquisición del conocimiento, ya que el conocimiento a adquirir es un conocimiento especializado de un experto en un área determinada.

En este caso se piensa que este sistema experto ayudara al diagnóstico rápido de esta enfermedad, para que empiece tratamiento de inmediato ya que ahora en la actualidad hay metodologías de aprendizaje en determinadas áreas para personas con trastorno espectro autista.

Como se ha mostrado en el Capítulo 4 el sistema experto es de fácil aplicación, cuenta con una base de datos bien diseñada como para soportar cualquier tipo de consultas.

La aplicación realizada solo ayuda en el diagnóstico del trastorno (trastorno del espectro autista, autismo, asperger y trastorno generalizado de desarrollo), no se ha considerado el tratamiento en esta etapa del software, pero podría implementarse como una ayuda al usuario.

Esta aplicación guarda los datos de los niños registrados y su respectivo diagnóstico, lo cual permite tener la información para su utilización en el futuro.

La utilización de redes neuronales como método de solución al diagnóstico en diversas áreas, resulto muy eficaz ya que no se complica al momento de implementar y obtiene los resultados de modo fiable con un tiempo de respuesta óptimo.

Como conclusión final, podemos mencionar que los sistemas expertos son herramientas necesarias en el contexto diario y que nos apoya en la manera de realizar diversas actividades, como si tuviéramos a nuestro alcance a un experto de cualquier área de estudio.

Recomendaciones y Trabajos a Futuro

Se recomienda implementar más sistemas expertos en el Perú, ya que el área de aplicación es grande. Además debido al centralismo que hay en el país faltan especialistas en lugares alejados de las urbes, siendo de gran ayuda para personal de nivel técnico que pueda formular los datos y obtener solución a ellos.

Trabajo a futuro seria implementar una herramienta de apoyo para el respectivo tratamiento según el nivel de autismo esto es diagnosticado en el sistema SETEA; el cual ayudaría al psicólogo para orientar a los padres y maestros. El tratamiento seria de manera individual de acuerdo al área afectada por el autismo así se lograría mejorar la calidad de vida del niño con trastorno del espectro autista.

Bibliografía

- Adrian Becerra, R. (2011). *Sistemas Expertos para la realizacion de diagnostico de transtornos neuromusculares con electromiografia*. Obtenido de http://bibliotecadigital.uda.edu.ar/objetos_digitales/265/tesis-3970-sistemas.pdf
- Amodia de la Riva , J., & Auxiliadora, A. (s.f.). *Transtorno de Autismo y Discapacidad Intelectual*. Obtenido de http://www.feaps.org/biblioteca/sindromes_y_apoyos/capitulo03.pdf
- Benito Valderas, M. (2011). *El Autismo de Leo Kanner*. Obtenido de http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_38/MONICA_BENITO_2.pdf
- cabrera hernandez, M., paderni lopez, m., hita torres, r., delgado ramos, a., tardio lopez, m., & derivet thaureaux, D. (2012). *Aplicaciones medicas como ayuda al diagnostico en la medicina. Experiencia SOFTEL-MINSAP*. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v4n2/rcim10212.pdf>
- Cabrera, F. P. (2011). *Sistemas basados en conocimiento: Una alternativa poco explorada en Psicología*. Obtenido de *Sistemas basados en conocimiento*: <http://www.redalyc.org/pdf/2822/282221799001.pdf>
- Cebreros, E. (2015). *Ninos Latinos con Autismo : barreras para diagnosticarlos*. Obtenido de <http://espanol.babycenter.com/a6500043/ni%C3%B1os-latinos-con-autismo-barreras-para-diagnosticarlos>
- Cuxart, F. (2000). *Que es el autismo*. Obtenido de <http://www.autisme.com/autisme/documentacio/documents/Que%20es%20el%20autismo.pdf>
- Departamento de Ciencias de la Computacion e I.A. (s.f.). *Sistemas Expertos*. Obtenido de <http://elvex.ugr.es/decsai/computational-intelligence/slides/A2%20Expert%20Systems.pdf>
- Federacion Autismo. (2000). *Transtorno del Espectro Autista*. Obtenido de http://www.autismocastillayleon.com/documents/trastorno_del_espectro_del_autismo.pdf
- Flores Santos, F. F. (2011). *Sistema Experto para el Proceso de Evaluacion de Sentencias Emitidas Por los Jueces del Juzgado Penal de Huaral*. Obtenido de <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/09978061.pdf>
- Fuentes, C. A. (2011). *El piano Parlante : Software de apoyo al desarrollo del lenguaje en niños con autismo*. Obtenido de *El piano parlante*: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2011/aq-palma_c/pdfAmont/aq-palma_c.pdf

- Guevara Lopez, M., Rodriguez Rodriguez, M., & Gonzalez Pestano, N. (s.f.). *DIAG Un sistema experto para el diagnostico de anomalias craneofaciales*. Obtenido de DIAG:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03001997000200003
- Isidro Perez, D., & Morales Hernandez, T. (2009). *Implementacion de un Programa de Modificacion de Conducta en Ninos diagnosticados autistas del Centro de Atencion Multiple Jean Piaget*. Obtenido de
http://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/esc_sup/actopan/licenciatura/Implementacion%20programa%20ninos%20autistas.pdf
- Juan Amodia de la Riva . (s.f.). *Transtorno de Autismo y Discapacidad Intelectual* . Obtenido de
http://www.feaps.org/biblioteca/sindromes_y_apoyos/capitulo03.pdf
- Luengo, M. D. (2005). *Sistema Experto para el Diagnostico de Transtornos Depresivos*. Obtenido de
<http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/42bbe5095b837.pdf>
- Martos, J. (s.f.). *Diagnostico y Evaluacion en Autismo*. Obtenido de
http://www.jmunoz.org/files/9/Necesidades_Educativas_Especificas/Trastorno_de_Espectro_Autista/autismo/documentos/Diagnostico_y_evaluacion_en_Autismo.Juan_Martos.pdf
- Ministerio de Ciencia e Innovacion. (2009). *Guia de practica clinica para el manejo de pacientes con TEA en atencion primaria*. Obtenido de
http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-disposition&blobheadername2=cadena&blobheadervalue1=filename%3Dautismo+guia_resumida.pdf&blobheadervalue2=language%3Des%26site%3DPortalSalud&blobkey=id
- Ministerio de Salud. (2011). *Deteccion y Diagnostico Oportuno de los Transtornos del Espectro Autista*. Obtenido de <http://web.minsal.cl/portal/url/item/bd81e3a09ab6c3cee040010164012ac2.pdf>
- Muñoz, R., Kreisel, S., Noell, R., & Mancilla, F. (2012). *Proyecto Emociones :Software para estimular el desarrollo de la empatia en niños y niñas con transtorno del espectro autista*. Obtenido de Proyecto Emociones: <http://www.tise.cl/volumen8/TISE2012/09.pdf>
- Nicolas, F. T. (2004). *Tecnologia de Ayuda en Personas con TEA*. Obtenido de
<http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/autismo.pdf>
- OSPRA. (2014). *Autismo*. Obtenido de <http://www.ospra.com.ar>
- Pablo, A. M. (s.f.). *DAI Sistema basado en conocimiento para diagnostico de autismo: una aproximacion al razonamiento diagnostico en psicologia*. Obtenido de DAI:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=9848>

- Palma Fuentes, C. (2011). *Software de Apoyo al Desarrollo del Lenguaje en Niños con Autismo*. Obtenido de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/aq-palma_c/pdfAmont/aq-palma_c.pdf
- Perez, M. (s.f.). *Transtorno del Espectro Autista*. Obtenido de <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/30496/1/TEA.%20Trastorno%20del%20Espectro%20Autista.pdf>
- Proyecto Autismo La Garrida. (s.f.). *El Autismo como Sintoma*. Obtenido de http://www.autismo.com.es/autismo/el_autismo/el_sintoma/el_sintoma.html
- Quintanar, T. L. (2007). *Sistemas Expertos y sus Aplicaciones*. Obtenido de <http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sistemas%20expertos%20y%20sus%20aplicaciones.pdf>
- Saenz, E. (2015). *8 cosas que no sabías del Autismo*. Obtenido de <http://www.muyinteresante.es/salud/articulo/8-cosas-que-no-sabias-sobre-el-autismo>
- Santos, F. F. (2011). *Sistema Experto para el Proceso de Evaluación de Sentencias Emitidas Por los Jueces del Juzgado Penal de Huaral*. Obtenido de <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/09978061.pdf>
- Sebastian Gomez, L., Perichinsky, G., & Garcia Martinez, R. (s.f.). *Un Sistema Experto Legal para la Individualización y Acuerdos sobre la Pena*. Obtenido de <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/c-UnSistemaExpertoLegal-SID-JAIO2001.pdf>
- Slim, C. (2014). Obtenido de <https://www.autismspeaks.org/qu%C3%A9-es-el-autismo>
- Soto, M. C. (2002). *Sistema Experto de Diagnóstico Médico del Síndrome Guillian Barre*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/basic/carlos_sm/contenido.htm
- soto, m. c. (2002). *Sistema Experto de Diagnóstico Médico del Síndrome Guillian Barre*. Obtenido de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/basic/carlos_sm/contenido.htm
- UMCE. (2013). *Transtorno del Espectro Autista en charala de la UMCE*. Obtenido de <http://www.umce.cl/index.php/fac-filosofia/dpto-diferencial/item/481-autismo-juan-martos>

ANEXOS

PROBLEMA	CAUSA	SUSTENTO
Falta de solución al diagnóstico y desarrollo de la empatía en personas con TEA.	Investigación neurológica de las regiones cerebrales que juegan un papel en la empatía es aún muy escasa.	Paper Empatía: Medidas, teoría, aplicaciones en revisión. 2008 Autor: Irene Fernández Pinto, Belén López Pérez.
Falta de identificación de los factores que permitan mejorar el diagnóstico y desarrollo de la empatía	Países Latinoamericanos no apoyan al desarrollo educativo en personas con TEA.	Tecnología de ayuda en personas con TEA: Guía para docentes. 2004 Francisco Tortosa Nicolás
Falta de un software libre para permitir el acceso amplio a los niños con TEA.	Latinoamérica no está actualizado con respecto al acceso del software de apoyo.	Proyecto Emociones Autor: Roberto Muñoz, Rene Noell, Sandra Keisel, Francisco Mancilla.2012
Uso limitado de las Tecnologías de información para formar parte de las estrategias terapéuticas para el fomento de habilidades en personas con TEA	Falta de herramientas desarrolladas conlleva al inconveniente de que las aplicaciones que han sido generadas fuera del ámbito nacional han sido desarrolladas para ser utilizadas por el usuario de las regiones donde son llevadas a cabo.	Proyecto Emociones Autor: Roberto Muñoz, Rene Noell, Sandra Keisel, Francisco Mancilla. 2012

Países latinoamericanos no cuentan con las herramientas adecuadas para la utilización del software y su desarrollo	No hay aplicaciones desarrolladas traducidas al español.	Proyecto Emociones Autor: Roberto Muñoz, Rene Noell, Sandra Keisel, Francisco Mancilla. 2012
Falta de conocimiento acerca de este trastorno de desarrollo TEA	Indiferencia por parte de la población con respecto a las personas con TEA a menos que exista en su familia un integrante con este trastorno.	Tesis "Implementación de un programa de modificación de conducta en niños diagnosticados autistas del centro de atención múltiple "Jean Piaget"" , Isidro Pérez Diana , Morales Hernández teresa 2009

A QUIEN LE VA SERVIR	COMO	SUSTENTO
Ministerio de Educación (MINEDU)	Mejorar el proceso de diagnóstico y enseñanza a personas con TEA.	Tecnología de ayuda en personas con TEA: Guía para docentes. 2004 Francisco Tortosa Nicolás
ASPAU Perú	Mejorando las terapias para el diagnóstico y desarrollo de la empatía en personas con TEA.	Proyecto Emociones Autor: Roberto Muñoz, Rene Noell, Sandra Keisel, Francisco Mancilla. 2012
EITA (Equipo de Investigación y Tratamiento en Asperger y Autismo)	Automatizando las terapias para el diagnóstico y desarrollo de la empatía en personas con TEA.	Tecnología de ayuda en personas con TEA: Guía para docentes. 2004 Francisco Tortosa Nicolás
Ministerio de Salud - Hospital Hermilio Valdizán	Innovaría y promocionaría el software para ayudar a las personas con TEA.	Proyecto Emociones Autor: Roberto Muñoz, Rene Noell, Sandra Keisel, Francisco Mancilla. 2012

Presupuesto (en nuevos soles)					
RECURSOS PROPIOS					3,500.00
PRESUPUESTOS DE GASTOS					
RUBROS	CANT.	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL	TOTAL RUBRO
BIENES					2,950.00
LAPTOP	1	UNIDAD	2.500.00	2.500.00	
IMPRESORA	1	UNIDAD	300.00	300.00	
TINTA DE LA IMPRESORA	3	UNIDADES	30.00	30.00	
MEMORIA USB	1	UNIDADES	20.00	20.00	
OTROS BIENES				100.00	
II SERVICIOS					400.00
TELEFONO				100.00	
IMPRESIONES				100.00	
FOTOCOPIAS				100.00	
VARIOS				100.00	
				TOTAL GASTOS	3.350.00

