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

TESIS DE GRADO

“SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO Y TRATAMIENTO DE TRASTORNOS DEL ESPECTRO AUTISTA EN NIÑOS Y NIÑAS MENORES DE 3 AÑOS”

PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA
MENCIÓN: INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

POSTULANTE: DEDDY DIAMANTINO DIAZ ALANOCA
TUTOR METODOLÓGICO: LIC. GROVER ALEX RODRÍGUEZ RAMÍREZ
ASESOR: LIC. JAVIER REYES PACHECO

LA PAZ – BOLIVIA
2015

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

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

LICENCIA DE USO

El usuario está autorizado a:

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

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

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

DEDICATORIA

A mis padres, Roberto y Martha, a mis hermanos Rino, Lizeth, Carolita y Ricardo y mi enamorada Mariana quienes me brindaron su apoyo incondicional, en todo momento de mi carrera y durante la realización del presente trabajo de investigación, demostrándome que la esfuerzo, el orden y la responsabilidad son valores muy fundamentales de una persona.

También a todos mis familiares, que también me impulsaron para culminar esta Carrera.

Deddy Diamantino Diaz Alanoca

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por ser mi fortaleza, por guiarme y protegerme de las adversidades.

Al Lic. Alex Grover Rodríguez, que en su calidad de tutor me acompaño con sus conocimientos al desarrollo del presente trabajo.

Al Lic. Javier Hugo Reyes Pacheco, quien me asesoro y contribuyo con sus conocimientos y experiencia, al desarrollo de la presente tesis.

A todas las personas que me ayudaron en la colaboración y recolección de información para esta presente tesis.

Deddy Diamantino Diaz Alanoca

RESUMEN

En los últimos años se vio que son desarrollados con más frecuencia programas de computación, ya que apoyan a las personas en diferentes áreas, realizando contribuciones en Medicina, Filosofía, Psicología, Educación y otros.

Los Sistemas Expertos, dentro del campo de la inteligencia, son sistemas capaces de realizar algo muy parecido a razonar y pensar. Permiten crear maquinas que razonen en un espacio restringido de conocimiento, siguiendo los pasos que seguiría un experto humano.

La presente tesis plantea un Sistema Experto a través de la aplicación de Redes Bayesianas, con la finalidad de desarrollar un Sistema Experto que brinde un Diagnóstico y Tratamiento de Trastornos del Espectro Autista en niños y niñas menores de 3 años, como: Aspenger, Rett, Regresivo, cada uno de estos tienen diferentes síntomas donde se encuentra almacenada en una base de conocimientos del sistema.

El trabajo con la ayuda de especialista en Psicología y Educación Especial fue muy importante ya que resolvió muchas dudas en el análisis de las variables de cada tipo de Trastorno y las relaciones que existe entre ellas. Se implementó un prototipo del sistema experto para de diagnóstico precoz de algún Trastorno Autista además brindar el mejor tratamiento adecuado.

El SE sirve de apoyo a la toma de decisiones, tanto a los profesionales especialistas en estos temas como Psicólogos, Educadoras Especiales y cuenta con entradas, que son los síntomas y la Base de conocimiento, que contiene el conocimiento formalizado y estructurado, la representación del conocimiento permite describir los hechos que y utilizadas en el proceso de diagnóstico, además las incertidumbres son representadas a través de la Redes Bayesianas y las salidas, son el diagnóstico y Tratamiento. Por último la Interfaz de Usuario, mecanismo que permite la comunicación entre el usuario y sistema experto.

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, Sistema Experto, Trastornos del Espectro Autista, Redes Bayesianas, Diagnostico.

SUMMARY

In recent years we saw more often developed software, and supporting people in different areas, making contributions in medicine, philosophy, psychology, education and others.

Expert systems within the field of intelligence systems are capable of performing much like reason and think. They allow to create machines that can reason in a restricted area of knowledge, following the steps that follow a human expert.

This thesis presents an Expert System through the application of Bayesian networks, in order to develop an expert system that provides diagnosis and treatment of autism spectrum disorders in children under 3 years, as Aspenger, Rett, regressive, each of these have different symptoms where it is stored in a knowledge base system.

Working with the assistance of specialist in Psychology and Special Education was very important as it solved many questions in the analysis of the variables of each type of disorder and the relationships between them. A prototype expert for early diagnosis of Autistic Disorder some also provide the best suitable treatment system was implemented.

He served in support of decision making, both professional specialists in these issues as Psychologists, Special Educators and has inputs, which are the symptoms and Knowledge Base, which contains the formalized and structured knowledge representation knowledge enables describing the facts and used in the process of diagnosis, in addition uncertainties are represented by the Bayesian networks and outlets, are the diagnosis and treatment. Finally the user interface mechanism that enables communication between the user and expert system.

Keywords: Artificial Intelligence, Expert System, Autism Spectrum Disorders, Bayesian Networks, Diagnosis.

ÍNDICE

CAPITULO I MARCO REFERENCIAL

1.1 Introducción 11
1.2.2 Problema central 15
1.3 Objetivos 16
1.3.1 Objetivo general 16
1.3.2 Objetivos específicos 16
1.4 Hipótesis 16
1.4.1 Operalización de variables 17
1.5 Justificación 17
1.5.1 Justificación económica 17
1.5.2 Justificación social 18
1.5.3 Justificación científica 18
1.6 Alcances y Limites 18
1.6.1 Alcances 18
1.6.2 Limites 18
1.7 Metodología 19

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Inteligencia Artificial 20
2.1.3. Características de la inteligencia artificial 20
2.1.4. Propósitos de inteligencia artificial 21
2.1.5. Diferencias entre sistemas inteligentes y de información 21
2.1. Sistemas Expertos 21
2.2.1. Historia sobre el desarrollo de los sistemas expertos 22
2.2.2. ¿Por qué usar un sistema experto? 24

2.2.3. Areas de aplicación 24
2.2.4. Características de los sistemas expertos 24
2.2.5. Comparación entre sistemas expertos y los tradicionales 25
2.2.6. Diferencias entre un sistema experto y un sistema tradicional 25
2.2.7. Diferencias entre un sistema experto y un sistema humano 26
2.2.8. Tipos de sistemas expertos 26
2.2.8.1. Sistemas basados en reglas 27
2.2.8.2. Sistemas basados en probabilidades 27
2.2.8.3. Tipos de acuerdo a la función que realiza 28
2.2.9. Componentes de un sistema experto 28
2.2.10. Fases del desarrollo de un sistema experto 32
2.2.11. El equipo de desarrollo 32
2.2.12. Transferencia de conocimiento 33
2.2.13. Campos de aplicación de un sistema experto 35
2.2.14. Ventajas y desventajas de los sistemas expertos 36
2.2.15. Limitaciones de los sistema expertos 37
2.2.16. Lenguajes y técnicas con las cuales son aplicables 37
2.3. Metodología Buchanan 38
2.3.1. Identificación 38
2.3.2. Conceptualización 39
2.3.3. Formalización 39
2.3.4. Implementación 39
2.3.5. Testeo 40
2.4. Redes Bayesianas 40
2.4.1 Introducción 40
2.4.2 Definición de las redes bayesianas 41
2.4.3 Tipos de redes bayesianas 42
2.4.3.1 Redes bayesianas continuas 42
2.4.3.2 Redes bayesianas dinámicas 43
2.4.4 Teorema de bayes 43

2.4.4.1 Definición de Red Bayesiana 44
2.4.5 Dependencia/ independencia condicional 45
2.4.6 Construcción de sistemas expertos probabilísticos 47
2.4.6.1 Selección de variables 48
2.4.6.2 Adquisición de la información cualitativa 48
2.4.6.3 Adquisición de la información cuantitativa 49
2.4.7 Inferencia Bayesiana 50
2.4.8 Aplicaciones de Redes Bayesianas 52
2.5 Trastornos del espectro autista 53
2.5.1..Clasificación 54
2.5.1 Causas 56
2.5.2 Síntomas 58
2.5.3 Diagnóstico 60
2.5.4 Tratamiento 63

CAPITULO III MARCO APLICATIVO

3.1 Introducción 66
3.2 Implementación de la metodología Buchanan 66
3.2.1 Identificación 68
3.2.1.1 Plan de requisitos 68
3.2.1.2 Evaluación y selección del problema 70
3.2.1.3 Obtención de información con la reunión con los expertos 71
3.2.2 Conceptualización 71
3.2.2.1 Extracción el conocimiento 73
3.2.2.2 Obtención de información probabilística 77
3.2.2.3 Componentes de la base de conocimientos 78
3.2.2.4 Definición formal de la base de conocimientos. 79
3.2.3 Formalización 82

3.2.3.1 Estructura de la modelización de la parte cualitativa y cuantitativa de la red bayesiana 82
3.2.3.2 Modelización de la Red Bayesiana para la información Cualitativa 82
3.2.3.3 Modelización de la Red Bayesiana para la información Cuantitativa 86
3.2.4 Implementación 88
3.2.4.1. Modelo del motor de inferencia 88
3.2.4.1 Definición de usuario 94
3.2.4.5 Diseño del interfaz del sistema experto basado en redes bayesianas 95

CAPITULO IV EVALUACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Introducción 99
4.2 Recolección de datos 99
4.3 Análisis de datos 100
4.4 Demostración de la hipótesis 100

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones 103
Recomendaciones 104
Bibliografía 105
Anexos 107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Historia de las ramas de la Inteligencia Artificial 20
Tabla 2.2. Diferencias entre sistema inteligente y humano 21
Tabla 2.4. Diferencia entre sistema experto y un tradicional 26
Tabla 2.5.Diferencias entre un Experto Humano y un Experto Artificial 26
Tabla 3.1. Metodología Buchanan 66
Tabla 3.2 Características del ATE 73
Tabla 3.3 Características del Trastorno Regresivo 74
Tabla 3.4 Características del Trastorno de Rett 75
Tabla 3.5 Características del Síndrome de Aspenger 76
Tabla 3.6 Datos probabilísticos de los diferentes Trastornos 77
Tabla 3.7 Obtención de Variables 81
Tabla 3.8 Requerimientos para la implementación del SE 95
Tabla 4.1 Registro de la valoración de los resultados de los diagnostico 99
Tabla 4.2 Resultados de la prueba del sistema experto de diagnóstico y tratamiento de Trastorno del Espectro Autista para niños y niñas menores de 3 años 100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.0. Primeros Sistemas Expertos 23
Figura 2.1. Comparación entre un sistema tradicional y un experto 25
Figura 2.2. Componentes de un Sistema Experto 28
Figura 2.4. Fases del desarrollo de un sistema experto 32
Figura 2.5. Relación entre los grupos que intervienen en el desarrollo 33
Figura 2.6. Ciclo de construccion de un sistema experto 34
Figura 2.7. Grafo Divergente 41
Figura 2.8. Definición de una Red Bayesiana 45
Figura 2.9. Ejemplo de una red bayesiana cualitativa 49
Figura 2.10. Ejemplo de una red bayesiana cuantitativa 49
Figura 3.1. Componentes para el desarrollo del Sistema Experto 67

Figura 3.2. Proceso de desarrollo del Sistema Experto 67
Figura 3.4. Requisitos mínimos para realizar el SE 69
Figura 3.5. Colaboradores del Sistema Experto..... 70
Figura 3.6 Visión de la estructura a bajo nivel del sistema experto..... 72
Figura 3.7 Modelo de la construcción de la red bayesiana 72
Figura 3.8 Componentes de la base de conocimientos..... 78
Figura 3.9: Estructura de la modelización de la parte cualitativa y cuantitativa de la red bayesiana..... 82
Figura 3.10: Proceso de diagnóstico de un tipo de Trastorno 82
Figura 3.11: Modelo para el diagnóstico del Síndrome de Aspenger 83
Figura 3.12: Modelo para el diagnóstico del Trastorno Desintegrativo 83
Figura 3.13: Modelo para el diagnóstico: Trastorno de Rett..... 84
Figura 3.14 RB para el diagnóstico del Aspenger 84
Figura 3.15 RB para el diagnóstico del trastorno de Rett..... 85
Figura 3.16 RB para el diagnóstico del Trastorno Regresivo 85
Figura 3.17 Datos probabilísticos cuantitativos 86
Figura 3.18 Datos probabilísticos cuantitativos 86
Figura 3.19 Diagnostico del trastorno regresivo..... 87
Figura 3.20 RB para diagnosticar la presencia de algún TEA..... 87
Figura 3.21 Red bayesiana a plantear en el programa Elvira 88
Figura 3.22 Ejemplificación de la Red Bayesiana inicial para el diagnóstico de TEA ... 90
Figura 3.23 Información posteriori de una RB..... 91
Figura 3.24 Información posteriori de una RB cuando nodos hijos están en estado presente 92
Figura 3.25 Información posteriori de una RB cuando nodos hijos están en estado ausente 93
Figura 3.26 Estructuración del sistema experto 94
Figura 3.27 Interfaz del prototipo del SE..... 96

CAPITULO I MARCO REFERENCIAL

1.1 Introducción

Hoy en día la rama de la informática nos ayuda a representar y permite el tratamiento automático de la información es complicado encontrar un campo en donde no se use esta maravillosa ciencia.

Actualmente la informática está muy aplicada en muchos campos de estudio por no decir en todos, pero para la resolución de este problema nos basaremos en estas áreas como medicina, psicología, educación, neurología.

La inteligencia artificial (IA), es la rama de las ciencias de la computación que estudia el software y hardware necesarios para simular el comportamiento y comprensión humanos y objetivo último es de simular la inteligencia humana en una máquina creando robots o sistemas que sean conscientes y con sentimientos reales, similares a los humanos. Uno de los problemas más difíciles es la simulación de la conciencia, cualidad humana que hace que nos demos cuenta de nuestra propia existencia.

Los sistemas expertos (SE), es una rama de la inteligencia artificial, es un sistema basado en conocimiento capaz de resolver un tipo específico de problema, por medio de la emulación de las capacidades de un experto humano (y en nuestro caso, capacidades de varios expertos humanos). Para contribuir tal tipo de sistema, es preciso que exista un experto en resolver problemas de algún área particular del conocimiento humano. Sin experto no hay sistema experto posible [Nilsson, 2001] [Giarratano, 2001].

Un SE es básicamente un programa de computadora, basado en conocimientos y raciocinio que lleva a cabo tareas que generalmente sólo realiza un experto humano, es decir es un programa que imita el comportamiento humano, en el sentido de que utiliza la información que le es proporcionada para poder dar una opinión sobre un tema en especial.

Es interactivo, contiene la experiencia, conocimiento y habilidad propios de una persona o grupo de personas especialistas en un área particular del conocimiento humano, de manera que permitan resolver problemas específicos de ése área de manera inteligente y satisfactoria. Los usuarios que introducen la información al SE son en realidad los expertos humanos, y nuestro trabajo consiste en estructurar y modelar los conocimientos mediante redes bayesianas.

Redes bayesianas (RB), organizan un problema mediante un conjunto de variables y las relaciones de dependencia entre ellas. Dado este modelo, se puede hacer inferencia bayesiana es decir, estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Estos modelos bayesianos poseen diferentes aplicaciones para diagnóstico, clasificación y decisión que brinde información importante en cuanto a cómo se relacionan las variables, las cuales pueden ser interpretadas como relaciones de causa-efecto.

Las redes bayesianas son elaboradas basándose en conocimientos de expertos, desarrollando diversas técnicas para aprender a partir de ciertos datos que estructuran parámetros asociados al modelo, siendo posibles compartir conocimientos obtenidos de los datos del caso de estudio.

Trastornos del espectro autista (TEA), 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.

La necesidad de los padres de familia de saber la enfermedad que tienen sus hijos, debido a que tiene uno o varios trastornos, y de saber cuál es el remedio o la intervención necesaria para que su hijo empiece a dar signos de mejoría es la principal problemática.

El TEA o también conocido como trastornos generalizados del desarrollo (TGD), 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

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.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Antecedentes

En la evolución histórica del estudio Trastornos del Espectro Autista, se distinguen dos periodos cualitativamente distintos, estableciendo un punto de inflexión a mediados de los años 60. Encontramos un primer periodo, que abarcaría desde el año 1943 hasta mediados de los años 60, y un segundo periodo que abarcará unos años de progresiva mejora de los conocimientos.

Estos trastornos neurológicos complejos que generalmente dura toda la vida, es parte de un grupo de trastornos conocidos como trastornos del espectro autista. Se presenta en cualquier grupo racial, étnico y social, y es cuatro veces más frecuente en los niños que en las niñas. El autismo daña 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.

Los trastornos del espectro autista se pueden diagnosticar formalmente desde los 6 meses a la edad hasta los 3 años, porque en este tiempo demuestran su desarrollo cerebral, Normalmente son los padres quienes primero notan comportamientos poco comunes en su hijo o la incapacidad para alcanzar adecuadamente los hitos del desarrollo infantil. Algunos padres explican que su hijo parecía diferente desde su nacimiento y otros, que iba desarrollándose normalmente y luego perdía aptitudes. Puede que inicialmente los pediatras descarten las señales del autismo pensando que

el niño podrá alcanzar el nivel deseado y les aconsejan a los padres que esperen y vean cómo se desarrolla. Nuevas investigaciones muestran que cuando los padres sospechan que hay algo mal con su hijo, generalmente están en lo correcto.

Actualmente no existen medios efectivos para prevenir el autismo, ni tratamientos totalmente eficaces o cura. Sin embargo, las investigaciones indican que una intervención temprana en un entorno educativo apropiado, por lo menos por dos años durante la etapa preescolar, puede tener mejoras significativas para muchos niños pequeños con trastornos del espectro autista. Tan pronto como se diagnostique el autismo, la intervención temprana debe comenzar con programas eficaces, enfocados en el desarrollo de habilidades de comunicación, socialización y cognoscitivas.

Según la Trastorno Generalizada Desarrollada (TGD) se caracterizan por una perturbación grave y generalizada de varias áreas del desarrollo: habilidades para la interacción social, habilidades para la comunicación o 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. Aparte del autismo o Trastorno Autista, los TGD incluyen los siguientes trastornos:

- Síndrome de Rett
- Trastorno Desintegrativo de la infancia
- Síndrome de Aspenger

La evidencia científica coincide en establecer que los síntomas de los trastornos del espectro del autismo son el resultado de alteraciones generalizadas del desarrollo de diversas funciones del sistema nervioso central.

Las causas del autismo se desconocen en una generalidad de los casos, pero muchos investigadores creen que es el resultado de algún factor ambiental que interactúa con una susceptibilidad genética.

Actualmente en Bolivia existen aproximadamente hasta junio del año pasado, existen 220 niños registrados en el Centro de educación Especial (CEE), y existen una gran

cantidad de niños que no han sido diagnosticados y viven en familias donde no reciben un mejor trato o trato especial y una educación especial, no haciendo valer ciertos derechos que se les facultan por ley.

Revisando la bibliografía que existente no se ha podido encontrar algún SE, sin embargo se encontró una tesis de grado en la carrera de Informática de la Universidad Mayor de San Andrés relacionada a esta área que estamos estudiando, se puede mencionar:

Tesis de Grado "Sistema Experto para el diagnóstico de la Ansiedad en personas mayores" realizado en el año 2003 por Carlos Conde Luna, en este trabajo se desarrolla un sistema experto para diagnosticas ciertos trastornos mentales que sufren las personas de la tercera edad, se desarrolló mediante modelos difusos, implementa los módulos de Fuzzificación y Defuzzificación.

1.2.2 Problema central

En la actualidad en Bolivia, el problema de Trastornos del Espectro Autista (ATE), es un problema de salud que se inicia desde el desarrollo de un niño pero se desconoce su causa principal y no existe la forma de un diagnóstico completo y rápido.

Los especialistas por falta de información, en los varios exámenes que debe realizarse por varios profesionales, dificulta determinar un diagnostico verídico y confiable.

Tanto en la ciudad como en las aéreas rurales, el diagnóstico es dificultoso, y el problema sigue desarrollando, y mientras no se pueda determinar la existencia del trastorno el niño o niña vive en un ambiente se soledad e indiferencia.

Si el trastorno no se trata debidamente, puede llegar a descontrolarse la enfermedad y el niño puede desarrollar conductas más inapropiadas y agresivas, debido a falta de un tratamiento apropiado y efectivo.

En Bolivia las autoridades no apoyan con centros de educación especial para niños con estos problemas y los padres no saben cómo tratar a los niños cuando se diagnostica dicho Trastorno.

¿De qué manera se puede determinar la existencia de algún trastorno en el espectro autista (TEA), en niños y niñas menores de 3 años, de tal forma que se pueda obtener un diagnostico verídico, confiable y tratar el trastorno de la forma más apropiada y efectiva ?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar un SE, para el diagnóstico de Trastornos del Espectro Autista en niños y niñas menores de 3 años con la ayuda de Redes Bayesianas, que permita dar un diagnóstico completo y confiable, de manera que pueda brindar un tratamiento que nos ayude a desarrollar las habilidades motoras sensoriales.

1.3.2 Objetivos específicos

- Adquirir los conocimientos heurísticos de los expertos relacionados con los trastornos del espectro autista, para su incorporación con el sistema.
- Construir el modelo del sistema experto.
- Estructurar el conocimiento sobre los diferentes tipos de trastornos.
- Diseñar las redes bayesianas.
- Analizar y diseñar el motor de inferencia del sistema experto.
- Diseñar un prototipo de la interfaz, para una mejor relación entre sistema y usuario.

1.4 Hipótesis

El Sistema Experto para el diagnóstico y tratamiento de Trastornos del Espectro Autista, por medio de conocimientos, hechos y el uso de las Redes Bayesianas, permiten diagnosticar los diferentes tipos de trastornos, para así apoyar en el trabajo del, similar al de los profesionales que diagnostican estos Trastornos, con un nivel de confianza del 75% o superior.

1.4.1 Operalización de variables

En base a la hipótesis planteada, se puede identificar una variable independiente

Vi, otra variable Vd y una variable V int, con la siguiente relación.

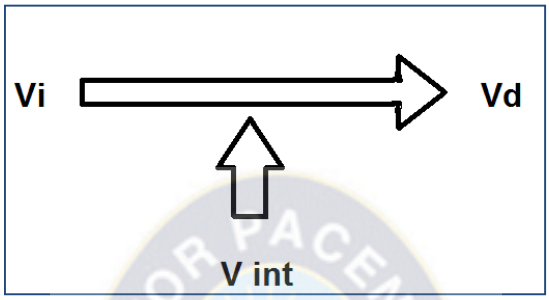


Figura 1.0 Tipos de Variables

Fuente: [Elaboración Propia]

Dónde:

V independiente: Sistema Experto para el Diagnostico del Autismo

V dependiente: Diagnostico

V interviniente: Redes Bayesianas

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación económica

El sistema experto va beneficiar a que los padres de familia ahorren económicamente en el diagnóstico de dicho trastorno, ya que para este trabajo es necesario acudir a varios profesionales como educadoras especiales, psicólogos, médicos, pediatras y otros especialistas que realizan estudios para diagnosticar y brindar algún tipo de tratamientos que el niño o niña necesita para el mejor desarrollo en los problemas que presenta.

1.5.2 Justificación social

El sistema experto ayudara de gran manera a la sociedad, en especial a los padres de familia y a la familia que rodeara al niño ya que también nos ayudara a cómo tratar a estos niños con capacidades diferentes e instituciones involucradas para diagnosticar dichos trastornos

En los centros de ayuda a personas con este tipo de trastorno, será de gran beneficio, ya que no cuentan con sistemas de diagnóstico rápido y podrán derivar el caso a los especialistas pertinentes.

1.5.3 Justificación científica

El presente trabajo proporcionara un aporte teórico de mucha importancia en los que se refiere a las investigaciones en el área de la inteligencia artificial utilizando Redes Bayesianas, muy utilizada en diversos campos y relacionada con los Sistemas Expertos que emula el conocimiento del experto humano, creando así nuevas alternativas de soluciones.

1.6 Alcances y Limites

1.6.1 Alcances

El alcance del presente trabajo que será un sistema de diagnóstico ayudara de gran utilidad a centros de ayuda a personas con este tipo de trastornos, padres y familiares que rodean a estos niños, ya que son los más interesados por que ellos ayudaran a enfrentar de la mejor maneja y coadyuvaran en el tratamiento del trastorno.

1.6.2 Limites

El presente solo se limitara al diagnostico y tratamiento de ciertos tipos de trastornos del espectro autista. La investigacion se apoyara en especialistas del area de psicologia y educacion especial. El sistema experto solo abarca un aporte al area de salud, ademas como un apoyo, no pretende desplazar a un profesional medico. Las pruebas del sistema se realizara en un ambiente lo más real posible, también el prototipo contara con una descripción detallada de las características de cada tipo de trastorno y será realizado específicamente para niños y niñas menores de 3 años,

1.7 Metodología

Para obtener el conocimiento de la problemática planteada y desarrollar la investigación se optó por utilizar el método científico, para el proceso de investigación que permitirá medir los resultados de los prototipos mediante los procesos de observación, planteo de hipótesis, diseño de la aplicación, prueba o experimentación y conclusión.

El “método científico" se entiende aquellas prácticas utilizadas y ratificadas por la comunidad científica como válidas a la hora de proceder con el fin de exponer y confirmar sus teorías. Las teorías científicas, destinadas a explicar de alguna manera los fenómenos que observamos, pueden apoyarse o no en experimentos que certifiquen su validez. Sin embargo, hay que dejar claro que el mero uso de metodologías experimentales, no es necesariamente sinónimo del uso del método científico, o su realización al 100%. Se define el método científico de la siguiente manera:

1. Observación, es aplicar atentamente los sentidos a un objeto o a un fenómeno, para estudiarlos tal como se presentan en realidad, puede ser ocasional o causalmente.
2. Inducción, la acción y efecto de extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio particular de cada una de ellas.
3. Hipótesis, planteamiento mediante la observación siguiendo las normas establecidas por el método científico.
4. Experimentación para probar la hipótesis.
5. Demostración de Resultados.

Para el diseño del sistema experto se utilizada la metodología Buchanan que tiene como pilar básico la adquisición de conocimiento de distintas fuentes como ser libros, expertos y otros [PACO, 2012].

CAPITULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial se conceptualiza con saber elegir la solución con arte o ingenio del hombre y relacionada con una analogía artificial a través de programas de computador.

La inteligencia artificial puede ser tomada como ***científico*** si se enfoca hacia la elaboración de programas basados en comparaciones con la eficiencia del hombre, contribuyendo a un mayor entendimiento del conocimiento humano.

Si por otro lado es tomada como ***ingeniería***, basada en una relación deseable de entrada-salida para sintetizar un programa de computador. "El resultado es un programa de alta eficiencia que funciona como una poderosa herramienta para quien la utiliza", "De la información a la informática" [Roger Loaiza, 2005].

2.1.1. Historia de la inteligencia artificial

La inteligencia Artificial representa un gran volumen de conocimiento y técnicas que han sido desarrolladas por muchos investigadores desde finales de la década de 1950. Durante este periodo han aparecido numerosas definiciones de I.A., pero ninguna ha sido de aceptación general.

DECADA	NOMBRE	TEMA PRINCIPAL DE INVESTIGACIÓN
50-60	La edad obscura	Redes Neuronales
60-70	La edad de la razón	Lógica automática
70-80	El movimiento romántico	Ingeniería del Conocimiento
80-90	La ilustración	Aprendizaje automático
90-	El renacimiento gótico	Redes neuronales

Tabla 2.1. Historia de las ramas de la Inteligencia Artificial

Fuente: [Márquez, 2005]

2.1.3. Características de la inteligencia artificial

- Usan símbolos matemáticos.
- El comportamiento de los programas no es descrito por el algoritmo.
- El razonamiento basado en el conocimiento, implica que estos programas incorporan factores y relaciones del mundo real y del ámbito del conocimiento en que ellos operan.
- Aplicabilidad a datos y problemas más estructurados, sin las técnicas de I.A. los programas no pueden trabajar con este tipo de problemas.

2.1.4. Propósitos de inteligencia artificial

- Reproducir las acciones y el razonamiento de los seres vivos inteligentes en dispositivos artificiales, cuyo objetivo es conseguir una teoría comprensiva de la inteligencia tal y como aparece en animales y maquinas.
- Identificar procedimientos, métodos y técnicas que se asocien a la capacidad de pensar y razonar hasta de manera inteligente. En este proceso pretende automatizar las tareas del pensamiento y razonamiento humano, proveyendo un modelo cognitivo de sus funcionamientos.
  [García Martínez & Britos, 2004].

2.1.5. Diferencias entre sistemas inteligentes y de información

SISTEMAS INTELIGENTES	SISTEMAS DE INFORMACIÓN
Autónomos	Requieren del ser humano
Usan conocimientos	Usan información
Aprende	Memoria
Usa lógica difusa	Usa lógica booleana
Tienen costos más elevados	Tienen costos medianos

Tabla 2.2. Diferencias entre sistema inteligente y humano

Fuente: [Briz, 2000]

2.1. Sistemas Expertos

Un sistema experto, es un programa de computadora basado en conocimientos y raciocinio que lleva a cabo tareas, generalmente solo realiza un experto humano, es decir es un programa que imita el comportamiento humano en el sentido de que utiliza la información que le es proporcionada para poder dar una opinión sobre un tema en especial. La tarea principal de un S.E. es tratar de aconsejar al usuario.

Los usuarios que introducen la información al Sistema Expertos son en realidad los expertos humanos, y tratan a su vez de estructurar los conocimientos que poseen para ponerlos entonces a disposición del sistema. Los Sistema Expertos son útiles para resolver problemas que se basan en conocimiento.

2.2.1. Historia sobre el desarrollo de los sistemas expertos

En 1950 Alan Turing público un trabajo titulado “inteligencia y funcionamiento de las maquinas” con el fin de demostrar hasta qué punto estas tienen inteligencia. Más tarde en 1965 se empezaron a utilizar técnicas para resolución de problemas que se caracterizaban en la solución heurística como modelo de la solución de problemas, con ella comenzó el desarrollo de sistemas expertos.

Los ***sistemas expertos*** proceden inicialmente de la inteligencia artificial a mediados de los 60. En ese periodo se creía que bastaban unas pocas leyes de razonamiento junto con potentes ordenadores para producir resultados brillantes. Un intento en ese sentido fue llevado a cabo por los investigadores Alan Newell y Herbert Simón que desarrollaron un programa denominado GPS (General ProblemSolver; solucionador general de problemas) podía trabajar con criptoaritmetica, con la torrez de Hanói y con otros problemas similares. Lo que no podía hacer el GPS era resolver problemas del mundo real, tales como un diagnóstico médico.

A partir de 1965, un equipo dirigido por Edward Feigenbaum, comenzó a desarrollar sistemas expertos utilizando bases de conocimientos definidas minuciosamente.

En 1967 se construye Dendral, que se convierte como el primer sistema experto. Se utilizaba para identificar estructuras químicas moleculares a partir de su análisis espectro gráfico.

Se llega a la conclusión de que el éxito de un Sistema Experto depende caso exclusivamente de la calidad de su base de conocimiento.

De esta manera nacieron los Sistemas Expertos.

SISTEMA	FECHA	AUTOR	APLICACIÓN
Macsyma	1965	MIT	Análisis matemático complejo
HearSay	1965	Carmegie - Mellon	Interpreta en lenguaje natural un subconjunto del idioma
Mycin	1972	Stanford	Diagnóstico de enfermedades de sangre
Tieresias	1972	Stanford	Herramienta para la transformación de conocimientos
Pospector	1972	Stanford	Exploración mineral y herramientas de identificación
Age	1973	Stanford	Herramientas para generar Sistemas Expertos
OPS5	1974	Carnegie - Mellon	Herramienta para desarrollo de Sistemas Expertos
Caduceus	1975	Universidad de Pittsburg	Herramienta de diagnóstico para medicina interna
Rosie	1978	Rand	Herramienta de desarrollo de Sistemas Expertos

Figura 2.0. Primeros Sistemas Expertos

Fuente: [Patrick Henry, 1992]

Entre 1980 a 1985 surgen empresas dedicadas a desarrollar Sistemas Expertos, las cuales que supusieron en conjunto una inversión total de más de 300 millones de dólares. Los productos más importantes que creaban estas nuevas compañías eran las

"máquinas LISP", las cuales consistían en unos ordenadores que ejecutaban programas LISP con la misma rapidez que en un ordenador central.

2.2.2. ¿Por qué usar un sistema experto?

Se pueden obtener conclusiones y resolver problemas de forma más rápida que los expertos humanos. Estos sistemas razonan pero en base a un conocimiento adquirido y no tienen sitio para la subjetividad. Se ha comprobado que tienen al menos, la misma competencia que un especialista humano.

Su uso es especialmente recomendado en las siguientes situaciones:

- Cuando los expertos humanos en una determinada materia son escasos.
- En situaciones complejas, donde la subjetividad humana puede llevar a conclusiones erróneas.
- Cuando es muy elevado el volumen de datos que ha de considerarse para obtener una conclusión.

2.2.3. Areas de aplicación

Los sistemas expertos se aplican a una gran diversidad de campos y/o áreas. A continuación se listan algunas de las principales: Militar, Química, Geología, Electrónica, Medicina, Informática, Derecho, Arqueología, Transporte, Industria, Telecomunicaciones, Aeronáutica, Agricultura, Educación, Finanzas y Gestión.

2.2.4. Características de los sistemas expertos

- Utilizan normas o estructuras que contengan conocimientos y experiencias de expertos especializados.
- Contienen datos ambiguos.
- Contienen datos afectados por factores de probabilidad.
- Poseer habilidad para inferir nuevos conocimientos ya existentes.
- Tener la capacidad de procesar símbolos.
- Utilizan grades cantidades de datos en forma de bases de conocimientos para producir varias salidas, como recomendaciones de acción o diagnóstico.
- Son heurísticos, razonan usando reglas dadas por los expertos que saben que son útiles para resolver ciertas situaciones.
- Explican el razonamiento, explican el método utilizado para formular la recomendación
- Funcionan cuando faltan datos y a cambios en las reglas.

2.2.5. Comparación entre sistemas expertos y los tradicionales

Comparación entre un sistema tradicional y un experto.

Figura 2.1. Comparación entre un sistema tradicional y un experto

Fuente: [Carlos Soto, 2008]

2.2.6. Diferencias entre un sistema experto y un sistema tradicional

Veamos algunas diferencias entre estos tipos de sistemas.

SISTEMAS EXPERTOS	SISTEMAS TRADICIONALES
• Toman Decisiones • Calculan Resultados • Basados en Heurísticas • Dan Explicaciones de los Resultados • Usan Reglas de Inferencia • Accedan Bases de Conocimientos (Deductivas) • Centrados en el Experto y el Usuario • Manejan Conocimiento	• Calculan resultados • Basados en Algoritmos • Dan Resultados sin Explicaciones • Usan Secuenciación, Ciclos y Condicionales • Acceden a Bases de Datos • Centrados en el Analista y el Programador • Conocimientos Precisos, Completos y Exactos

Tabla 2.4. Diferencia entre sistema experto y un tradicional

Fuente: [Quispe, 2005]

2.2.7. Diferencias entre un sistema experto y un sistema humano

El uso de heurísticas para determinar las soluciones es la mayor contribución a la potencia de los Sistemas Expertos y es lo que los distingue de los sistemas de software tradicionales. Encontrar expertos humanos suele ser difícil y costoso económicamente.

Diferencias entre un Experto Humano y un Experto Artificia

EXPERTO HUMANO	EXPERTO ARTIFICIAL
No perdurable	Permanente
Difícil de transferir	Fácil de transferir
Difícil de documentar	Fácil de documentar
Impredecible	Consistente
Caro	Alcanzable
Creativo	No aspirado
Adaptativo	Necesita ser ensenado
Experiencia personal	Entrada simbólica
Enfoque amplio	Enfoque cerrado
Conocimiento del sentido común	Conocimiento técnico

Tabla 2.5.Diferencias entre un Experto Humano y un Experto Artificial

Fuente: [Carlos Soto, 2008]

2.2.8. Tipos de sistemas expertos

Los problemas con los que pueden tratar los sistemas expertos pueden clasificarse fundamentalmente en dos tipos: problemas esencialmente ***deterministas*** y problemas esencialmente ***estocásticos***. Por ejemplo un problema **determinista** pueden ser formulados usando un conjunto de regla que relacionen varios objetos bien definidos (Sistemas basados en reglas) y problema **estocástico**, en el campo médico las relaciones entre síntomas y enfermedades se conocen sólo con un cierto grado de certeza (la presencia de un conjunto de síntomas no siempre implica la presencia de una enfermedad).

Consecuentemente, los sistemas expertos pueden clasificarse en dos tipos principales según la naturaleza de problemas para los que están diseñados los más conocidos son:

2.2.8.1. Sistemas basados en reglas

Algunos sistemas expertos usan la misma estructura de los sistemas basados en reglas, pero introducen una medida asociada a la ***incertidumbre*** de las reglas y a la de sus premisas. En este caso se pueden utilizar algunas fórmulas de propagación para calcular la incertidumbre asociada a las conclusiones. Durante las últimas décadas han sido propuestas algunas medidas de incertidumbre. Algunos ejemplos de estas medidas son los factores de certeza (medidas difusas).

2.2.8.2. Sistemas basados en probabilidades

La distribución conjunta de un conjunto de variables se usa para describir las relaciones de dependencia entre ellas, y se sacan conclusiones usando fórmulas muy conocidas de la teoría de la probabilidad.

Los sistemas expertos que utilizan la probabilidad como medida de incertidumbre se conocen como sistemas expertos probabilístico y la estrategia de razonamiento que usan se conocen con el nombre de sistemas expertos probabilísticos.

El problema de estos sistemas es que suponen que se conoce la función de probabilidad conjunta de todas las enfermedades y síntomas. Por ejemplo, para un

caso de diagnóstico médico con 100 enfermedades binarias y 100 síntomas binarios se requieren más de 1060 parámetros para especificar la función de probabilidad conjunta.

Los modelos de redes probabilísticas utilizan grafos para definir relaciones de dependencia entre las variables del modelo y simplificar la estructura de la función de probabilidad conjunta.

2.2.8.3. Tipos de acuerdo a la función que realiza

Se refiere a la función que realizan, de acuerdo al propósito que fue creado para brindar apoyo a los diferentes expertos en diferentes campos y así reducir el tiempo de análisis y observaciones que se presenten: predicción, diagnostico, interpretación, diseño, monitoreo, depuración, introducción, control, asesoramiento.

2.2.9. Componentes de un sistema experto

A continuación se muestran los componentes de un sistema experto.

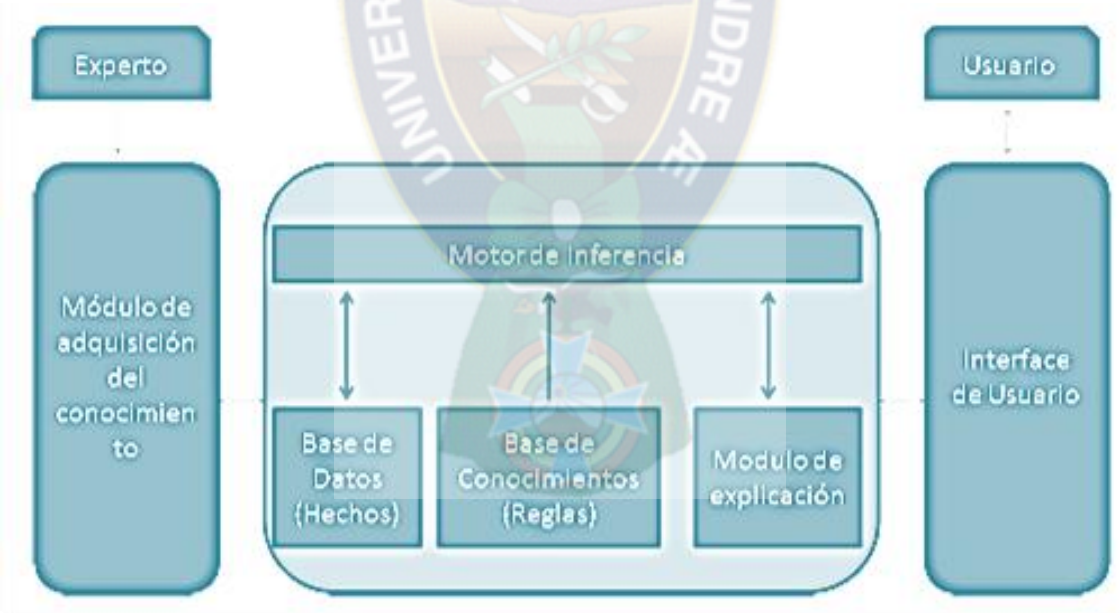


Figura 2.2. Componentes de un Sistema Experto

Fuente: [Samper, 2000]

EXPERTO

Es el ingeniero que construye la base de conocimiento de una forma sencilla, así como disponer de una herramienta de ayuda para actualizar la base de conocimiento cuando sea necesario.

Si bien estos módulos no existen en todos los sistemas basados expertos, o bien están desarrollados o implementados de maneras diferentes, la función que desempeñan es muy interesante en el desarrollo de estos sistemas

Módulo de adquisición del conocimiento

Permite la construcción y actualización de la base de conocimiento de forma sencilla.

Tiene como objetivo: acumular nuevo conocimiento, reestructuración de conocimiento existente, activar procesos que mejoran la performance del sistema a partir de la nueva información.

El conocimiento puede introducirse por el experto o por el ingeniero de conocimiento (en este caso el modulo puede contener funciones de interface con el usuario) o provenir directamente de sensores, base de datos, otro software.

El motor de inferencia

Es el núcleo del SE ya que poseen en acción los elementos de la base de conocimientos para construir los razonamientos. También llamado intérprete de reglas, es un módulo que se encarga de las operaciones de búsqueda y selección de las reglas a utilizar en el proceso de razonamiento.

Por ejemplo, al tratar de probar una hipótesis dada, el motor de inferencia ira disparando reglas que irán deduciendo nuevos hechos hasta la aprobación o rechazo de la hipótesis objetivo.

Aunque el motor de inferencia, sea un programa procedimental en el sentido habitual del término la forma en que utiliza el conocimiento nunca está prevista por el programador.

Las categorias de mecanismo de Inferencia son: ***deterministico*** que lo inferido es una verdad universal y ***probabilisticos*** son predicciones o probabilidades que no siempre son ciertas.

Base de datos (hechos)

Contiene información sobre el problema particular que el **S.E.** debe resolver.

Es una memoria auxiliar o de trabajo que contiene a la vez los datos sobre la situación concreta en la cual se va a realizar la aplicación (hechos iníciales que describen el enunciado del problema a resolver) y los resultados intermedios obtenidos a lo largo del procedimiento de deducción. Y depende exclusivamente de la situación estudiada.

Se trata de una memoria temporal auxiliar que almacena los datos del usuario, datos iníciales del problema, y los resultados intermedios obtenidos a lo largo del proceso de resolución. A través de ella se puede saber no sólo el estado actual del sistema sino también cómo se llegó a él.

Base de conocimientos (reglas)

Es una estructura de datos que contienen una gran cantidad de información sobre un tema específico, generalmente introducida por un experto en dicho tema (se puede asociar a una memoria permanente, sobre el cual se desarrolla la aplicación).

El conocimiento se puede representar mediante cálculo de predicados, listas, objetos, redes semánticas y/o reglas de producción.

Este conocimiento lo constituye la descripción de: objetos a tener en cuenta y sus relaciones y casos particulares o excepcionales y diferentes estrategias de resolución con sus condiciones de aplicación (meta-conocimientos, es decir, conocimiento sobre el conocimiento).

Sistema de explicación

Que le brinda al usuario una explicación de cómo se llegaron a las conclusiones.

Importante en la etapa de desarrollo ya que aporta una ayuda considerable al ingeniero del conocimiento para refinar el funcionamiento del motor de inferencia, al experto a la hora de construir y verificar la coherencia de la base de conocimiento.

Permite trazar el camino tomado en el razonamiento (inferencias efectuadas). Este módulo aporta una ayuda considerable al informático para refinar la gestión del motor de inferencia y le es igualmente útil al experto, en la construcción y verificación de la coherencia de la base de conocimiento y explica, también, al usuario, como ha deducido tal hecho y porque plantea tal cuestión.

Interfaz de usuario

También denominado sistema de consulta. Es el que gobierna el dialogo entre el usuario y el sistema. Su objeto es el de permitir un dialogo en un lenguaje cuasi-natural con la máquina. Además, este módulo "traduce" el español (o cualquier otra lengua) al lenguaje interno y viceversa.

Esta interface comunica al motor de inferencia las consultas del usuario y a este último los resultados de la consulta. Y a la inversa. Permite, igualmente obtener el enunciado del problema inicial y los objetivos a alcanzar así como la consulta a la base de conocimientos.

2.2.10. Fases del desarrollo de un sistema experto

A continuación se explica un abreve descripción de cómo desarrolla un sistema experto.

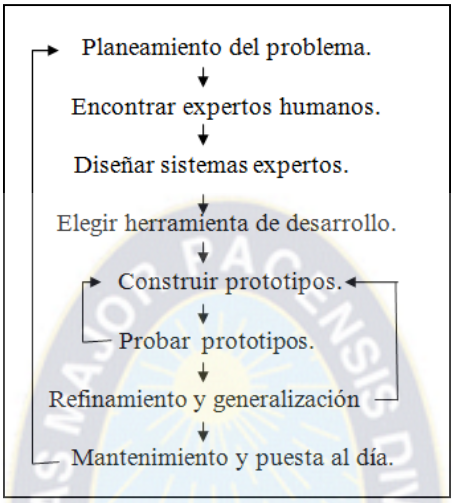


Figura 2.4. Fases del desarrollo de un sistema experto

Fuente: [Weiss y Kulikowski, 1984]

2.2.11. El equipo de desarrollo

Las personas que participan en el desarrollo de un Sistema Experto desempeñan tres papeles distintos:

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

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

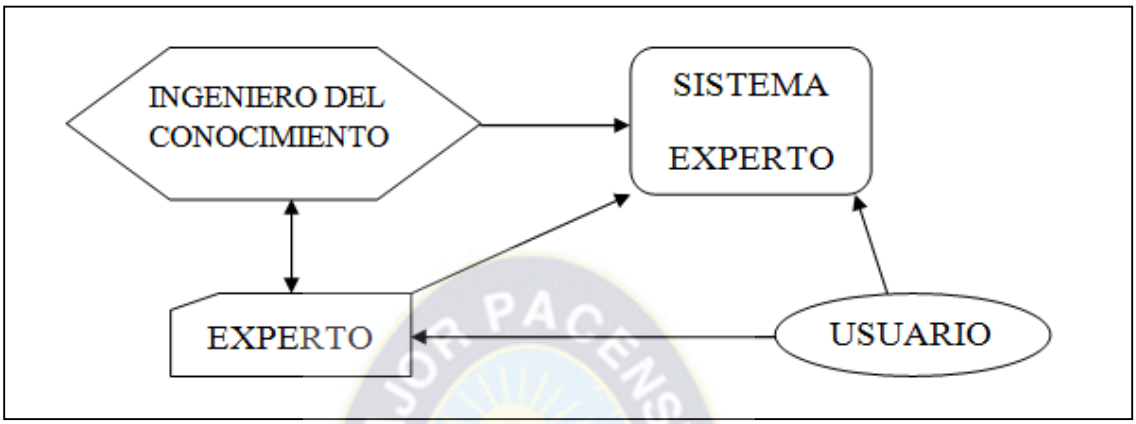


Figura 2.5. Relación entre los grupos que intervienen en el desarrollo

Fuente: [Elaboración propia]

En el desarrollo del Sistema Experto, el ingeniero de conocimiento y el experto trabajan muy unidos. El primer paso consiste en elaborar los problemas que deben ser resueltos por el sistema. Precisamente en la primera fase del proyecto es de vital importancia determinan correctamente el ámbito estrechamente delimitado de trabajo.

2.2.12. Transferencia de conocimiento

La transferencia de experiencia se efectúa del experto al SE, ayudado por el ingeniero del conocimiento.

La disciplina que interviene en la transferencia de experiencia se denomina ingeniería de conocimiento o cognimatica.

Este proceso se descompone en cuatro fases o etapas:

- Análisis del problema.
- Adquisición de conocimiento y conceptualización.
- Formalización y representación del conocimiento y validación.

El encadenamiento de estas fases se representa en la siguiente Figura

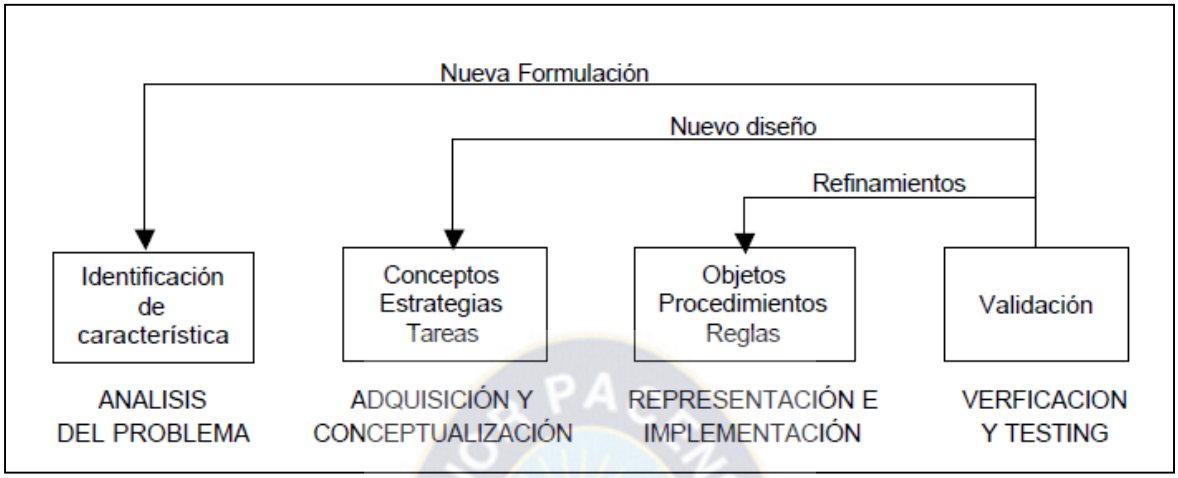


Figura 2.6. Ciclo de construccion de un sistema experto

Fuente:[Addison Wesley, 1992]

Fase 1: Analisis del problema

Se determina el ambito de trabajo. Aquí se incluye ya el usuario posterior, o un representante del grupo de usuarios es primordial tener en cuenta los deseos y las ideas del usuario.

Fase 2: Adquisicion de conocimientos y conceptualizacion

El objetivo consiste en identificar todos los elementos que intervienen en la solucion de problemas (conceptos, procedimientos, reglas de inferencia, heuristicos, casos especiales, metodos de razonamiento, restricciones, etc.).

La informacion se puede obtener de distintas fuentes, dialogo con los expertos, informacion escrita, por observacion, grafico y otros.

Fase 3: Formalizacion y representacion del conocimiento

La actividad en esta fase del ingenierio del conocimiento se concreta en la siguientes tareas:

- Eleccion de un formalismo de representacion del conocimiento.

- Eleccion de una arquitectura que permita coordinar y manejar los distintos tipos de elementos que intervienen en la solucion de problema.
- Creacion de la base de conocimiento utilizando el formalismo y la arquitectura elegida.
- Diseno de la interfaz del SE con el usuario y con el resto del entorno logico.

Fase 4: Verificación

En esta fase de determina las reglas y se incorporan a la base de conocimientos.

2.2.13. Campos de aplicación de un sistema experto

Aprendizaje: Que el propio ordenador adquiera el conocimiento.

Redes Neuronales: Nodos conectados con otros mediante enlaces simulando conexiones neuronas (visión artificial, razonamiento, aprendizaje, lenguaje).

Redes Bayesianas: Técnica para tratar el razonamiento con incertidumbre. Donde los nodos son hechos ciertos o no y los enlaces entre los nodos son las probabilidades condicionadas de unos hechos con otros. Propagando las probabilidades, se pueden obtener los resultados más probables a partir de los hechos.

Algoritmo genético: Métodos de aprendizaje inspirados en la evolución natural. Usan nociones de individuos, apareamiento, recombinación de cromosomas, mutación genética, adaptación y selección natural, base de investigación en vida artificial.

Data Mining: Para obtener conocimiento en bases de datos.

TAREAS ESPECÍFICAS DE LOS SISTEMAS EXPERTOS

Sistemas de ayuda a la toma de decisiones: Para cierta problemática sugieren la solución que consideran más idónea a partir del conocimiento incluido en el sistema.

Configuración: Seleccionar y planificar los componentes necesarios en un proceso.

Diagnóstico: A partir de unos síntomas se determinan las causas que lo producen.

Planificación: Establecen etapas y recursos necesarios para alcanzar un objetivo.

Interfaces inteligentes: Hacen de puente entre la personas y equipos complejos y de difícil utilización (interfaces inteligentes a base de datos).

Diseño: Efectúan planificación o trazado de un objeto o sistema según requisitos. Suelen dar diferentes soluciones de forma que el usuario pueda elegir.

Interpretación y análisis: para tratar grandes volúmenes de información.

Monitorización: Monitorizar procesos dando una salida de control (tiempo real).

Predicción: Infiere las consecuencias de las situaciones actuales.

Tutor: Ayuda en el aprendizaje.

Consultor: Indica cómo hacerlo.

Asistente inteligente: Provee apoyo a decisiones.

2.2.14. Ventajas y desventajas de los sistemas expertos

Ventajas

- Producción y productividad mayores. Pueden trabajar más rápido que lo humanos. Están disponibles ininterrumpidamente de día y noche, ofreciendo siempre su máximo desempeño.
- Dan la probabilidad de aumentar la calidad proporcionando asesoría consistente y reduciendo las tasas de error.
- Operan en entornos hostiles y peligrosos.
- Facilidad de trasmitir experiencia a través de fronteras internacionales.
- Siempre se ajustan a las normas establecidas y son consistentes en su desempeño,
- No padece de olvido, fatiga, dolor o comete errores de cálculo.
- Accesibilidad al conocimiento y escritorios de vida. Hacen accesible el conocimiento (y la información) a mucha gente en diversos lugares.
- Pueden tener una vida de servicio ilimitada.
- Capacidad para trabajar con información incompleta o inconcreta.

- Mejora la solución de problemas permitiendo la integración de juicios de expertos de primera línea en el análisis.
- Reducción del tiempo para la toma de decisiones.

Desventajas

- Tienen una noción muy limitada acerca del contexto de problema.
- Pueden existir decisiones que sólo son de competencia para un ser humano y no una máquina.
- No saben cómo subsanar sus limitaciones.
- Son muy costosos de desarrollar y mantener.
- El conocimiento es difícil de extraer de los expertos humanos.
- La aproximación de cada experto a la situación evaluada puede ser diferente.
- Tienen una noción muy limitada acerca del contexto del problema, no pueden percibir todas las cosas que un experto humano puede apreciar de una situación.

2.2.15. Limitaciones de los sistema expertos

El desarrollo de un S.E. complejo puede ser difícil, costoso y requerir de tiempo, por lo tanto es importante asegurarse sé que los posibles beneficios valen el esfuerzo y que las diversas características del S.E. se equilibran, en términos de costos, control y complejidad.

2.2.16. Lenguajes y técnicas con las cuales son aplicables

Algunas herramientas son Lisp, Prolog, son entornos de desarrollo:

Lisp (ListProcesing) creado en 1958, basado en reglas. Estructuras de datos en listas, implementación rápida de modelos y de fácil modificación, con la desventaja de la lentitud.

Prolog (programación lógica) lenguaje declarativo (no describe secuencialmente el algoritmo).

A partir de datos deduce nuevos hechos y resuelve problema (incluye motor de inferencia), con principal aplicación: manejo de datos relacionales.

Lenguajes orientados a objetos (C++): ahora muy habituales por su buen rendimiento,

Características de una herramienta para la construcción de un SE. :

- Posibilidades para el desarrollo de prototipos
- Un motor de inferencia
- Un método o varios para la representación del conocimiento
- Una o varias técnicas para el manejo de la incertidumbre
- Un generador de interfaces gráficos (no siempre).

2.3. Metodología Buchanan

En la adquisición de conocimiento el ingeniero de conocimiento procede a través de una serie de etapas para producir un sistema experto.

Se destacan 5 etapas fundamentales: Identificación, conceptualización, formalización, implementación, testeo.

2.3.1. Identificación

El proceso de identificación abarca desde la lectura de libros o artículos, las entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema y la búsqueda de un experto que esté dispuesto a colaborar en la construcción del sistema; así también la definición de cuáles son las funciones o tareas más idóneas para ser realizadas por el sistema experto, así se identifican los participantes, y roles, recursos, fuentes de conocimiento y los objetos y metas.

Entre los participantes se encuentran: expertos del dominio, ingenieros de conocimientos, usuarios.

Estas tareas son importantes para determinar que lenguajes y que sistema se usara: el ingeniero de conocimiento debe sentirse cómodo respecto del dominio del problema, como para conversar inteligentemente con el experto.

2.3.2. Conceptualización

Por medio de entrevistas con el experto, con el objetivo de identificar y caracterizar el problema informalmente. El experto de campo y el ingeniero de conocimiento definen el alcance del sistema experto es decir, que problemas va a resolver concretamente el sistema experto.

2.3.3. Formalización

Se identifican los conceptos relevantes e importantes; El resultado de formalizar el diagrama de información conceptual y los elementos de sus problemas es una especificación parcial para construir para construir un prototipo de la base de conocimiento.

Procesos de traducción de:

- Conceptos claves.
- Subproblemas.
- Características del flujo de información.

Construcción de representación formales basadas en:

- Herramienta de desarrollo.
- Esquema de ingeniería del conocimiento.

2.3.4. Implementación

El ingeniero del conocimiento deberá a medida que se desarrolla el prototipo ver que el formalismo usado es el apropiado para reflejar los conceptos y el proceso de inferencia del experto. Las características de la construcción del lenguaje la estrategia usada por el experto. [MARTINEZ, 2009]. En resumen se formaliza el conocimiento obtenido del experto, se elige la organización, el lenguaje de programación [MAYDA, 2012].

2.3.5. Testeo

Se observa el comportamiento del prototipo, el funcionamiento de la base de conocimiento y la estructura de las inferencias, verificándose que el sistema experto posea eficiencia.

Además de:

- Evaluación del rendimiento del prototipo construido.
- Identificación de anomalías en base de conocimientos y mecanismos de inferencia.

2.4. Redes Bayesianas

2.4.1 Introducción

Las redes bayesianas organizan un caso problema mediante un conjunto de variables y las relaciones de dependencia entre ellas. Dado este modelo, se puede hacer inferencia bayesiana; es decir, estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Estos modelos bayesianos poseen diferentes aplicaciones para diagnóstico, clasificación y decisión que brinde información importante en cuanto a cómo se relacionan las variables, las cuales pueden ser interpretadas como relaciones de causa-efecto.

Las redes bayesianas son elaboradas basándose en un conocimiento experto desarrollando diversas técnicas para aprender a partir de ciertos datos que estructuran parámetros asociados al modelo, siendo posibles compartir conocimientos obtenidos de los datos del caso de estudio.

Las redes bayesianas son centro de investigación para el que existen diferentes propuestas de algoritmos, tanto para la realización de inferencias como para su uso en el aprendizaje. Existen distintas aplicaciones de interés para las redes bayesianas: sistematización, diagnostico, predicción y clasificación entre otras.

2.4.2 Definición de las redes bayesianas

Una *Red Bayesiana* es un modelo probabilístico que relaciona un conjunto de variables aleatorias mediante un grafo dirigido, son redes graficas sin ciclos en el que se representan variables aleatorias y las relaciones de probabilidad que existan entre ellas que permiten conseguir soluciones a problemas de decisión en casos de incertidumbre.

Una red bayesiana es una representación ilustrada de dependencias para razonamiento probabilístico, en la cual los nodos representan variables aleatorias y los arcos simbolizan relaciones de dependencia directa entre las variables.

Un ejemplo muy simple puede ayudarnos a describir el funcionamiento de una red bayesiana.

Consideremos simplemente una variable aleatoria *Z* dependiente de otras dos (factores F1 y F2).

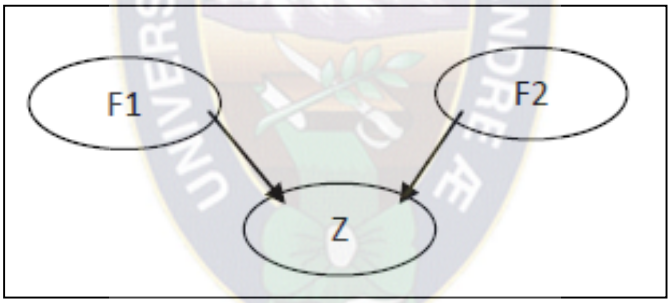


Figura 2.7. Grafo Divergente

Fuente: [Elaboración Propia]

Una red Bayesiana es una herramienta informática a la que puede crearse diferentes modelos dependiendo del caso de estudio según la concepción que tenga el diseñador y de las condiciones del comportamiento de las variables. En esta herramienta sobresale debido a que no solo permite un proceso hacia atrás (*backward*), por ejemplo como una operación financiera que ha sido realizada en términos de riesgos operacionales; sino también hacia adelante (*forward*) donde la red puede calcular las probabilidades de pérdida o de beneficio usando la regla de Bayes.

La estructura del modelo bayesiano permite capturar las relaciones de dependencia que existe entre los atributos de los datos que se estudien, describiendo la distribución de probabilidad que administra un conjunto de variables especificando los cálculos de independencia condicional junto con probabilidades condicionales. Así, las redes permiten especificar relaciones de independencia entre conjuntos de variables, lo que las convierte en una solución de independencia.

2.4.3 Tipos de redes bayesianas

El problema Principal en el momento de construir una red Bayesiana consiste en el tratamiento de variables discretas y continuas de forma simultánea, debido a las restricciones del modelo condicional que con lleva al proceso de discretización. Las redes bayesianas se pueden clasificar según en función del tipo de variables utilizadas.

2.4.3.1 Redes bayesianas continuas

Las redes bayesianas continuas son aquellas que tienen un número infinito de posibles valores. En este tipo de redes resulta complicado determinar explícitamente las probabilidades condicionadas para cada valor de las variables, así que las probabilidades condicionadas se representan mediante una función de probabilidad.

La mayoría de las variables reales son de carácter continuo como por ejemplo la variación de la temperatura. Una red Bayesiana cuyas variables sean todas continuas y estén todas representadas mediante funciones normales lineales, tiene una distribución normal multivariada. Este tipo de variables debe ser manejada mediante el proceso de discretización debido a la gran cantidad de datos que deben ser modelados por medio de selección de rangos y de este modo hacer más sencillo el proceso de discretización.

Los métodos supervisados y no supervisados corresponden a la división del proceso de discretización de las variables. En los métodos no supervisados, la variable correspondiente a la clase no es considerada por los atributos continuos y los valores son discretizados independientemente. El método más simple es dividir el rango de valores cada atributo, en intervalos, utilizando la información sobre los valores de los atributos.

Los métodos supervisados tienen en cuenta la variable clase, y los puntos de división que construye los rangos de cada atributo son elegidos según el valor de la clase.

2.4.3.2 Redes bayesianas dinámicas

Las redes Bayesianas dinámicas consienten en la exposición de procesos que contienen una variable aleatoria en cada intervalo de tiempo. El proceso que se está estudiando puede entenderse como una serie de procesos en un instante de tiempo.4

El estado de las variables se representa en un lapso de tiempo para poder representar los procesos dinámicos conocidos dentro de la red bayesiana. Las probabilidades condicionales de este modelo no cambian con el tiempo. Es decir, se repite las etapas temporales y las relaciones entre dichas etapas.

La inferencia en una red bayesiana dinámica es la misma que para una red bayesiana, y por esto se emplean los mismos métodos. Esta inferencia resulta mediante la reproducción de los intervalos de tiempo, hasta que la red sea lo suficiente larga para captar todas las observaciones.

2.4.4 Teorema de bayes

Descubierto por Thomas Bayes en 1761.El teorema de Bayes gobierna el proceso de inferencia lógica, determinando el grado de confianza que debemos tener, con varias posibles conclusiones, basadas en el cuerpo de la evidencia disponible. Esto es exactamente el proceso de razonamiento predictivo.

El teorema es ampliamente usado en la teoría de la probabilidad, según (Russell y Norving, 2003) subyace a todos los sistemas modernos de inferencia probabilística. El teorema es derivado de la fórmula de probabilidad condicional y permite establecer la probabilidad a posteriori de una variable Y, dado un conjunto de eventos X.

$$P^*(Y) = P(Y \mid X) = \frac{P(X \mid Y)P(Y)}{P(X)}$$

El conocimiento a priori puede ser combinado con los datos observados para determinar la probabilidad final de cada hipótesis. La probabilidad a priori se determina

asignando una a cada hipótesis inicialmente y considerando la distribución de probabilidad en los datos observados para cada hipótesis posible.

Un inconveniente que tiene este tipo de razonamiento es que requiere conocimiento inicial de muchas probabilidades, cuando no se conocen es preciso estimarlas, así como el posible coste computacional.

2.4.4.1 Definición de Red Bayesiana

Según (Susi, 2007) y (Castillo, 1997) una Red Bayesiana es un par (D,P) , donde Des un grafo a cíclico dirigido (GAD) tal que los nodos representan las variables del problema X=(X1,X2,...,Xn) y los arcos representan las dependencias probabilísticas, y P={ p(X1|pa(X1)),...,p(Xn|pa(Xn)) } es un conjunto de n distribuciones de probabilidad condicionada, una para cada variable, siendo pa(Xi) el conjunto de padres del nodo X en el grafo D. Donde además el cálculo de la probabilidad conjunta del problema se obtiene mediante el producto de los elementos de P, tal que:

$$P(x) = \prod_{i=1}^{n} p(x_i \mid pa(X_i))$$

Definición formal de red bayesiana

Antes de definir formalmente las redes bayesianas, vamos a definir algunos conceptos de teoría de grafos y teoría de la probabilidad:

Arco. Es un par ordenado (X, Y). Esta definición de arco corresponde a lo que en otros lugares se denomina arco dirigido. En la representación gráfica, un arco (X,Y) viene dado por una flecha desde X hasta Y.

Grafo dirigido. Es un par G = (N, A) donde N es un conjunto de nodos y a un conjunto de arcos definidos sobre los nodos.

Grafo no dirigido. Es un par G = (N,A) donde N es un conjunto de nodos y A un conjunto de arcos no orientados (es decir, pares no ordenados (X,Y)) definidos sobre los nodos.

Camino. Es una secuencia ordenada o no ordenada de nodos.

Camino dirigido. Es una secuencia ordenada de nodos.

Ciclo: Es un camino no dirigido que empieza y termina en el mismo nodo X.

Grafo a cíclico: Es un grafo que no contiene ciclos.

Padre. X es un padre de Y si y sólo si existe un arco X -->Y. Se dice también que Y es hijo de X. Al conjunto de los padres de X se representa como par (X), y al de los hijos de X por S(X).

Antepasado o ascendiente. X es un antepasado o ascendiente de Z si y sólo si existe un camino dirigido de X a Z.

Conjunto ancestral de un nodo X es un conjunto que contiene a X y a todos sus antepasados.

Descendiente. Z es un descendiente de X si y sólo si X es un antepasado de Z. Al conjunto de los descendientes de X lo denotaremos por de(X).

Variable proposicional es una variable aleatoria que toma un conjunto exhaustivo y excluyente de valores. La denotaremos con letras mayúsculas, por ejemplo X, y a un valor cualquiera de la variable con la misma letra en minúscula, x

.

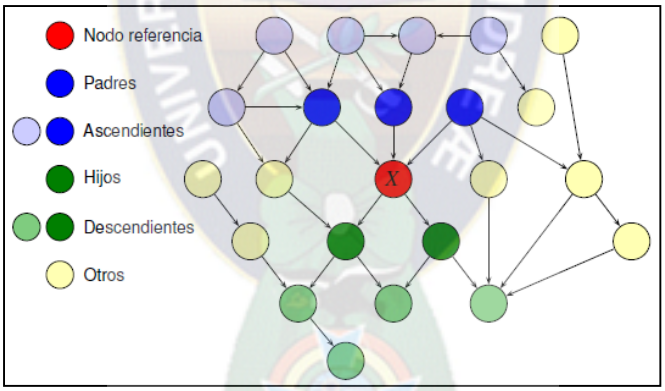


Figura 2.8. Definición de una Red Bayesiana

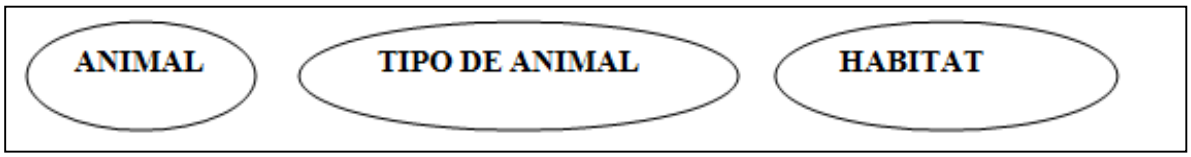
Fuente: [Karina Figueroa, 2008]

2.4.5 Dependencia/ independencia condicional

Una variable A y otra B son dice que son dependientes mutuamente, si sabe loque vale A me ayuda a conocer lo que vale B.

La dependencia entre A y B se dice que es una dependencia condicional, si A y B son dependientes.

Por ejemplo:



Si yo sé que el tipo de animal es mamífero, esta información me ayuda a adivinar que hábitat es tierra, luego tipo de animal y hábitat son dependientes mutuamente. Ahora bien, si yo sé que animal es ballena, esto me ayuda a adivinar que hábitat es agua.

En este caso saber qué tipo de animal es mamífero no nos ayuda para adivinar que hábitat es agua.

Es decir, que si yo sé el animal, la información sobre tipo de animal no me ayuda a saber el hábitat. Luego tipo de animal y hábitat no son dependientes mutuamente si yo sé el animal.

Más formalmente diremos:

Sean X, Y y Z tres variables aleatorias discretas, se dice por definición que X es condicionalmente independiente de Y dada Z, si la distribución de probabilidad que gobierna X es independiente del valor de Y conociendo el valor de Z , es decir si:

$$P(X = x \mid Y = y, Z = z) = P(X = x \mid Z = z),$$ para todo valor de x , y y z.

Por comodidad la definición anterior se escribe de la siguiente forma:

$$P(X \mid Y, Z) = P(X \mid Z).$$

Se puede ampliar esta definición al caso de varias variables aleatorias, por definición se dice que un conjunto de variables aleatorias X1, ...Xh son condicionalmente independientes de un conjunto de variables aleatorias Y1, ... Ym dado el conjunto de valores Z1, .. Zn si

$$P(X1, ...Xh \mid Y1, ... Ym , Z1, ... Zn) = P(X1, .. Xh \mid Z1, ... Zn)$$

En el clasificador bayesiano sencillo se asume que existe independencia condicional entre el atributo Ai y el atributo Aj de la misma instancia conocido el valor de la clasificación v.

2.4.6 Construcción de sistemas expertos probabilísticos

La base de conocimiento de un sistema experto probabilístico está formada por un conjunto de variables y una distribución de probabilidad conjunta sobre ellas. Tenemos dos alternativas para especificar la base de conocimiento: la primera en la cual hacemos uso de una tabla de la distribución conjunta (esta aproximación resulta inabordable incluso par problemas con un numero de variables pequeños o bien hacer uso de modelos más sofisticados que (utilizando relaciones de independencia entre variables) factorizen la distribución en funciones de tamaño menor.

En este caso, los pasos que tenemos que seguir a la hora de diseñar el sistema experto son:

Planeamiento del problema: tener una buena definición del problema es un paso crucial a la hora de obtener un buen sistema experto, ya que de ello dependen en gran medida la calidad de los resultados que obtengamos.

Consideremos el siguiente ejemplo:

Ejemplo

En una consulta médica estamos interesados en la construcción de un sistema experto que, ante un conjunto de sistemas que presenta un determinado paciente, nos ayude a determinar.

(a) Cuál es la enfermedad más probable?
(b) Que tratamiento tenemos que suministrar?

En concreto imaginemos la siguiente situación hipotética:

Tenemos dos posibles enfermedades, amigdalitis y la otra más extrema, como padecer de un cáncer de cerebro.

- Si consideramos los síntomas que pueden aparecer encontramos:
- Cuando el paciente presenta amigdalitis los síntomas que aparecen son dolor de cabeza y fiebre.

- Si el paciente tiene cáncer en el cerebro, no aparecen los síntomas hasta que no se ha producido una metástasis de las células cancerosas. En este caso, los síntomas son dolor de cabeza y mareas
- Por otro lado consideramos los tratamientos de las enfermedades tenemos que:
- Si un paciente tiene amigdalitis, entonces se propone un tratamiento en base a penicilina (TA) con un costo bajo. Sin embargo, si este tratamiento es proporcionado a un paciente alérgico a la penicilina podemos provocarle fuertes reacciones. Es este caso, se prefiere aplicar un segundo tratamiento, (TB), más costosos, pero que no le es perjudicial.
- Por otro lado, si un paciente padece de cáncer, tenemos que el tratamiento TA carece de eficacia, siendo el tratamiento TB el más aconsejable.

2.4.6.1 Selección de variables

Consiste en seleccionar el conjunto de variables que son relevantes para tener una buena definición del problema (esta tarea debe ser realizado por los expertos en el problema a analizar).

2.4.6.2 Adquisición de la información cualitativa

Si disponemos de un experto le pediremos que muestre las relaciones de relevancia entre las variables que definen el problema. En este proceso es importante que el experto también determine las acciones de independencia de variables. Es de gran utilidad en esta etapa el apoyarse en modelos gráficos ya que permiten de forma explícita mostrar las relaciones de relevancia entre las variables.

Cuando no disponemos de un experto para diseñar la estructura de dependencia, podemos utilizar técnicas que, partiendo de una base de ejemplos, permiten construir de forma automática la red.

Ejemplo: Para nuestro problema, el experto nos puede dar la siguiente red:

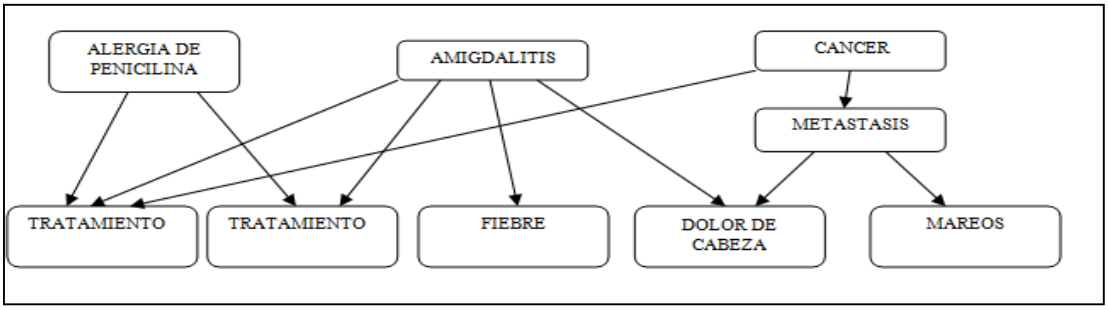


Figura 2.9. Ejemplo de una red bayesiana cualitativa

Fuente: [Elaboración propia]

2.4.6.3 Adquisición de la información cuantitativa

Este último paso consiste en asignarle valores a las distribuciones de probabilidad conjunta que tenemos que almacenar en cada nodo en la red. En los últimos dos pasos es muy conveniente que el experto puede colaborar con especialistas en Estadística, por ejemplo para nuestro problema, supongamos que tenemos las siguientes distribuciones de probabilidad condicionadas.

C	P(C)
c	0.05
c1	0.95

G	P(G)
g	0.35
g1	0.65

A	P(A)
a	0.25
a1	0.75

M	P(M/C)	
C	c	C
m	0.7	0.01
M1	0.3	0.99

Mr	P(Mr/M)	
M	c	C
mr	0.9	0.09
mr1	0.1	0.91

F	P(F/G)	
G	g	g
f	0.95	0.15
f1	0.05	0.85

D	P(D/G,M)			
G	g		g1	
M	m	m1	m	m1
d	0.99	0.7	0.85	0.15
d1	0.01	0.3	0.15	0.85

TA	P(TA/G,A)			
G	G		g1	
A	a	a1	a	a1
ta	0.01	0.99	0.01	0.2
ta1	0.99	0.01	0.99	0.8

TB	P(TB/C,G,A)							
C	c				c1			
G	g		g1		G		g1	
A	a	a1	a	a1	a	a1	a	a1
tb	0.99	0.95	0.98	0.95	0.9	0.01	0.01	0.01
tb1	0.01	0.05	0.02	0.05	0.1	0.99	0.99	0.99

Figura 2.10. Ejemplo de una red bayesiana cuantitativa

Fuente: [Elaboración propia]

Para este ejemplo, si quisiéramos presentar la tabla completa de la distribución conjunta necesitaremos de 512 valores, mucho mayor que los 25 que realmente hemos tenido que proporcionar.

2.4.7 Inferencia Bayesiana

La incertidumbre es natural en el proceso de razonamiento donde se pueden establecer reglas para inferir de manera deductiva una proposición determinada que puede ser verdadera o falsa, según sea el límite de esta estimación. Dentro de los métodos de razonamiento se encuentran los *Modelos Bayesianos*, que simulan diferentes condiciones de incertidumbre cuando no se conoce si es verdadera o falsa la hipótesis enunciada en un rango de variación.

Todos los modelos bayesianos tienen en común la asignación de la probabilidad como medida de creencia de una hipótesis, así es que, la inferencia es un proceso de reajuste de medidas de creencia al conocerse nuevos axiomas.

Cuando se utilizan evidencias y observaciones para establecer que una suposición sea cierta, es lo que se denomina como Inferencia Bayesiana. La inferencia bayesiana observa la evidencia y calcula un valor estimado según el grado de creencia planteado en la hipótesis. Esto implica que al tener mayor cantidad de datos disponibles se podrá obtener resultados más satisfactorios.

La ventaja fundamental del uso de la inferencia bayesiana radica en la utilidad que se le da para la toma de decisiones, actualmente su uso es frecuente porque se obtienen resultados más acertados en el contexto de parámetros desconocidos.2

Debido a que la inferencia bayesiana está fundada en un método basado en datos históricos, puede captar las situaciones en que la dinámica del mercado muestre una firme estrategia de cambios importantes, lo cual proporciona un buen indicador de las condiciones futuras del mercado.

Aplicando la inferencia Bayesiana es posible identificar distintos tipos de patrones administrativos. Además, se puede investigar acerca de los efectos y las condiciones del mercado por medio de la estimación de un modelo probabilístico.

También se puede estudiar y analizar las deficiencias futuras de las actividades operacionales de una empresa, con la aplicación del método de inferencia bayesiana, el cual no deberá basarse sólo en datos históricos, sino que se debe incluir el análisis de los diferentes escenarios para poder predecir un comportamiento futuro y la gravedad del riesgo; esto con el fin de mejorar las políticas de gestión de riesgos.

Modo de inferencia

El proceso de inferencia será basado en el algoritmo de paso de mensajes de Kim y Pearl (Kim y Pearl, 1983), explicado también en (Korb y Nicholson, 2004), el cual, es similar al de inferencia por enumeración, sin embargo considera la comunicación bidireccional, es decir de padres a hijos y viceversa, lo que permite establecer razonamiento de diagnóstico como de predicción. Por otro lado, el algoritmo almacena valores parciales en base a los mensajes phi y lambda, recibidos de los nodos padres e hijos respectivamente (Korb y Nicholson, 2004). Esto permite tener un pre-cálculo de probabilidades que ahorra tiempo para la siguiente vez.

A continuación describiremos los valores usados en el algoritmo de inferencia, considerando que un nodo actual X tiene un conjunto de padres U y un conjunto de hijos Y.

Probabilidad lambda

Es el valor que se usa para realizar un diagnóstico. Se obtiene a través de la contribución de cada enlace saliente del nodo actual, es decir por el conjunto de nodos hijos.

$$\lambda_{Y_i}(X) = P(E_{Y_i/X} \mid X)$$

Probabilidad phi

Es el valor que da soporte a la inferencia predictiva, y es la contribución de cada enlace entrante a X, es decir, los padres de X.

$$\pi_X(U_i) = P(U_i \mid E_{U_i/X})$$

Mensaje lambda

El nodo actual X calcula nuevos mensajes para enviarlos a cada uno de sus padres. En este caso la propagación del mensaje se realiza de abajo hacia arriba.

$$\lambda_X(u_i) = \lambda(x_i) \sum_{u_k \neq u_i} P(x_i \mid u_1, \ldots, u_n) \prod_{k \neq i} \pi_X(u_k)$$

Mensaje phi

El nodo X calcula los nuevos mensajes para enviarlos a sus hijos, como se muestra en la figura 8. Esto mantiene actualizado a sus nodos padres con respecto a la propagación de evidencia vía X.

$$\pi_{Y_j}(x_i) = \begin{cases} 1 & \textit{if evidence value } x_i \textit{ is entered} \\ 0 & \textit{if evidence is for another value } x_j \\ \alpha[\prod_{k \neq j} \lambda_{Y_k}(x_i)] \sum_{u_1, \ldots, u_n} P(x_i | u_1, \ldots, u_n) \prod_i \pi_X(u_i) \\ = \frac{\alpha Bel(x_i)}{\lambda_{Y_j}(x_i)} \end{cases}$$

2.4.8 Aplicaciones de Redes Bayesianas

La utilización de las redes bayesianas ha sido muy difundida en diferentes campos como en la manipulación de sistemas expertos en la medicina, en la depuración de programas de inteligencia artificial, en la genética, en procesos de producción; todos estos enfocados a la solución de problemas y en la identificación de probabilidades que disminuyan riesgo, como es el uso primordial que se le da en la rama financiera. El uso que se le da a la redes bayesiana en el estudio y tratamiento de datos, consiste básicamente con mejorar el esquema de prevención de riesgo operacional; tal que sirva como sistema de ayuda a la toma de decisiones en una situación de emergencia y realizar mejoras en las estrategias de operacionales.

Las redes bayesianas como herramienta de gestión de riesgo son de suma importancia para el gremio financiero debido a sus grandes aportes en la definición de condiciones probabilísticas de inferencia, con un amplio manejo de variables.

Las redes bayesianas son utilizadas para representar el conocimiento en métodos de razonamiento, explotación de información, análisis de los deudores del sistema

financiero y predicción de ventas; basados en la teoría de la probabilidad, tal que se pueda predecir el valor de las variables no observadas y explicar los resultados arrojados de las variables observadas. El uso de las redes bayesianas permiten aprender sobre relaciones de dependencia y combinar conocimiento con nuevos datos.

Teorema de Bayes

En la práctica, se utiliza para conocer la probabilidad a posteriori de cierta variable de interés dado un conjunto de hallazgos (ya no es condicional)

Hallazgos: determinación del valor de una variable, a partir de un dato (un observación, una medida)

Evidencia: conjunto de todos los hallazgos disponibles en un determinado momento.

Probabilidad a priori: es la probabilidad de un variable o subconjunto de variables cuando no hay ningún hallazgo. Coincide con la probabilidad marginal p(x).

Probabilidad a posteriori: es la probabilidad de una variable o subconjunto de variables dad la evidencia e. Se trata de la probabilidad condicional p(xle).

2.5 Trastornos del espectro autista

Los **TEA** se define como un conjunto de trastornos complejos del desarrollo neurológico, caracterizado por dificultades en las relaciones o interacciones sociales, alteraciones de la capacidad de comunicación, sentidos sensoriales y patrones de conducta estereotipados, restringidos y repetitivos.

Son considerados trastornos neuropsiquiátricos que presentan una gran variedad de manifestaciones clínicas y causas orgánicas que 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.

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.

2.5.1..Clasificación

Las TEA presentan manifestaciones diversas donde encontramos desde niños totalmente aislados, sin relación interaccionar con las personas, con una tendencia a la repetición de actividades motoras y con una falta completa del desarrollo del lenguaje y comunicación alternativa, hasta niños con un lenguaje muy desarrollado, casi sin alteraciones aparentes y con niveles cognitivos que le permite su permanencia siempre con algún apoyo en la escuela de nivel regular y en algunos casos, con habilidades a nivel de inteligencia que pueden superar la media normal en un área específica del desarrollo.

Esta distinción no se refiere a aspectos específicamente diagnósticos, ni persigue fines de etiquetamiento sino que permite una evaluación adecuada para determinar en qué punto del lenguaje, social, cognitivo, académico y otras áreas específicas (analiza 12 áreas), el niño quedo detenido en su desarrollo.

Una descripción general de esos distintos grados es la siguiente.

<u>Trastorno Autista</u>

Se refiere al grado más profundo del trastorno, conocido como el Trastorno de Leo Kanner, quien describió el trastorno por primera vez, en 1941, dándole el nombre de Autismo Infantil Precoz.

Algunas de sus características son:

- Evita mirar a los ojos.
- Falta del Desarrollo del lenguaje.
- Tendencia al aislamiento.
- Movimientos repetitivos recurrentes
- Ausencia de comunicación Alternativa
- Aislamiento.

Autismo Regresivo

Se refiere a una de las formas más características en que hoy se presenta el Trastorno Autista. Se piensa como el prototipo de la forma más característica que se manifiesta en la actualidad y se denomina Regresivo por la pérdida de capacidades adquiridas

No se presenta tan asiduamente como hace algunas décadas, el autismo profundo sino que se manifiesta un tipo particular del espectro autista donde hay un desarrollo, en algunos casos, aparentemente normal y en otros un desarrollo normal hasta aproximadamente los 18 meses, en algunos casos el desarrollo puede ser normal hasta el año, 15 meses y luego aparece una pérdida de las capacidades que el niño había adquirido, a saber:

- Pérdida y evitación del Contacto Ocular
- Pérdida del lenguaje
- Perdida del Juego y la Interacción Social
- Pérdida de la Comunicación
- Aislamiento progresivo
- Aparecen conductas repetitivas

Autismo de Alto Funcionamiento

Este es un tipo particular de manifestación del Trastorno del Espectro Autista donde sus primeras manifestaciones suelen ser confundidas con Déficit de Atención o trastornos de otro tipo, ya que no se presentan las manifestaciones agudas del trastorno desde el inicio.

Hay lenguaje desarrollado y procesos cognitivos integrados que le pueden permitir en algunos casos, una permanencia en la Escuela Regular sin que se haya descubierto o sin que se hayan manifestado todas las características en el comportamiento.

Se percibe una dificultad para relacionarse con sus iguales y una serie de comportamientos e intereses rutinarios que progresivamente se van transformando hacia características que la mayoría suele sostener como del tipo obsesivas.

Sus principales características son:

- Lenguaje aparentemente normal
- Torpeza motora generalizada
- Aprendizaje casi normal
- Ideas obsesivas
- Conductas rutinarias
- Gran capacidad de memoria
- Rigidez mental
- Falta o dificultades para expresar emociones

Síndrome de Asperger

Las personas que padecen del SA pasan desapercibidas entre la gente. Solo en su entorno se nota que son "raros", se aíslan, hablan siempre de sus intereses, son fríos y a veces dicen cosas muy duras sin parecer que les afecte en nada.

Algunas de sus características:

- Lenguaje aparentemente normal
- Aprendizaje normal con dificultades de Atención
- Falta o Dificultad para expresar y entender las emociones
- Son rutinarios, solitarios y tienen ideas de tipo obsesivas.
- Pueden ser muy inteligentes (más que la media normal) en un área del desarrollo.
- Son Literales
- Torpeza Motora generalizada

Esta diferenciación permite establecer una evaluación cognitiva adecuada desde el punto de las habilidades básicas del sujeto, de sus potenciales y de sus déficits y permite también establecer un seguimiento progresivo y controlado en su evolución.

2.5.1 Causas

Con frecuencia las causas del autismo son desconocidas, aunque en muchos casos se sospecha que se debe a cambios o mutaciones en los genes, no todos los genes

involucrados en el desarrollo de esta enfermedad han sido identificados. Las investigaciones científicas han relacionado la aparición del autismo en el niño con las siguientes causas:

- **Agentes genéticos como causa del autismo:** se ha demostrado que en el trastorno autista existe una cierta carga genética. En estudios clínicos desarrollados con mellizos, se ha observado que cuando se detecta el trastorno en uno de los hermanos, existe un alto porcentaje (en torno a un 90%) de probabilidades de que el otro hermano también lo desarrolle. Si el estudio se ha llevado a cabo en el ámbito familiar, las estadísticas muestran que existe un 5% de probabilidades de aparición en el neonato en el caso de que tenga un hermano con el trastorno, que es una probabilidad bastante superior a la que tendría en el caso de que no existieran antecedentes documentados en su familia. Estos datos indican claramente una carga genética ligada al trastorno autista. Las investigaciones tienen por objeto determinar los genes involucrados en la aparición del trastorno, y ya han establecido la relación directa entre la inhibición del gen de la neuroligina NL1 y el desarrollo de autismo, aunque se sabe que hay más genes implicados.
- **Agentes neurológicos como causa del autismo:** se han constatado alteraciones neurológicas, principalmente en las áreas que coordinan el aprendizaje y la conducta, en aquellos pacientes diagnosticados de trastornos del espectro autista.
- **Agentes bioquímicos como causa del autismo:** se han podido determinar alteraciones en los niveles de ciertos neurotransmisores, principalmente serotonina y triptófano.
- **Agentes infecciosos y ambientales como causa del autismo:** determinadas infecciones o exposición a ciertas sustancias durante el embarazo pueden provocar malformaciones y alteraciones del desarrollo neuronal del feto que, en el momento del nacimiento, pueden manifestarse con diversas alteraciones como, por ejemplo, trastornos del espectro autista.

2.5.2 Síntomas

La mayoría de los padres de niños con TEA sospechan que algo no está bien cuando el niño tiene 6 meses y buscan ayuda hacia los 2 años de edad. Los niños con TEA se caracterizan por presentar problemas en:

- Juegos actuados
- Interacciones sociales
- Comunicación verbal y no verbal

Algunos niños parecen normales antes del primer o segundo año de vida y luego presentan una regresión súbita y pierden las habilidades del lenguaje o sociales que habían adquirido con anterioridad.

Los síntomas pueden variar de moderados a graves.

Una persona con autismo puede:

- Ser extremadamente sensible en cuanto a la vista, el oído, el tacto, el olfato o el gusto (por ejemplo, puede negarse a vestir ropa "que da picazón" y se angustia si se lo obliga a usarla).
- Experimentar angustia inusual cuando le cambian las rutinas.
- Efectuar movimientos corporales repetitivos.
- Mostrar apegos inusuales a objetos.

Los problemas de comunicación pueden abarcar:

- Es incapaz de iniciar o mantener una conversación social.
- Se comunica con gestos en vez de palabras.
- Desarrolla el lenguaje lentamente o no lo desarrolla en absoluto.
- No ajusta la mirada para observar objetos que otros están mirando.
- No se refiere a sí mismo correctamente (por ejemplo, dice: "Quieres agua", cuando en realidad quiere decir: "Quiero agua").

- No señala para dirigir la atención de otras personas hacia objetos (ocurre en los primeros 14 meses de vida).
- Repite palabras o memoriza pasajes, como comerciales.

Interacción social:

- No hace amigos.
- No participa en juegos interactivos.
- Es retraído.
- Es posible que responda al contacto visual o a las sonrisas o puede evitar el contacto visual.
- Puede tratar a otros como si fueran objetos.
- Prefiere pasar el tiempo solo y no con otros.
- Muestra falta de empatía.

Respuesta a la información sensorial:

- No se sobresalta ante los ruidos fuertes.
- Presenta aumento o disminución en los sentidos de la visión, el oído, el tacto, el olfato o el gusto.
- Los ruidos normales le pueden parecer dolorosos y se lleva las manos a los oídos.
- Puede evitar el contacto físico porque es muy estimulante o abrumador.
- Frota superficies, se lleva objetos a la boca o los lame.
- Parece tener un aumento o disminución en la respuesta al dolor.

Juego:

- No imita las acciones de otras personas.
- Prefiere el juego ritualista o solitario.
- Muestra poco juego imaginativo o actuado.
-

Comportamientos:

- Actúa con ataques de cólera intensos.
- Se dedica a un solo tema o tarea.
- Tiene un período de atención breve.
- Tiene intereses muy restringidos.
- Es hiperactivo o demasiado pasivo.
- Muestra agresión a otras personas o a sí mismo.
- Muestra gran necesidad por la monotonía.
- Utiliza movimientos corporales repetitivos.

2.5.3 Diagnóstico

Los **trastornos del espectro autista** pueden variar ampliamente en los síntomas manifestados y en la gravedad de estos, pudiendo pasar completamente desapercibido en el caso de que los síntomas sean muy leves, o se encuentren enmascarados por otras patologías más graves o con sintomatología más marcada.

Aunque el **diagnóstico del autismo** siempre debe ser realizado por un equipo multidisciplinar (neurólogo, psicólogo, psiquiatra, terapeuta del lenguaje y, en ocasiones, otros profesionales especialistas en este tipo de trastornos), existen ciertos síntomas que pueden hacer sospechar de la presencia de este trastorno. Estos síntomas son:

Síntomas del autismo en el primer año (lactante)

- El bebé muestra escaso interés por el entorno.
- Es capaz de permanecer un tiempo prolongado en la cuna sin requerir atención.
- Ausencia de respuesta al abrazo de la madre.
- Al cabo de cuatro meses de vida no muestra sonrisa social.
- Pueden existir muestras de alegría no justificadas en casi ninguno de los casos de tipo social.
- No muestra interés ni respuesta ante el rostro materno.

- No es capaz de diferenciar a los familiares.
- Ausencia de interés social.
- Indiferente al juego y carantoñas.
- Llanto no justificado de tiempo prolongado.
- Ausencia de respuesta ante la verbalización de su nombre.

Segundo y terceraño

- Ausencia de respuestas emocionales hacia los familiares más cercanos (padres, abuelos, hermanos, etc).
- Ausencia total o falta muy intensa de comunicación verbal.
- Ausencia total o falta muy marcada de contacto visual.
- Desarrollo de movimientos repetitivos estereotipados (automecerse, golpearse la cabeza, aletear las manos).
- Carencia de respuesta dolorosa.
- Temor ante los ruidos.
- Llanto no controlable sin agente causal aparente.
- Ausencia de juego con objetos.
- Retraso en la adquisición de hábitos de higiene personal.
- Control de esfínteres ausente o deficiente.

Síntomas del autismo en la niñez

- Mismos rasgos distintivos que en etapas anteriores, pero tienden a acentuarse en lugar de atenuarse, como en el resto de los niños.
- No son capaces de vestirse solos correctamente sin supervisión externa.
- No se relacionan con otros niños y no tienden al juego social ni imaginativo, prefiriendo la soledad.
- Tendencia compulsiva al orden de los objetos (alineación de las cosas). Por lo general, el niño suele mostrar patrones de interés anormales en intensidad y enfoque, y son muy restringidos (muestra interés anormal y excesivo por un abanico escaso de cosas).

- Comunicación de vivencias y autoexperiencias bajo o inexistente.
- La comunicación verbal es escasa y defectuosa. En muchos casos de tipo repetitivo e inusual.
- Aparición de arrebatos contra sí mismo o contra el entorno, sin aparente agente causal, y de intensidad elevada.

Síntomas del autismo en la adolescencia-adultez

- En esta etapa los síntomas son similares a los del retraso mental, ya que dependen de factores como:
- **Lenguaje:** presentan dificultades para expresar necesidades, lo que puede ocasionar frustración y otras alteraciones emocionales.
- **Hábitos de autoayuda:** el sujeto tiende hacia la independencia en labores en las que suele precisar ayuda externa para su correcta ejecución, tales como higiene personal, alimentación, vestimenta. Solo a través del entrenamiento precoz el sujeto podrá lograr esa independencia de ejecución.

El diagnóstico del trastorno autista se compone de distintas pruebas cognitivas y de lenguaje, así como una evaluación neurológica detallada. El objetivo de estas pruebas, además del propio diagnóstico de la enfermedad, es descartar que se trate de otras patologías, como los trastornos de audición o la esquizofrenia (aunque las personas con esquizofrenia pueden mostrar determinadas conductas de carácter similar al autismo, por lo general sus síntomas no suelen manifestarse hasta el final de la adolescencia o el comienzo de la edad adulta, y suelen presentar alteraciones de percepción como alucinaciones y delirios, inexistentes en las personas con trastornos del espectro autista).

En función del grado de afectación y las habilidades comprometidas, los sujetos son diagnosticados de un tipo u otro de alteración del espectro autista. Así, los niños con síntomas autistas pero con habilidades de lenguaje bien estructuradas y desarrolladas, suelen ser diagnosticados de “Síndrome de Asperger”, mientras que si reúnen un conjunto marcado de síntomas de carácter autista, pero no los suficientes para

conformar autismo clásico, se suele realizar un diagnóstico de “Trastorno generalizado del desarrollo no especificado”.

2.5.4 Tratamiento

En este momento, no existe cura para el TEA. La intervención temprana, apropiada e intensiva mejora en gran medida el pronóstico de la mayoría de los niños pequeños con TEA. La mayoría de los programas se basan en los intereses del niño en un programa de actividades constructivas altamente estructurado.

El mejor plan de tratamiento puede utilizar una combinación de técnicas que abarcan:

- Análisis del comportamiento aplicado.
- Medicamentos
- Terapia ocupacional
- Fisioterapia
- Terapia del lenguaje y del habla

Pero el tratamiento más necesario para un niño con TEA es el del Aprendizaje, por lo que es más recomendable usar tratamientos con métodos de aprendizajes repetitivos.

Análisis del comportamiento aplicado (aba)

Este programa es para niños pequeños. Puede ser efectivo en algunos casos. ABA utiliza enseñanza uno a uno que refuerza la práctica de diversas destrezas. El objetivo es acercar al niño a un funcionamiento del desarrollo normal.

Los programas de ABA por lo regular se realizan en la casa del niño, bajo la supervisión de un psicólogo del comportamiento. Estos programas pueden ser muy costosos y no han sido adoptados ampliamente por los sistemas escolares. Los padres a menudo deben buscar fondos y conseguir personal a partir de otros recursos, lo cual puede ser difícil de encontrar en muchas comunidades.

Teacch

Otro programa es denominado Tratamiento y Educación de Niños Autistas y con Impedimentos Relacionados con la Comunicación. Este programa fue desarrollado en todo el estado de Carolina del Norte. Éste utiliza un esquema de figuras y otras indicaciones visuales que permiten al niño trabajar en forma independiente, al igual que organizar y estructurar sus ambientes.

Medicamentos

No existe ningún medicamento para tratar el TEA en sí mismo; sin embargo, con frecuencia se utilizan medicamentos para tratar problemas emocionales o de comportamiento que puedan tener las personas con TEA, como:

- Agresión
- Ansiedad
- Problemas de atención
- Compulsiones extremas que el niño no puede parar
- Hiperactividad
- Impulsividad
- Irritabilidad
- Cambios en el estado anímico
- Explosiones de ira o cólera
- Dificultad para dormir
- Rabietas

Dieta

Algunos niños con TEA parecen responder a una dieta libre de gluten o caseína. El gluten se encuentra en alimentos que contienen trigo, centeno y cebada. La caseína se encuentra en la leche, el queso y otros productos lácteos. No todos los expertos están de acuerdo en que los cambios en la dieta harán la diferencia y no todos los estudios de este método han mostrado resultados positivos.

Si está pensando en estos o en otros cambios en la dieta, hable con un médico especializado en el aparato digestivo (gastroenterólogo) y con un dietista certificado. Usted debe asegurarse de que su hijo esté recibiendo igualmente las calorías y los nutrientes suficientes, al igual que una dieta balanceada.

CAPITULO III MARCO APLICATIVO

3.1 Introducción

Este capítulo presenta el diseño del Sistema Experto, se describe el desarrolla de la metodología Buchanan y también en la formalización de la información para la construcción de la base de conocimiento y su aplicación con la ayuda de Redes Bayesianas. El sistema experto planteara variables lingüísticas y también variables probabilísticas, con la ayuda de las Redes Bayesianas que será la parte principal para la base de conocimiento y las reglas para el motor de inferencia.

3.2 Implementación de la metodología Buchanan

Se utilizara la metodología Buchanan:

Tabla 3.1. Metodología Buchanan

Fuente: [Elaboración Propia]

Los componentes del sistema experto son los siguientes criterios

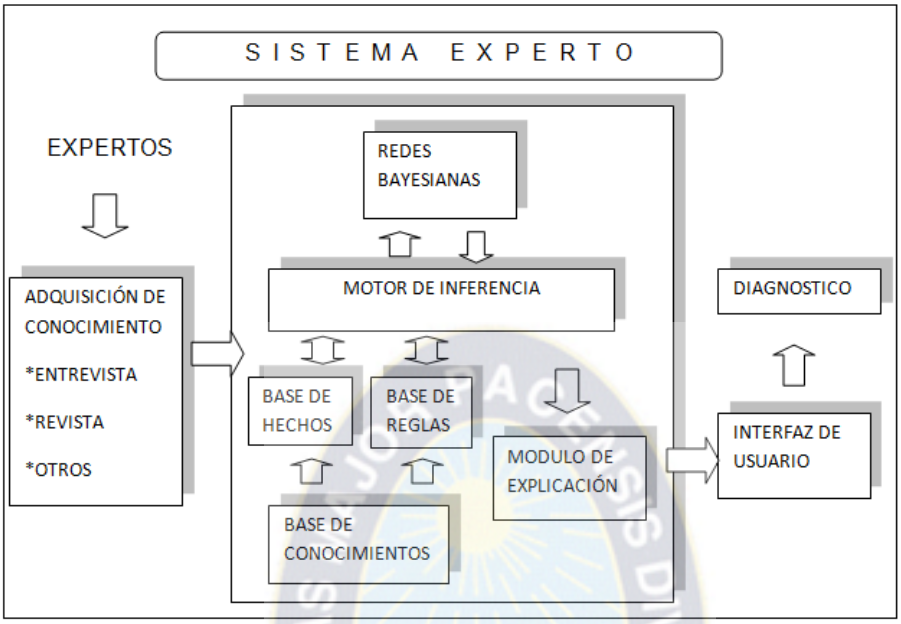


Figura 3.1. Componentes para el desarrollo del Sistema Experto
Fuente: [Paco, 2012]

Proceso de desarrollo del sistema experto

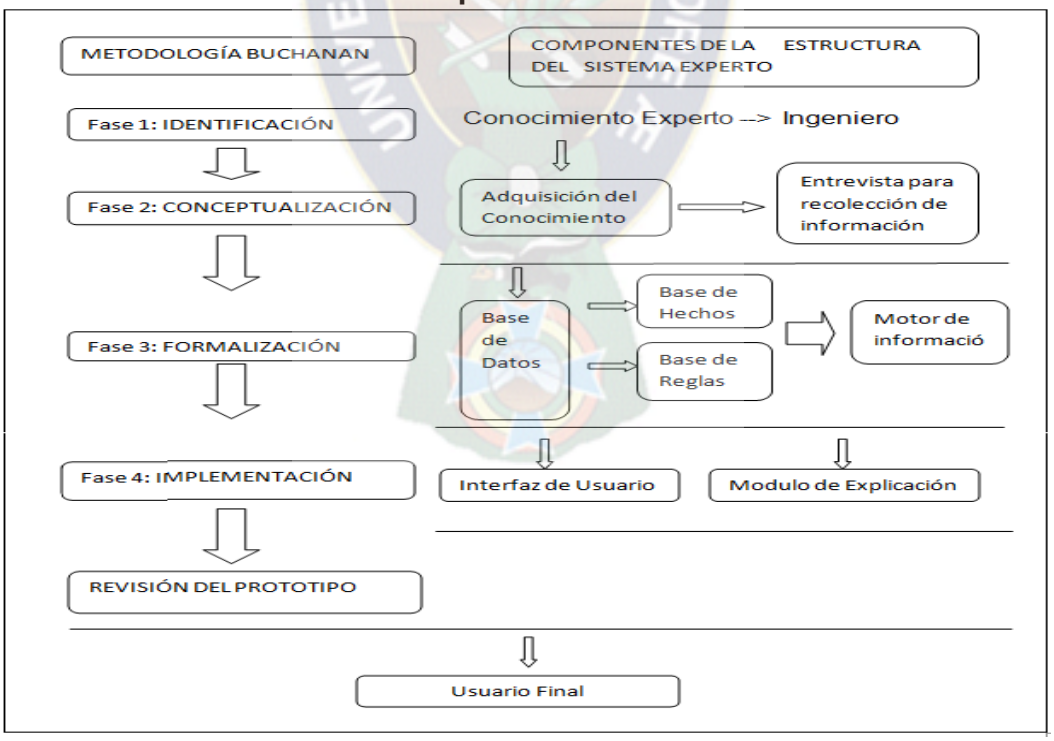


Figura 3.2. Proceso de desarrollo del Sistema Experto
Fuente: [Samper, 2004]

3.2.1 Identificación

El proceso de identificación abarca los siguientes procesos:

a) Identificar los diferentes trastornos del espectro autista, y recolectar información de sus características y sus diferencias.
b) Lectura de libros o artículos, entrevistas o charlas con las personas familiarizadas con el tema
c) Identifican los participantes, y roles, recursos, fuentes de conocimiento y los objetos y metas
d) Encontrar los participantes expertos como ingenieros de conocimientos, usuarios.
e) Entrevistar a los expertos en el tema (psicopedagogo, educadora especial, pediatra neurólogo).

El proceso a) y se realizó en la realización en el capítulo II del proyecto, y recolectaremos más información por medio de la entrevista ya que nos brindara experiencia por los expertos.

En síntesis desarrollaremos el sistema experto, identificando conjuntos que intervienen, cargando los conocimientos a la base de datos, calculando las probabilidades conocidas y condicionales, evaluando el prototipo.

En esta fase primera, se visualiza las tareas que son la identificación del problema y la definición de los objetivos del sistema a desarrollar y la determinación de los alcances, las limitaciones y costo, además del tiempo y la tecnología disponible para la adecuación y estructuración del sistema experto mediante los conocimientos, estudios y experiencia que ostenta.

3.2.1.1 Plan de requisitos

Es muy importante contar con una herramienta práctica para consultar y/o disipar dudas y al mismo tiempo obtener posibles soluciones como un tratamiento necesario y oportuno para niños y niñas menores de 3 años.

Para lo consecuente realizamos una requisa de trabajos para realizar para el SE.

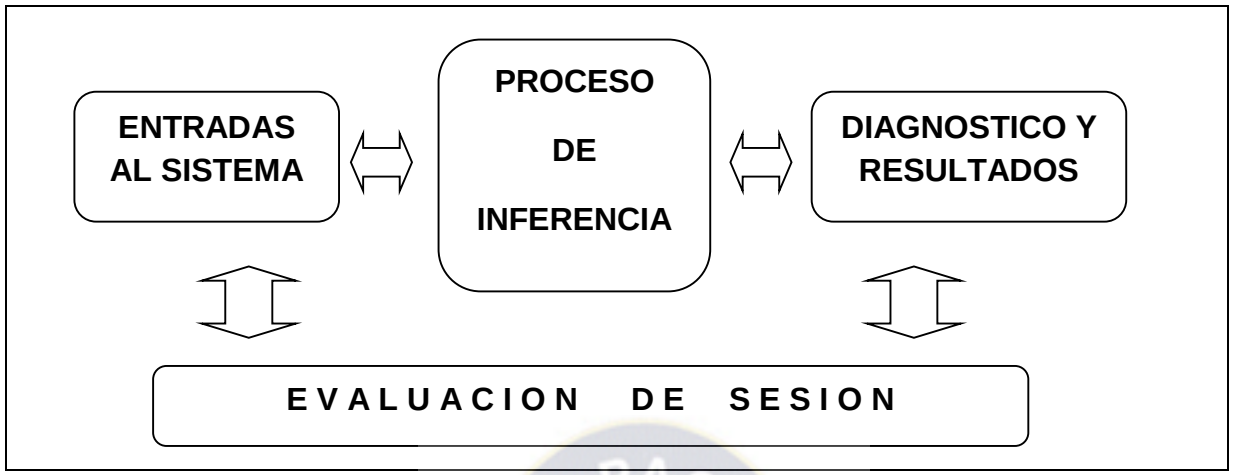


Figura 3.4. Requisitos mínimos para realizar el SE

Fuente: [Elaboración Propia]

a) **Entradas al sistema**

Contiene los datos de entrada al sistema para el diagnóstico del problema de diagnosticar algún TEA con el objeto de poder justificar los pasos necesarios para inferir el resultado.

b) **Proceso de Inferencia**

El conocimiento inicial se genera a partir de los hechos representados, que al ser manipulados por los procesos de inferencia generan una respuesta, la inferencia se realiza por"pareamiento de patrones", o la activación de las reglas de las bases de conocimientos y es determinada por las reglas almacenados en la base de hechos

c) **Diagnostico y resultados (Salidas)**

Encontrar los resultados que generan la salida inferida, describe la solución al problema. En función de los hechos y reglas difusas se seducen distintos valores de salida.

d) **Evaluación de la sesión**

Se obtiene resultados referidos a las variables de entrada a ser utilizadas en el SE así como la clasificación según su incidencia en el tipo de TEA, se establecieron las salidas que debe proporcionar el SE como resultado del

proceso de inferencia adecuado a la heurística usada por los expertos y recomendad en la bibliografía encontrada.

3.2.1.2 Evaluación y selección del problema

Se procederá a la evaluación una vez realizada la selección del problema, para lo cual es importante la búsqueda del experto humano o institucional con el conocimiento del problema y el tratamiento, así también la definición de cuáles son las funciones o tareas más idóneas [ara ser realizadas por el sistema experto.

Los componentes que intervienen en el desarrollo del sistema experto que se propone son los siguientes:

a) **El experto institucional**: poseen los conocimientos especializados y la experiencia para orientar el sistema experto, en este caso libros de diagnóstico y tratamiento de este tipo de trastornos.
b) **El ingeniero de conocimientos** (ejecutor del presente trabajo), que plantea las preguntas a los expertos, estructura los conocimientos y los implementa en base de datos.
c) **El usuario final** (padres de familias, tutores, centro de especialidad sobre este ti de trastornos), que aporta sus problemas, ideas, determinando de esta manera el escenario de aplicación del sistema experto.

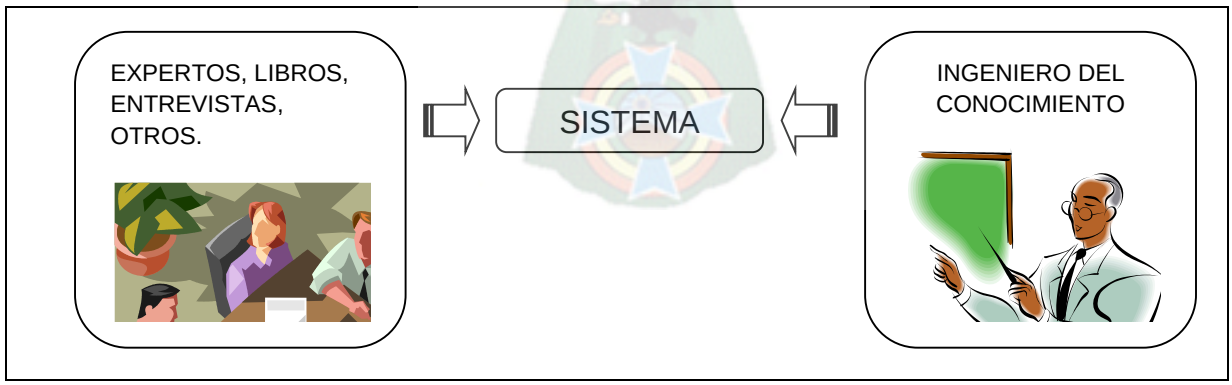


Figura 3.5. Colaboradores del Sistema Experto

Fuente: [Elaboración Propia]

3.2.1.3 Obtención de información con la reunión con los expertos

Para establecer las necesidades de los usuarios se realizó conversación con los expertos, que tienen experiencia en el trato de niños que presenten algún tipo de trastorno.

Se estudió toda la documentación disponible y se recopilo información mediante entrevistas a los expertos, libros realizado por padres de niños con trastornos.

Obtención de información mediante entrevista

Entrevista al experto

Experto: Educadora especial

3.2.2 Conceptualización

Constituye la segunda etapa de la segunda fase de la Metodología Buchanan, la cual consiste en el entendimiento del dominio del problema y de la terminología usada, como así también la modelización de la tarea que lleva a cabo del experto a la hora de resolver el problema.

Esta etapa permite un marco inicial o mapa mental de los diferentes conocimientos del dominio que el experto utiliza durante la realización de su tarea.

Una vez que ha sido identificado el dominio, el siguiente paso consiste en estructurar los conocimientos para modelar el comportamiento del experto en la solución del problema que son de su competencia en este caso el diagnóstico y tratamiento de TEA.

La conceptualización conlleva un proceso de estructuración de los conocimientos adquiridos y se desarrolla en una etapa que corresponda con una actividad de análisis y la de un trabajo de síntesis.

En el proceso de investigación profunda se ha tratado de obtener una visión de muy bajo nivel del dominio

Proceso de diagnóstico de TEA que desempeñan los expertos.

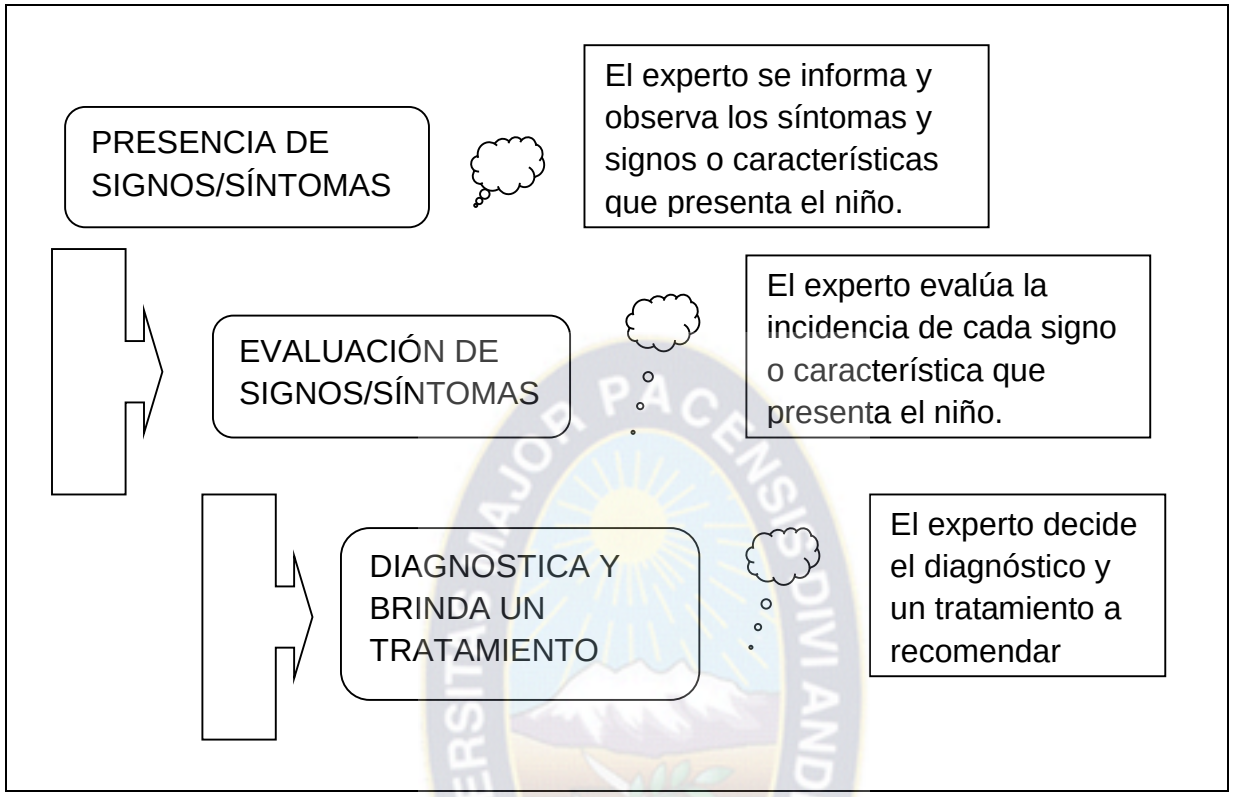


Figura 3.6 Visión de la estructura a bajo nivel del sistema experto

Fuente: [Elaboración propia]

Modelo de la construcción de la red bayesiana

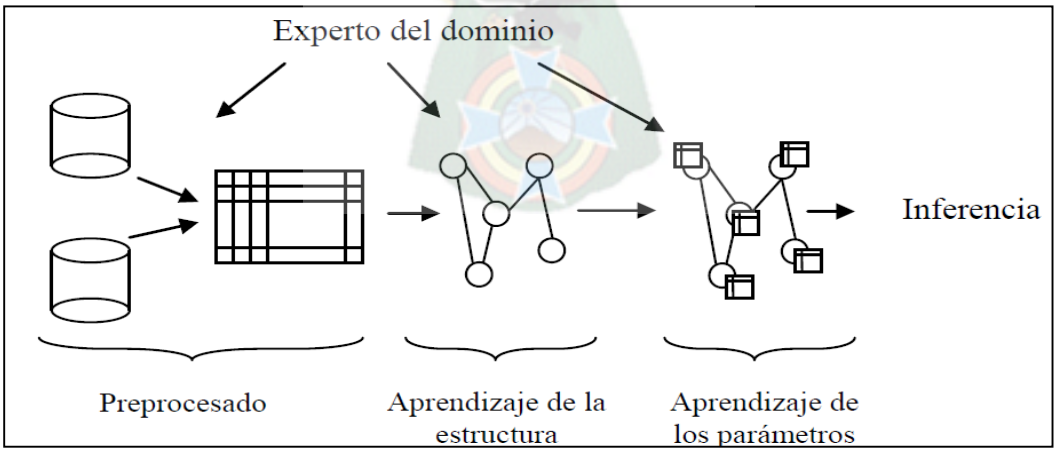


Figura 3.7 Modelo de la construcción de la red bayesiana

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.2.1 Extracción el conocimiento

TEA (Trastorno del espectro Autista)
Información
Déficits persistentes en la comunicación y en la interacción social, manifestando simultáneamente los siguientes déficits: déficits en la reciprocidad social, déficits en las conductas de comunicación no verbal que se usan en la comunicación social, déficits en el desarrollo y mantenimiento de relaciones adecuadas al nivel de desarrollo.
• Acentuada falta de reconocimiento de la existencia o de los sentimientos de los demás. • Ausencia de búsqueda de consuelo en momentos de aflicción. • Ausencia de capacidad de imitación. • Ausencia de juego social. • Ausencia de vías de comunicación adecuadas. • Marcada anormalidad en la comunicación no verbal. • Ausencia de actividad imaginativa, como jugar a ser adulto. • Marcada anomalía en la emisión del lenguaje con afectación. • Anomalía en la forma y contenido del lenguaje. - Movimientos corporales estereotipados. • Preocupación persistente por parte de objetos. • Intensa aflicción por cambios en aspectos insignificantes del entorno. • Insistencia irracional en seguir rutinas con todos sus detalles. • Limitación marcada de intereses, con concentración en un interés particular. • El bebé muestra escaso interés por el entorno. • Es capaz de permanecer un tiempo prolongado en la cuna sin requerir atención. • Ausencia de respuesta al abrazo de la madre. • Al cabo de cuatro meses de vida no muestra sonrisa social. • Pueden existir muestras de alegría no justificadas en casi ninguno de los casos de tipo social. • No muestra interés ni respuesta ante el rostro materno. • No es capaz de diferenciar a los familiares. • Ausencia de interés social. • Indiferente al juego y. • Ausencia de respuesta ante la verbalización de su nombre.

Tabla 3.2 Características del ATE

Fuente: [Elaboración propia]

Autismo regresivo o desintegrativo
El trastorno regresivo de la niñez implica la pérdida de funciones y capacidades adquiridas por el niño durante los primeros años de su vida. Supone una regresión, una vuelta a etapas anteriores que debe producirse después de los dos años y antes de los diez. Las pérdidas deben producirse en al menos dos de las siguientes áreas: lenguaje expresivo y receptivo, competencias sociales y adaptativas, control de esfínteres, juego y10 destrezas motoras. A diferencia del autismo, se caracteriza por una inestabilidad emocional extrema, en ocasiones acompañada de fenómenos similares a las alucinaciones y los delirios de la esquizofrenia.
información
Desarrollo aparentemente normal durante por lo menos los primeros dos años posteriores al nacimiento, con comunicación verbal y no verbal, relaciones sociales, juego y comportamiento adaptativo apropiado a la edad del niño. • Lenguaje expresivo o receptivo. • Habilidades sociales o comportamiento adaptativo. • Control intestinal o vesical. • Juego. • Habilidades motoras. • interacción social con compañeros. • Alteraciones cualitativas de la comunicación, comportamiento • intereses y actividades restrictivos, repetitivos • Lenguaje expresivo o receptivo. • Habilidades sociales o comportamiento adaptativo. • Control intestinal o vesical. • Juego. • Habilidades motoras. **En la interacción social:** alteración en el comportamiento no verbal, incapacidad para desarrollar relaciones con compañeros, ausencia de reciprocidad social o emocional, entre otras. **En la comunicación**: retraso o ausencia de lenguaje hablado, incapacidad para iniciar o mantener una conversación, utilización estereotipada y repetitiva del lenguaje y ausencia de juego realista variado. **En el patrón de comportamiento**: intereses y actividades restrictivas y repetitivas.

Tabla 3.3 Características del Trastorno Regresivo

Fuente: [Elaboración propia]

Trastorno de Rett
El síndrome de Rett sólo se da en niñas, además se producen alteraciones que no se dan en el autismo como desaceleración del crecimiento del perímetro craneal, pérdida de habilidades de motricidad fina ya adquiridas, aparición de movimientos poco coordinados del tronco o de la de ambulación, hiperventilación o hipo ventilación y estereotipias manuales características ("lavado", "retorcimiento" de manos).
información
• Problemas respiratorios • Sueño y anormal al estar despierto • Cambio en el desarrollo • Babeo y salivación excesiva • Brazos y piernas flácidos (frecuentemente es el primer signo) • Dificultades de aprendizaje • Anomalías en el lenguaje y el movimiento de la mano • Marcha temblorosa, inestable o rígida • El crecimiento de la cabeza se hace más lento comenzando aproximadamente entre los 5 y 6 meses de edad • Pérdida de los patrones normales de sueño • Pérdida de los movimientos con propósito de la mano • Pérdida del compromiso social • En el desarrollo del lenguaje.

Tabla 3.4 Características del Trastorno de Rett

Fuente: [Elaboración propia]

Síndrome de asperger
Las personas con Síndrome de Asperger, no presentan deficiencias estructurales en el lenguaje, de hecho su lenguaje es "demasiado correcto", en el sentido que parece pedante, con un vocabulario y sintaxis rebuscados. Tiene ciertas limitaciones a nivel prosódico y pragmático. Las personas con Síndrome de Asperger tienen una inteligencia normal o superior, y frecuentemente encontramos lo que llamamos "islas de competencia", es decir áreas donde el niño tiene una habilidad normal o incluso extraordinaria (por ejemplo: dibujo, cálculo, fechas, música...).
información
• Trastornos en las relaciones, • Inflexibilidad mental y conductual, • Alteraciones emocionales

- Comportamientos no verbales como contacto ocular, expresión facial, posturas corporales y gestos reguladores de la interacción social.
- Incapacidad para desarrollar relaciones con compañeros
- No mostrar, traer o enseñar a otras personas objetos de interés
- Ausencia de reciprocidad social o emocional.
- Patrones de comportamiento, intereses y actividades restrictivos, repetitivos y estereotipados, manifestados al menos por una de las siguientes características
- Sacudir o girar manos o dedos, o movimientos complejos de todo el cuerpo
- Preocupación persistente por partes de objetos.
- El trastorno causa un deterioro clínicamente significativo de la actividad social.
- No hay retraso general del lenguaje clínicamente significativo (p. Ej., a los 2 años de edad utiliza palabras sencillas, a los 3 años de edad utiliza frases comunicativas).
- Se relaciona mejor con adultos que con los niños de su misma edad.
- No entiende las reglas implícitas del juego. Quiere imponer sus propias reglas al jugar con sus pares.
- Llora fácilmente por pequeños motivos.
- No tiene malicia y es sincero.

habilidades de comunicación

No suele mirarte a los ojos cuando te habla.

Interpreta literalmente frases como: "hay miradas que matan".

Se interesa poco por lo que dicen los otros.

habilidades de comprensión

No comprende por qué se le riñe, se le critica o se le castiga.

Le es difícil entender cómo debe portarse en una situación social determinada.

intereses específicos

Suele hablar de los temas que son de su interés sin darse cuenta si el otro se aburre.

Le gusta la rutina.

Tiene rituales elaborados que deben ser cumplidos. Por ejemplo, alinear los juguetes antes de irse a la cama.

habilidades de **movimiento y otros**

Miedo, angustia, malestar debido a: sonidos ordinarios, ruidos inesperados, llevar determinadas prendas de ropa

Tabla 3.5 Características del Síndrome de Aspenger

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.2.2 Obtención de información probabilística

ESTADÍSTICAS GENERALES	DATOS PROBABILÍSTICOS
Cerca de un 40% de niños con TEA tiene alguna anormalidad de la sensibilidad sensorial	PCL (presencia) → 0.4%
Cerca del 40% de los niños con TEA no hablan nada.	F5 (ausencia) →0.4%
Se considera que la incidencia de autismo a nivel mundial es de tres a seis niños de cada 1.000 igual 0.003 a 0.006 niños por cada 100 niños	0.3 %- 0.6% de cada 1000 Entonces 0.003 % A 0.006 %
Actualmente se diagnostica con autismo a ¼ más que a las niñas en el trastorno de Rett	P(TEA| varón) → 0.60 P(TEA|mujer) → 0.40
Algunos casos, aparentemente normal y en otros un desarrollo normal hasta aproximadamente los 18 meses, en el caso del trastorno regresivo	TD > 18 meses de edad
Se detecta el trastorno en uno de los hermanos, existe un alto porcentaje (en torno a un 90%) de probabilidades de que el otro hermano también lo desarrolle.	
La mayoría de los padres de niños con TEA sospechan que algo no está bien cuando el niño tiene 6 meses y buscan ayuda hacia los 2 años de edad.	

Tabla 3.6 Datos probabilísticos de los diferentes Trastornos

Fuente: [Elaboración propia]

Base de hechos

La base de hechos contiene los sucesos (hechos) sobre un problema dado que se ha descubierto en una consulta, está constituido por el conocimiento concreto, el cual a su vez está compuesto por las características de los niños. Durante la consulta con el sistemas experto, el usuario introduce la información del problema actual en la base de hechos.

Para que este concepto quede claro se tomara como ejemplo algunos razonamientos obtenidos de las experiencias que han tenido las personas que tengan algún hijo con algún tipo de trastorno.

3.2.2.3 Componentes de la base de conocimientos

La base de conocimiento, contiene todos los hechos y probabilidades del dominio de aplicación, para realizar un análisis de tales hechos y probabilidades se debe previamente contar con los hechos concretos, los cuales son obtenidos a través de entrevistas realizadas al experto.

Dónde:

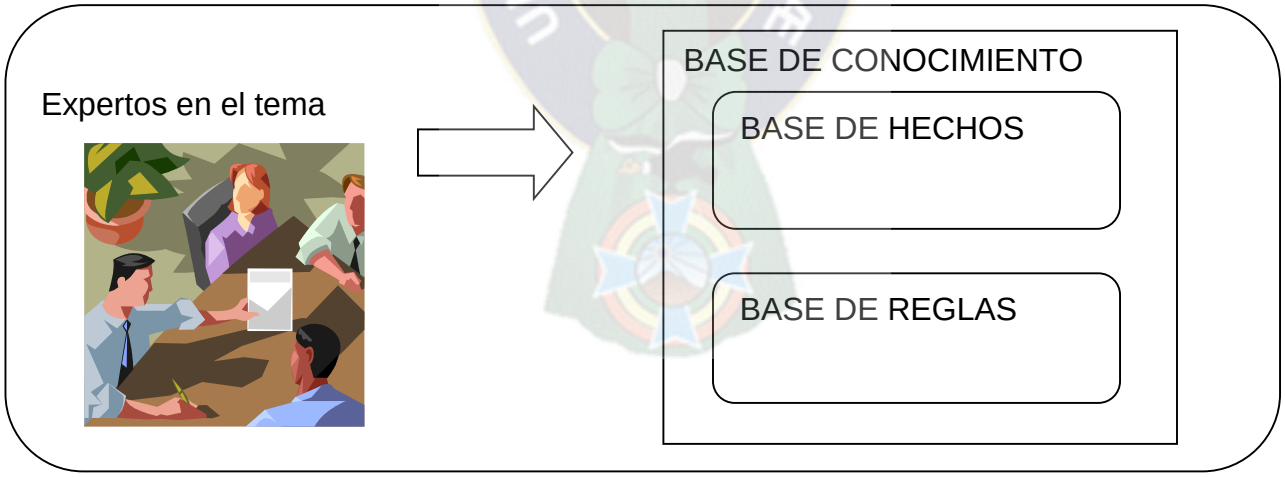


Figura 3.8 Componentes de la base de conocimientos

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.2.4 Definición formal de la base de conocimientos.

Tipos de variable

TRASTORNO DEL ESPECTRO AUTISTA	VARIABLE	VALOR
AUTISMO	**AUT**	Presente, Ausente
• Falta de conocimiento de los sentimientos	F1	Presente, Ausente
• No busca consuelo	F2	Presente, Ausente
• Incapacidad de imitación	F3	Presente, Ausente
• Ausencia de juego social	F4	Presente, Ausente
• Ausencia de comunicación	F5	Presente, Ausente
• Anormalidad en la comunicación	F6	Presente, Ausente
• Ausencia de actividad imaginativa	F7	Presente, Ausente
• Preocupación por objetos	F8	Presente, Ausente
• Insistencia irracional en rutinas	F9	Presente, Ausente
• Escaso interés por el entorno.	F10	Presente, Ausente
• No quiere mucha atención	F11	Presente, Ausente
• Ausencia de respuesta al abrazo	F12	Presente, Ausente
• No muestra sonrisa social.	F13	Presente, Ausente
• Alegría no justificadas	F14	Presente, Ausente
• No muestra interés por el rostro materno.	F15	Presente, Ausente
• No diferencia a los familiares.	F16	Presente, Ausente
• Ausencia de interés social.	F17	Presente, Ausente
• llanto no justificado alargado	F18	Presente, Ausente
• No hace caso al llamado	F19	Presente, Ausente
DESINTEGRATIVO	**DES**	Presente, Ausente
• Perdida de lenguaje expresivo y receptivo	F20-D	Presente, Ausente
• Perdida de interacción social	F21-D	Presente, Ausente
• Perdida de destrezas motoras	F22-D	Presente, Ausente

• Inestabilidad emocional extrema	F23-D	Presente, Ausente
• Alucinaciones y los delirios	F24-D	Presente, Ausente
• Cambio en el comportamiento	F25-D	Presente, Ausente
• Perdida en el control intestinal o vesical.	F26-D	Presente, Ausente
• Perdida de juego.	F27-D	Presente, Ausente
• Perdida de habilidades motoras.	F28-D	Presente, Ausente
• Intereses y actividades restrictivos, repetitivos	F29-D	Presente, Ausente
• Alteración en el comportamiento	F30-D	Presente, Ausente
• Ausencia de reciprocidad social o emocional.	F31-D	Presente, Ausente
RETT	**RET**	Presente, Ausente
• Sólo se da en niñas	F32-R	Presente, Ausente
• Desaceleración del crecimiento craneal	F33-R	Presente, Ausente
• Pérdida de habilidades de motricidad	F34-R	Presente, Ausente
• Aparición de movimientos poco coordinados	F35-R	Presente, Ausente
• Hipo ventilación de las manos).	F36-R	Presente, Ausente
• Problemas respiratorios	F37-R	Presente, Ausente
• Sueño y anormal al estar despierto	F38-R	Presente, Ausente
• Babeo y salivación excesiva	F39-R	Presente, Ausente
• Brazos y piernas flácidos	F40-R	Presente, Ausente
• Dificultades de aprendizaje	F41-R	Presente, Ausente
• Anomalías en el desarrollo del lenguaje	F42-R	Presente, Ausente
• Marcha temblorosa, inestable o rígida	F43-R	Presente, Ausente
• El crecimiento de la cabeza se hace lento	F44-R	Presente, Ausente
• Pérdida de los patrones de sueño	F45-R	Presente, Ausente
• Pérdida de los movimientos de la mano	F46-R	Presente, Ausente
• En el del lenguaje.	F47-R	Presente, Ausente

ASPENGER	**ASP**	Presente, Ausente
• lenguaje es demasiado correcto	F48-A	Presente, Ausente
• Con un vocabulario y sintaxis rebuscados	F49-A	Presente, Ausente
• Inteligencia normal o superior,	F50-A	Presente, Ausente
• habilidad normal o incluso extraordinaria en dibujo, cálculo, fechas, música).	F51-A	Presente, Ausente
• Trastornos en las relaciones	F52-A	Presente, Ausente
• Impone sus propias reglas	F53-A	Presente, Ausente
• Alteraciones emocionales	F54-A	Presente, Ausente
• Comportamientos no verbales	F55-A	Presente, Ausente
• No mira al conversar.	F56-A	Presente, Ausente
• Le gusta la rutina.	F57-A	Presente, Ausente
• Ordenado en sus juguetes	F58-A	Presente, Ausente
• Miedo al cambio	F59-A	Presente, Ausente
• Sacudir o girar manos o dedos	F60-A	Presente, Ausente
• Se relaciona mejor con adultos	F61-A	Presente, Ausente
• No entiende las reglas implícitas del juego.	F62-A	Presente, Ausente

Tabla 3.7 Obtención de Variables

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.3 Formalización

3.2.3.1 Estructura de la modelización de la parte cualitativa y cuantitativa de la red bayesiana

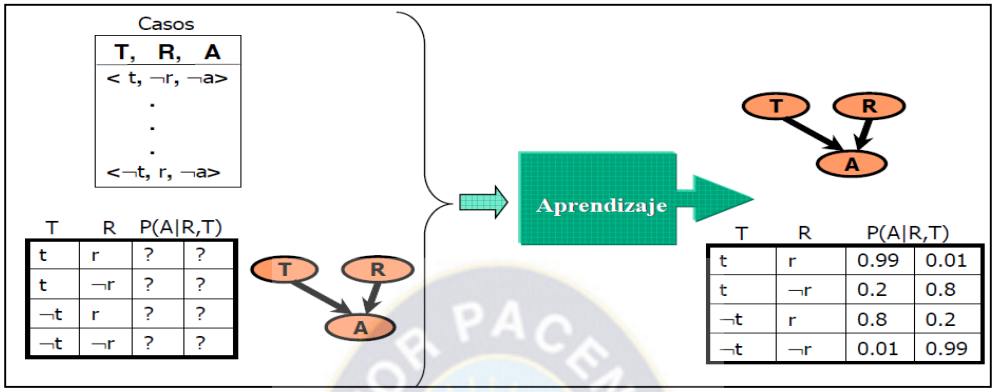


Figura 3.9: Estructura de la modelización de la parte cualitativa y cuantitativa de la red bayesiana

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.3.2 Modelización de la Red Bayesiana para la información Cualitativa

Modelo de Redes Bayesianas

Para este modelo se observa el rol que cumple las redes bayesianas, dentro del sistema experto. El proceso de diagnóstico del TEA consta:

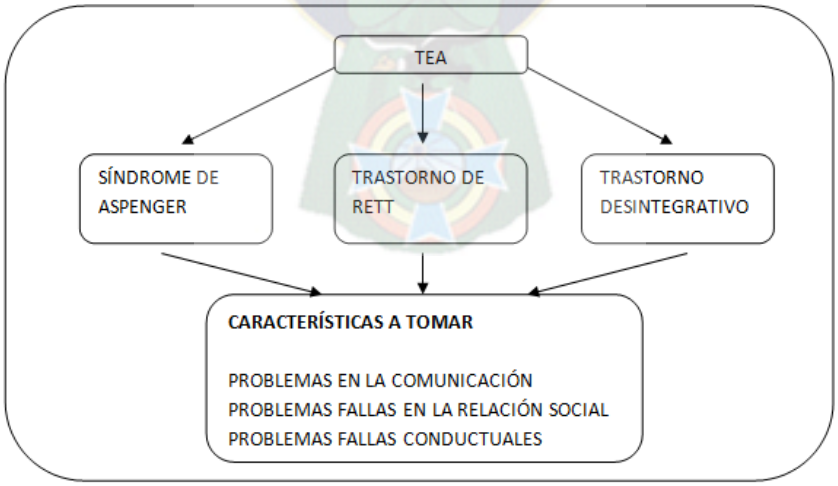


Figura 3.10: Proceso de diagnóstico de un tipo de Trastorno

Fuente: [Elaboración propia]

Modelo para el diagnóstico: Síndrome de Aspenger

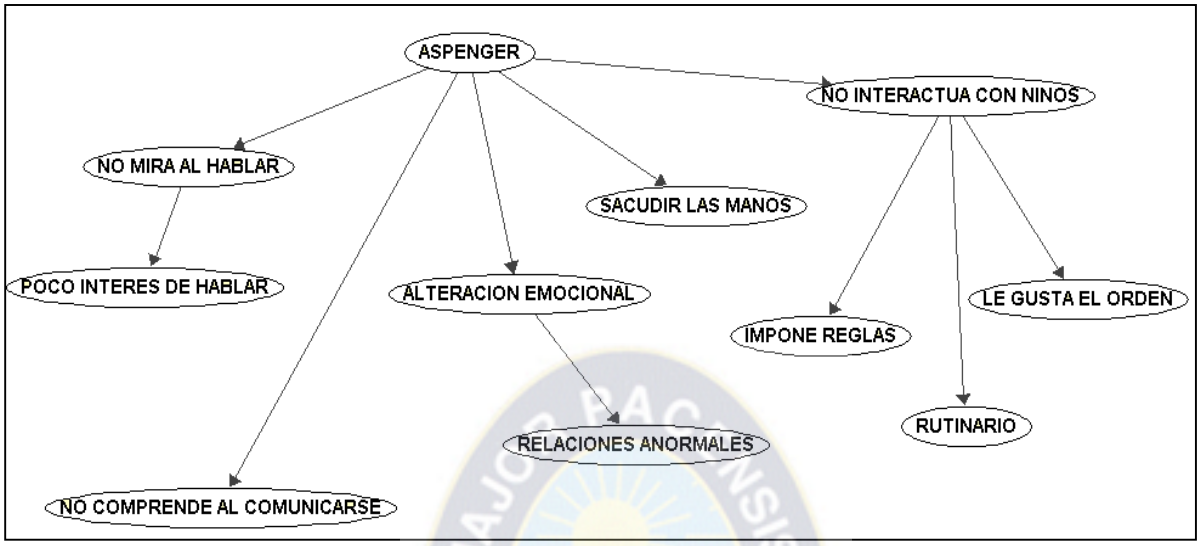


Figura 3.11: Modelo para el diagnóstico del Síndrome de Aspenger

Fuente: [Elaboración propia]

Modelo para el diagnóstico: trastorno desintegrativo

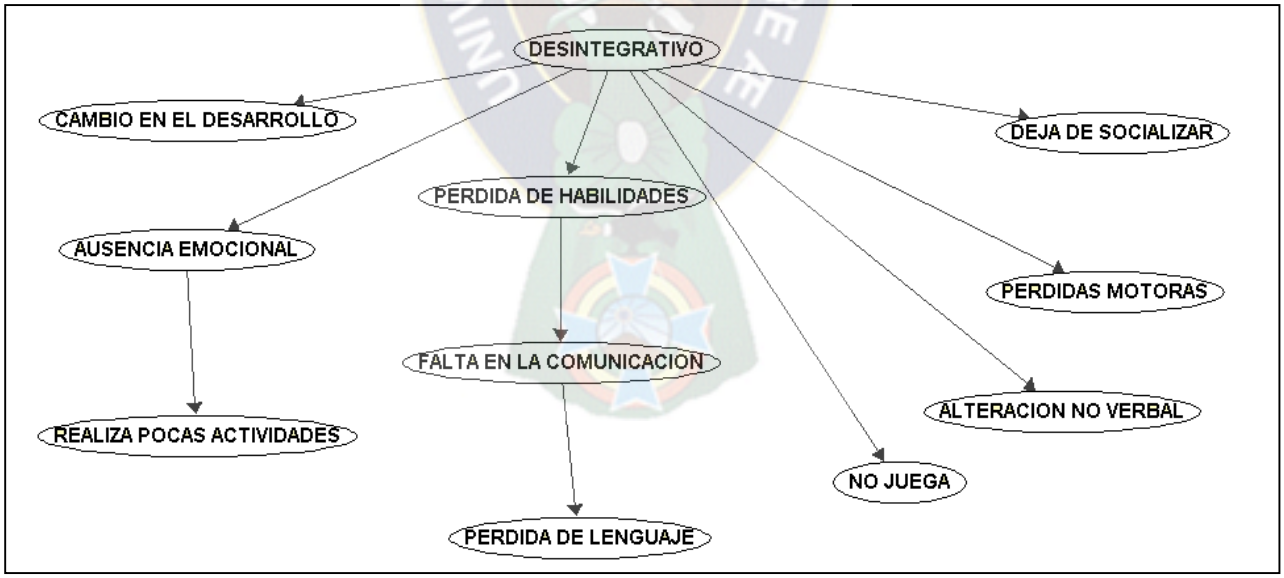


Figura 3.12: Modelo para el diagnóstico del Trastorno Desintegrativo

Fuente: [Elaboración propia]

Modelo para el diagnóstico: Trastorno de Rett

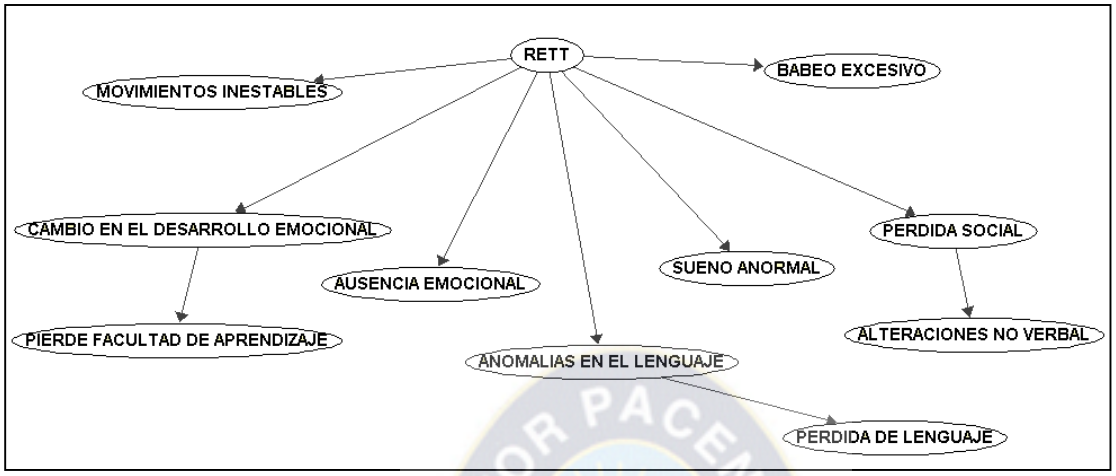


Figura 3.13: Modelo para el diagnóstico: Trastorno de Rett

Fuente: [Elaboración propia]

Realización de la rb para el diagnóstico de aspenger en el programa Elvira

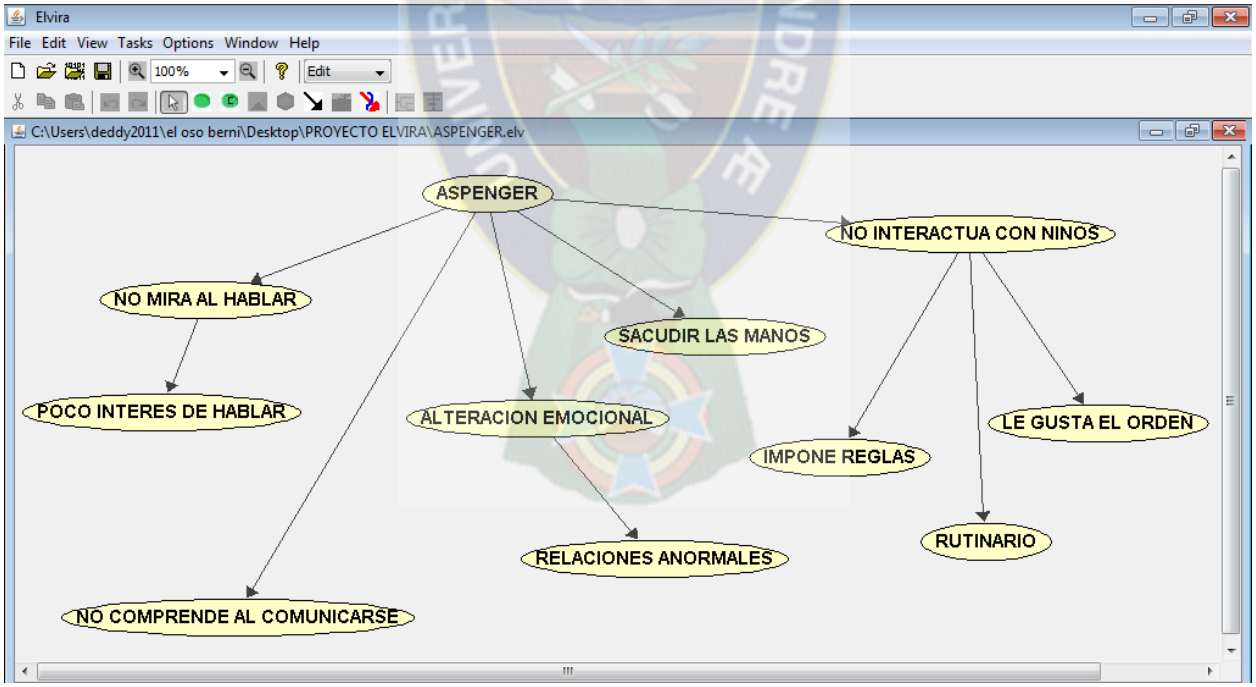


Figura 3.14 RB para el diagnóstico del Aspenger

Fuente: [Elaboración propia]

Realización de la rb para el diagnóstico del trastorno de rett en el programa Elvira

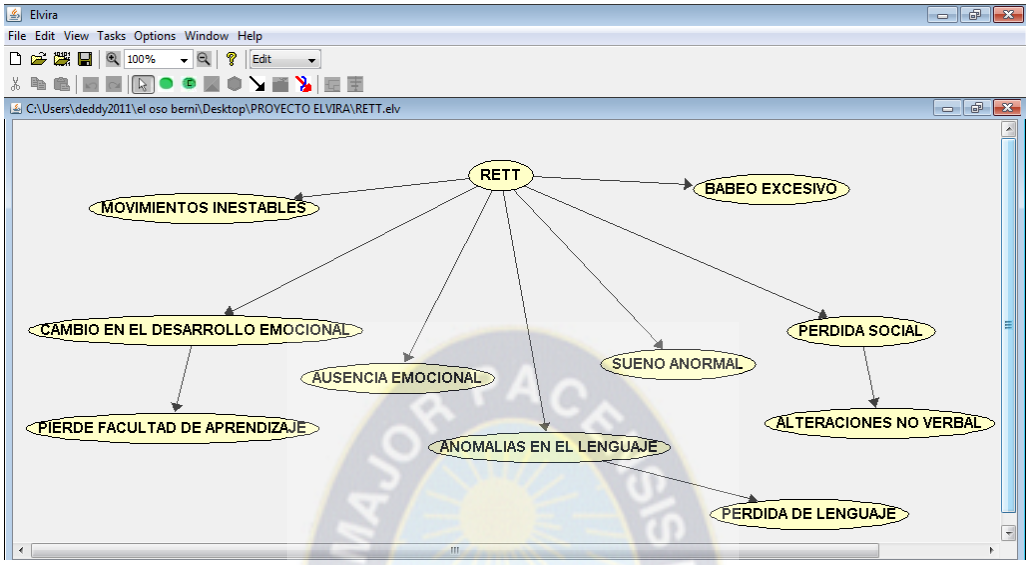


Figura 3.15 RB para el diagnóstico del trastorno de Rett

Fuente: [Elaboración propia]

Realización de las para el diagnóstico de trastorno desintegrativo o regresivo en el programa Elvira

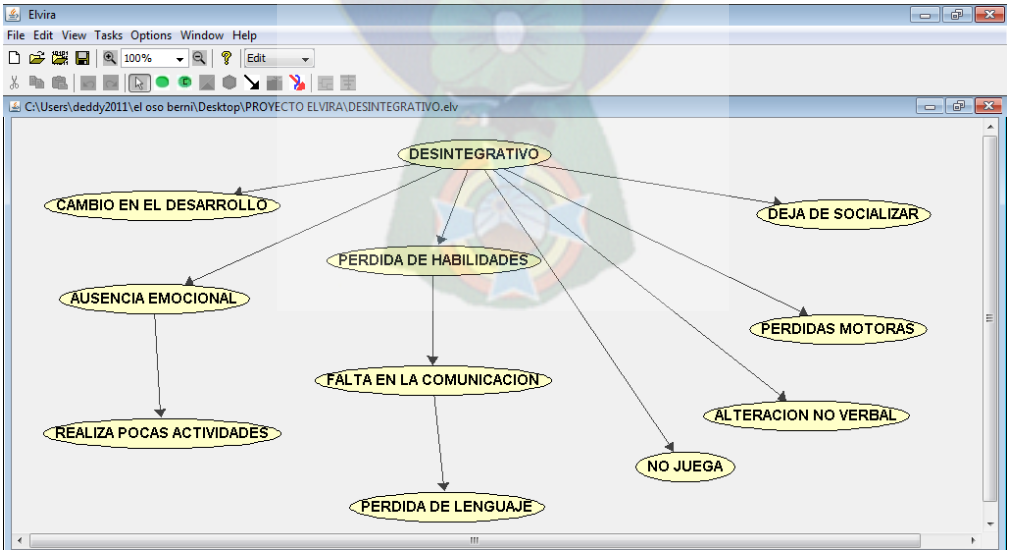


Figura 3.16 RB para el diagnóstico del Trastorno Regresivo

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.3.3 Modelización de la Red Bayesiana para la información Cuantitativa

Modelización de la red bayesiana para la información cuantitativa

Proceso de (Aprendizaje General)

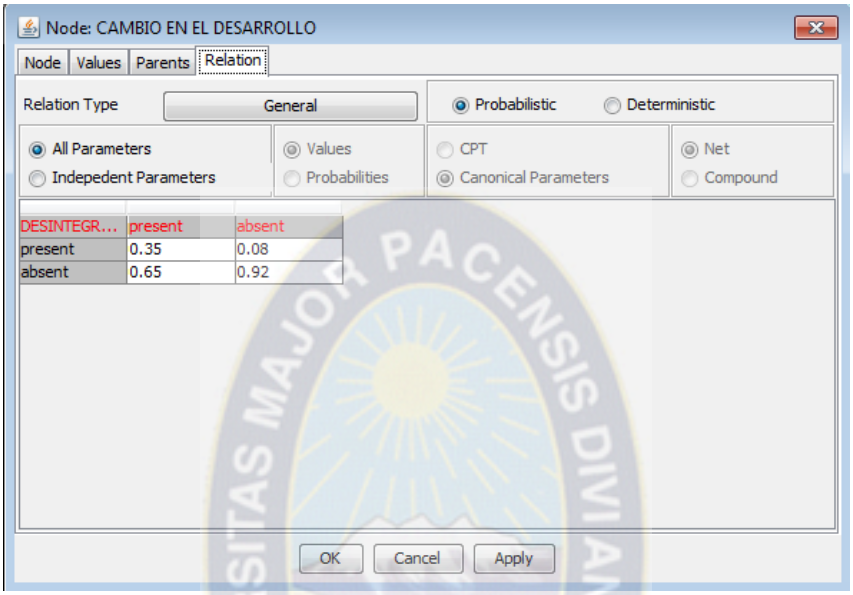


Figura 3.17 Datos probabilísticos cuantitativos

Fuente: [Elaboración propia]

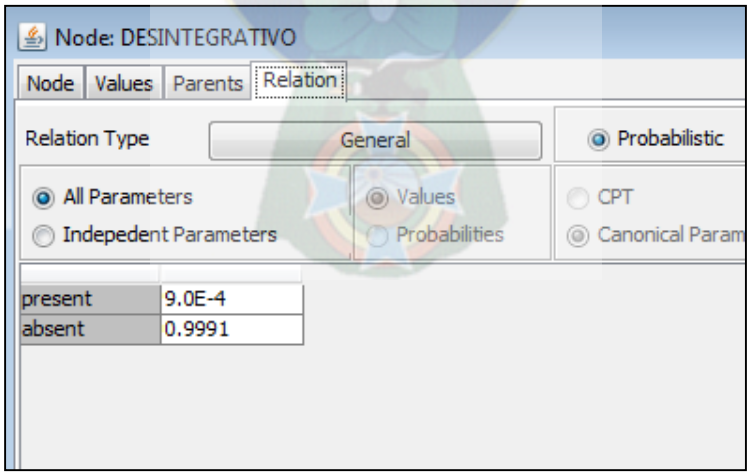


Figura 3.18 Datos probabilísticos cuantitativos

Fuente: [Elaboración propia]

Viendo resultados a posteriori

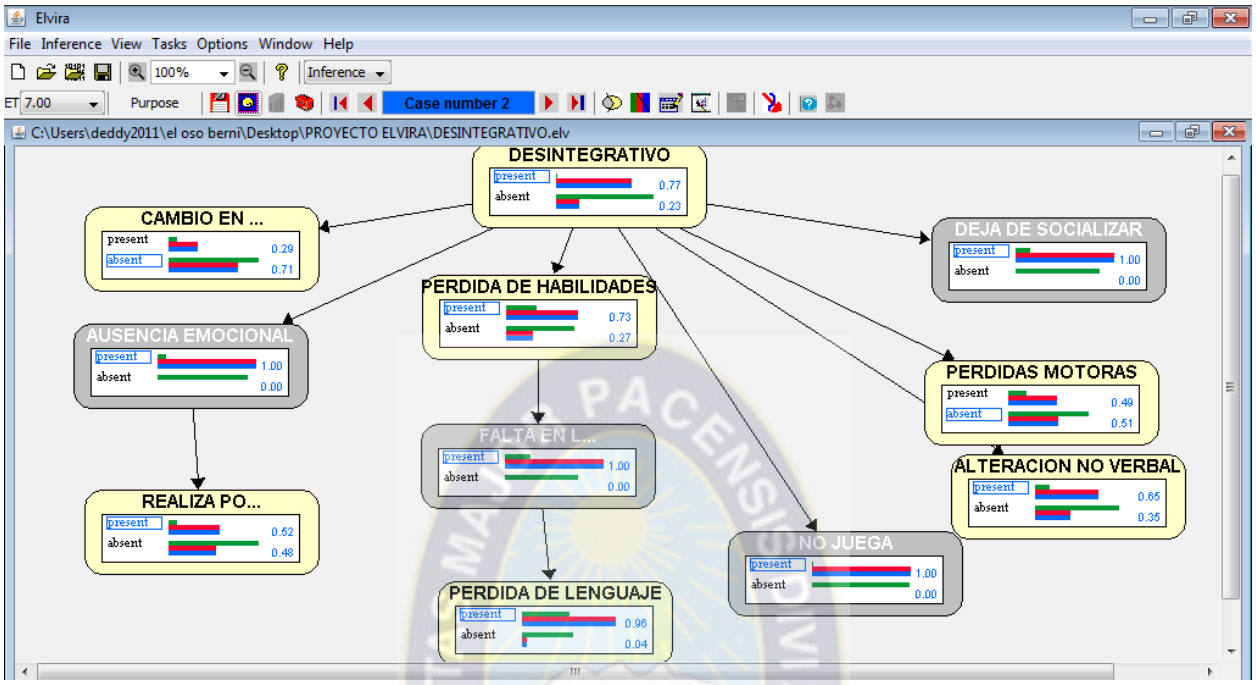


Figura 3.19 Diagnostico del trastorno regresivo

Fuente: [Elaboración propia]

Red bayesiana para el diagnostico de la presencia de un trastorno del espectro autista

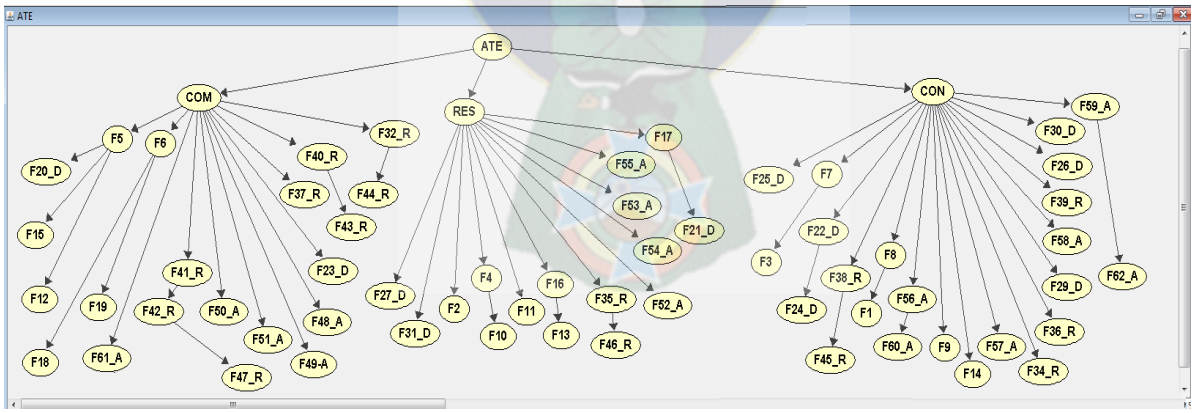


Figura 3.20 RB para diagnosticar la presencia de algún TEA

Fuente: [Elaboración propia]

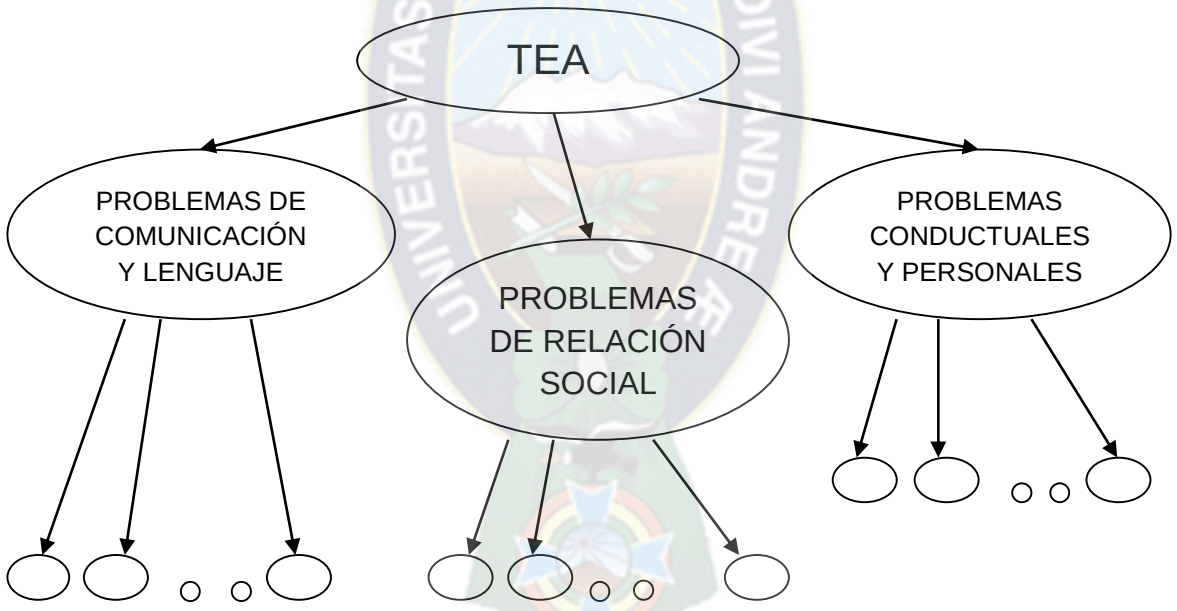
3.2.4 Implementación

3.2.4.1. Modelo del motor de inferencia

Es la unidad lógica de donde se extraen conclusiones de la base de conocimientos, para eso aplicaremos los modelos de Redes Bayesianas, para este modelo formularemos la red donde indicara la presencia de algún TEA.

Vemos que en este problema intervienen varias variables, para la ejemplificación utilizaremos la siguiente red y donde todos los nodos tendrán los valores de presente y ausente. Dado que la primera variable influye causalmente sobre las siguientes.

RED BAYESIANA A PLANTEAR EN EL PROGRAMA ELVIRA



CAMBIO DE VARIABLES

Tea → T
Problemas de Comunicación y Lenguaje → PCL
Problemas de Relación Social → PRS
Problemas conductuales personales → PCP

Figura 3.21 Red bayesiana a plantear en el programa Elvira

Fuente: [Elaboración propia]

Para el TEA que tiene una prevalencia del 0.003% existe una prueba que tiene una sensibilidad del 75% y una especificidad del 96% respecto de dicha enfermedad.

Tea → T
Problemas de Comunicación y Lenguaje → PCL
Problemas de Relación Social → PRS
Problemas conductuales personales → PCP

Para la inferencia del sistema experto se usó el Programa Elvira, este software nos muestra la probabilidad de cada valor de cada nodo.

La probabilidad de T=presente es 0.003, y de ausente es de 0.997.

T	
Presente	0.003
Ausente	0.997

T	T +	T -
PCL +	0.8	0.02
PCL -	0.2	0.98

T	T +	T -
PRS +	0.8	0.018
PRS -	0.2	0.982

T	T +	T -
PCP +	0.300	0.004
PCP -	0.700	0.996

Aquí se muestra todas las probabilidades a priori de la Red Bayesiana con datos probabilísticos.

Elaboración en el programa Elvira

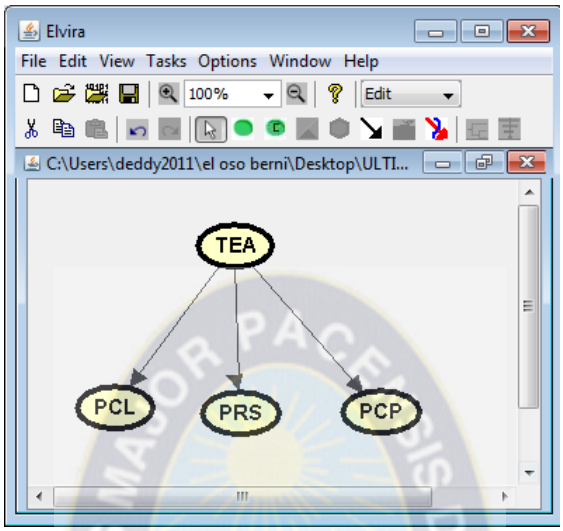


Figura 3.22 Ejemplificación de la Red Bayesiana inicial para el diagnóstico de TEA

Fuente: [Elaboración propio]

Dónde:

P(PCL=presente) = P(PCL=presente| TEA=presente)×P(TEA=presente)

+ P(PCL=Presente| TEA=ausente)×P(TEA=ausente)

= 0.4×0.003 + 0.2×0.997= 0.2006 =0.201

P(PCL=ausente) = P(PCL=ausente| TEA=presente)×P(TEA=presente)

+ P(PCL=ausente| TEA=ausente)×P(TEA=ausente)

= 0.6×0.003+ 0.8×0.997 = 0.779

Elvira nos proporciona información posteriori sobre los datos introducidos

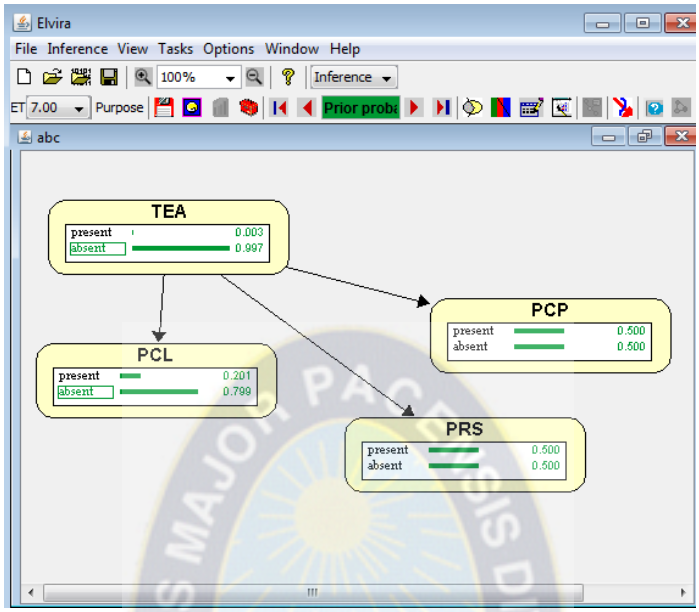


Figura 3.23 Información posteriori de una RB

Fuente: [Elaboración propia]

Luego se lo realiza para los demás nodos.

Hallando probabilidades a posteriori

El valor predictivo positivo (*VPP*) es la certeza con que podemos diagnosticar algún trastorno y cuando los problemas da positivo *P* (TEA = presente | PCL=presente and PRS=presente and PCP=presente).

Para calcularlo con Elvira, introducimos el hallazgo PCL y PRS y PCP de presente y vemos cuál es la probabilidad a posteriori para el valor TEA=presente.

La forma de introducir un hallazgo en Elvira consiste en hacer doble-clic en el valor correspondiente. En este caso haremos doble-clic en "presente" a todos los nodos hijos.

Se observa que la probabilidad de TEA=presente y la probabilidad de TEA=presente ha aumentado de 0.003 a 0.90, que es precisamente el valor que estábamos buscando:

VPP = *P*(TEA=presente | PCL and PRS and PCP=positivo) = 0.90 = 90%

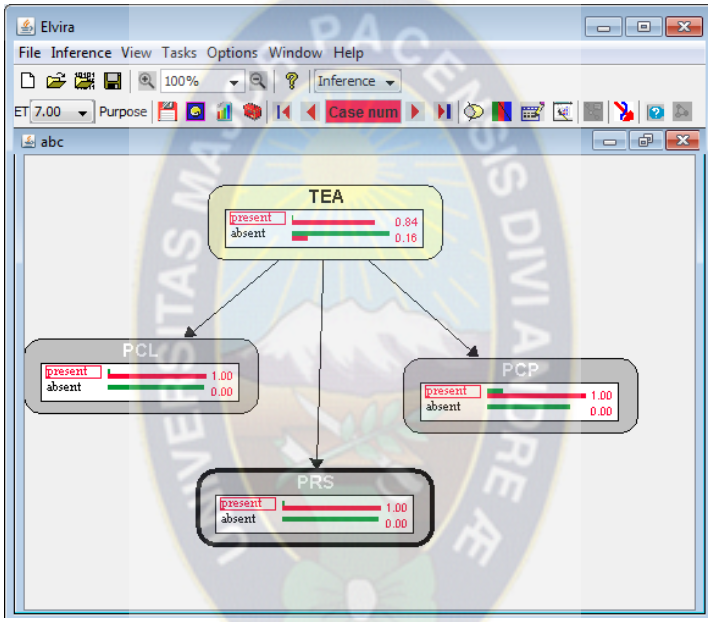


Figura 3.24 Información posteriori de una RB cuando nodos hijos están en estado presente

Fuente: [Elaboración propia]

Comprobamos así que, como era de esperar, un resultado positivo en el test tiende a confirmar la presencia del trastorno. Y cambiando todos los valores en ausente de todos los nodos hijos pasa a ser 1 a 0 las probabilidades.

Observamos que

VPN = *P*(TEA=ausente| PCL and PRS and PCP=ausente) = 1.0 = 100%

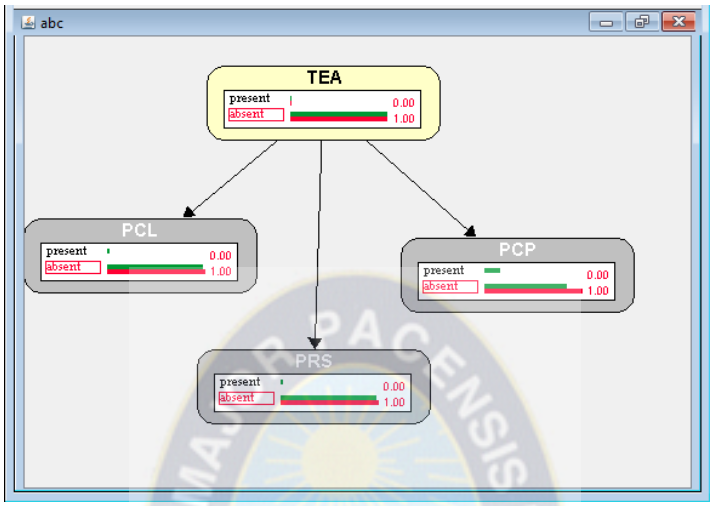


Figura 3.25 Información posteriori de una RB cuando nodos hijos están en estado ausente

Fuente: [Elaboración propia]

Con lo que queda resuelto el problema que teníamos planteado.

Estructura del entorno del sistema

La interfaz de usuario está bajo la plataforma de NetBeans que facilitara la comunicación entre el Usuario y el Sistema Experto.

Una vez que el usuario, en este caso el padre de familia del niño, introduzca la información, el Sistema Experto brindara un diagnóstico y un tratamiento, para que el niño desarrolle de buena forma sus problemas.

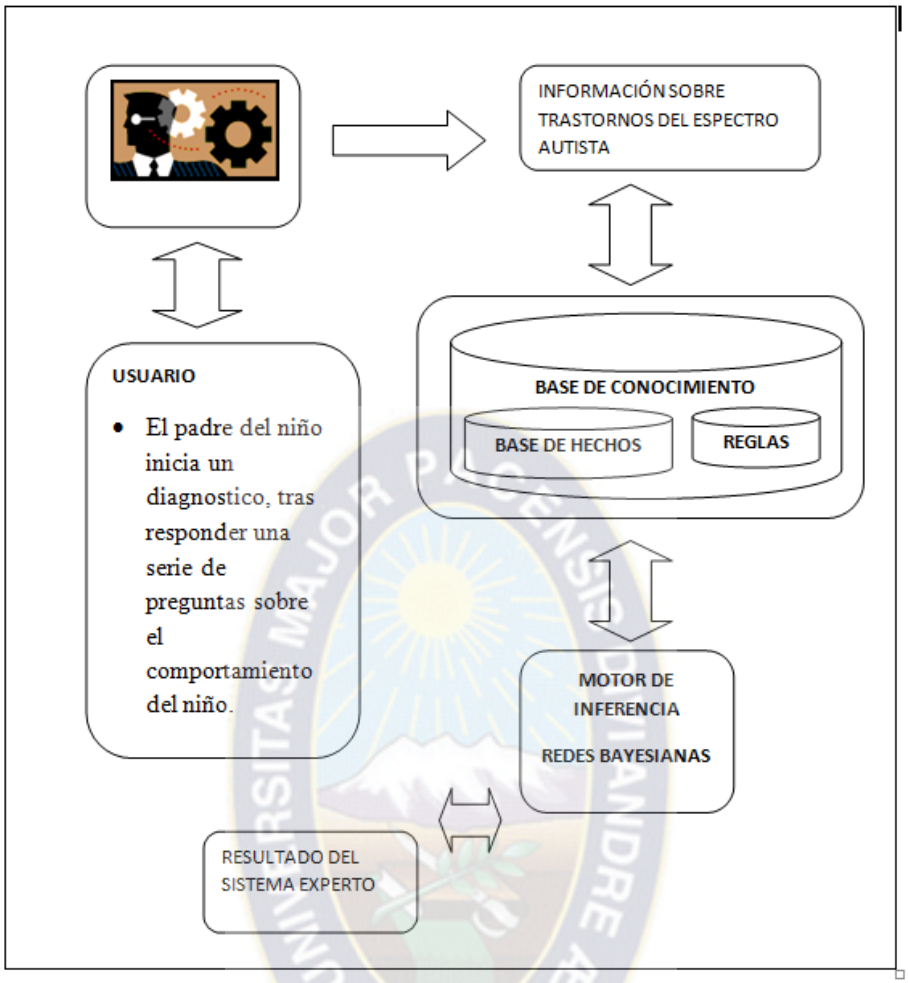


Figura 3.26 Estructuración del sistema experto

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.4.1 Definición de usuario

El usuario es quien debe consultar al Sistema Experto de Diagnóstico y Tratamiento de Trastorno del espectro Autista. El usuario debe ser el Padre o Tutor del niño o niña menor de 3 años, o una persona familiar que viva o trate con el niño o niña.

3.2.4.2 Modulo de explicación

Este componente entra en ejecución cuando el usuario solicita un diagnóstico del sistema experto. Todo esto se facilita mediante el uso de interfaces donde se muestra el diagnóstico y tratamiento.

3.2.4.3 Alcance del sistema experto

Todo este resultado de diagnóstico y tratamiento que el sistema experto brinda está limitado solamente al conocimiento general.

3.2.4.4 Requisito y diseño de integración

Para la implementación del Sistema Experto, se debe contar con un equipo de trabajo en este se menciona los requerimientos mínimos con la cual llega a trabajar el sistema experto, también el requerimiento recomendado para su mejor ejecución y por último el requerimiento disponible en el cual se realiza el sistema, pasando a describir en el siguiente tabla.

REQUERIMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA EXPERTO		
Requerimientos	Hardware	Software
Mínimo	Microprocesador core Quad	Sistema Operativo Windows 7
	Memoria Ram 1 Gb	Elvira Versión 0.162
	Disco Duro 60 Gb	

Tabla 3.8 Requerimientos para la implementación del SE

Fuente: [Elaboración propia]

3.2.4.5 Diseño del interfaz del sistema experto basado en redes bayesianas

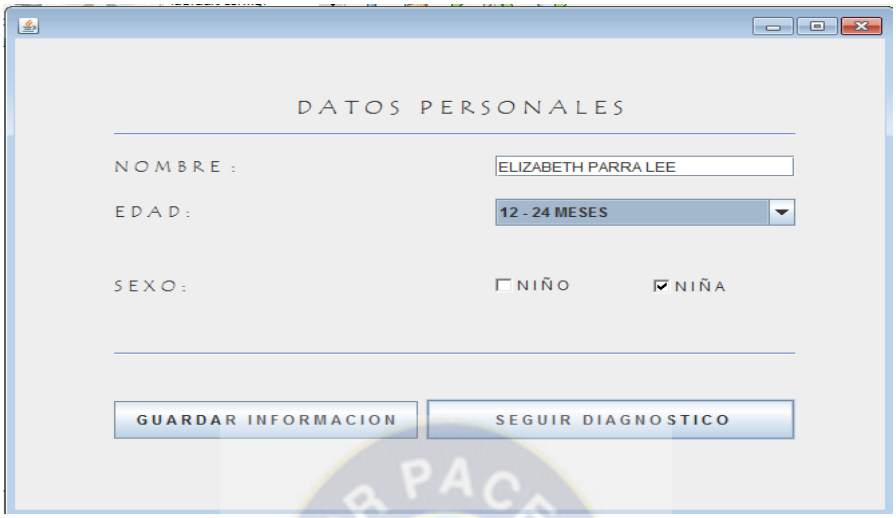
El sistema diseñado efectúa consultas sobre la presencia de Trastornos del Espectro Autista en niños y niñas menores de 3 años. El sistema identifica el tipo de Trastorno (Trastorno del Autismo, Rett, Regresivo y Aspenger) a partir de la información que provee el usuario, determinando así si el niño presenta algún tipo de trastorno y el tipo de trastorno, y como resultado brindarle un diagnóstico y un tratamiento a seguir para que el niño desarrolle sus debilidades y tratar de insertar a la sociedad de una forma donde el niño no se sienta excluido.

A continuación se muestra la pantalla de presentación del sistema.

Figura 3.27 Interfaz del prototipo del SE

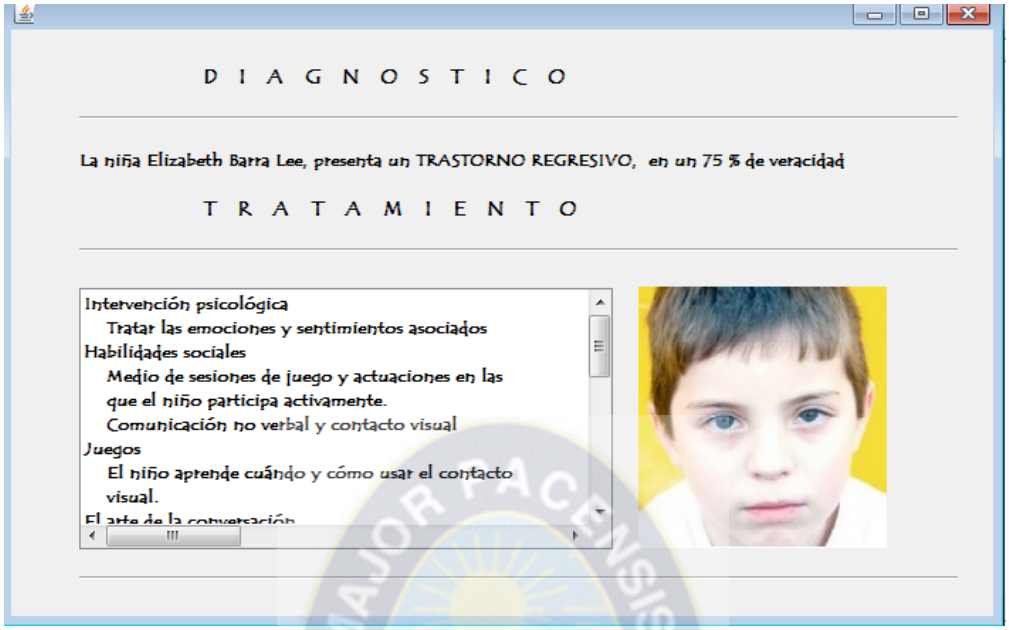
Fuente: [Elaboración propia]

Una vez que el usuario inicie el diagnostico, requiere datos personales y otros.



Luego hay que marcar, los cuadros donde la respuesta es que hay presencia de ciertas características personales de su niño.

En base a la información o datos proporcionados por el usuario (es decir el padre del niño) el sistema le mostrara el resultado del diagnóstico e identificando el tipo de trastorno del espectro autista, y brindando el tratamiento más recomendable para el niño o niña



Finalmente, el sistema brinda información sobre el tipo de trastorno y nos da un consejo sobre las actividades a realizar, para el desarrollo de los problemas, y para la mejor evolución del niño o niña.

CAPITULO IV EVALUACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Introducción

En el presente capitulo se efectúa la evaluación del “Sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de Trastornos del Espectro Autista”.

Para estimar la validez del Sistema experto diseñado en el presente trabajo de investigación, se considera una muestra de 10 casos de niños donde su padre o tutor requieren hacer un diagnóstico sobre su hijo, ya que presenta o intuye que presente algún tipo de trastorno del Espectro Autista.

4.2 Recolección de datos

La información e información se recuperó un libros donde los padres o tutores dan a conocer las características que sus hijos presentaban y el diagnostico que tenían después de varios estudios.

Donde cuentan toda la historia de cada uno de sus hijos y el diagnóstico realizado por un grupo de especialistas en el caso (psicopedagogos, pediatras neurólogos, educadores especiales, terapeutas con experiencia en el tema).

Resultados de diagnósticos entre la experiencia real de tutores o padres de familia y el sistema experto.

NINO	SISTEMA EXPERTO	DIAGNOSTICO REAL
1 Niño de 16 meses	TEA, Aspenger	TEA, Aspenger
2 Niña de 35 meses	TEA, Rett	TEA, Rett
3 Niño de 36 meses	TEA, Regresivo	TEA, Regresivo
4 Niña de 18 meses	TEA, Rett	TEA, Rett
5 Niña de 25 meses	TEA, Rett	TEA, Rett
6 Niño de 15 meses	TEA, Regresivo	TEA, Regresivo
7 Niño de 5 meses	TEA, Aspenger	TEA, Aspenger
8 Niño de 18 meses	TEA, Regresivo	TEA, Regresivo
9 Niña de 12 meses	TEA, Rett	TEA, Rett
10 Niño de 24 meses	TEA, Aspenger	TEA, Aspenger

Tabla 4.1 Registro de la valoración de los resultados de los diagnostico

Fuente: [Elaboración propia]

4.3 Análisis de datos

Dado los resultados obtenidos, es posible estimar la confiabilidad de sistema y verificar la hipótesis del presente trabajo de investigación

Nro de casos	Diagnóstico del sistema experto	Valoración el Diagnostico x	$\boldsymbol{media}$	$\boldsymbol{x_i - media}$	$(\boldsymbol{x_i} - media)^{\mathbf{2}})$
Caso 1	Acertado	100	93	7	49
Caso 2	Acertado	90	93	-3	9
Caso 3	Acertado	100	93	7	49
Caso 4	Acertado	80	93	-13	169
Caso 5	Acertado	90	93	-3	9
Caso 6	Acertado	100	93	7	49
Caso 7	Acertado	100	93	7	49
Caso 8	Acertado	90	93	-3	9
Caso 9	Acertado	80	93	-13	169
Caso 10	Acertado	100	93	7	49
	Promedio	90			∑=610

Tabla 4.2 Resultados de la prueba del sistema experto de diagnóstico y tratamiento de Trastorno del Espectro Autista para niños y niñas menores de 3 años

Fuente: [Elaboración propia]

4.4 Demostración de la hipótesis

Dada la hipótesis:

"El Sistema Experto en Base a Redes Bayesianas permitirán, diferenciar entre los varios tipos de trastornos y apoyar en el trabajo de diagnóstico, similar al de los profesionales que diagnostican estos Trastornos, con una confiabilidad del 75% o superior".

Para demostrar la hipótesis formulada, es necesario estimar el nivel de confiabilidad de la valoración de los diagnósticos expuestos en la Tabla 4.2, a través de intervalo de confianza.

Datos para el cálculo

Para estimar la confiabilidad se considera un amuestra de n=10, el cual es menor a 30, por lo que se utiliza la variable aleatoria que tiene la distribución t con n-1 grados de libertad.

Donde

S^2 = Varianza de la muestra

σ^2=Varianza de la población

Donde G es landa

$$\mathrm{n} = \frac{S^2}{G^2}$$

$$y = \frac{media - u_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

Dónde:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} * \sum_{1}^{n} (x_{i-media})^2$$

$$\mathrm{s} = \sqrt{\frac{1}{n-1} * \sum_{1}^{n} (x_{i-media})^2}$$

Además, se tiene que *media*=93

Coeficiente de confianza: y=0.95 → y =1-a=0.93 → a=0.07

Calculando

S^2=$\frac{1}{9} * (610) \rightarrow S^2$=67.78 → S=$\sqrt{67.78}$ → S= 8.23

Entonces

$$\text{IC } =< media \pm \ t_{\frac{a}{2}} * (n-1) * \frac{s}{\sqrt{n}} > \ \ y$$

Remplazando los datos se tiene

$$\text{IC } =< 93 \pm \ t_{0.975} * (9) * \frac{8.23}{3.16} > y$$

El valor de la tabla se obtiene con $1 - (\frac{a}{2}) \ = 0.975$

Por lo que:

$$\text{IC } =< 93 \pm 0.8 * (9) * \frac{8.23}{3.16} >$$

$$\text{IC } =< 93 \pm 2.8 >$$

$$\text{IC } =< 90.2 \, ; 95.08 >$$

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se puede concluir que el diagnóstico del sistema, basado en Redes Bayesianas, es acertado con un nivel de confianza del 93 %, debido a que los resultados se encuentran dentro del intervalo de confianza. Por lo tanto, se puede afirmar que la hipótesis formulada en el presente trabajo de investigación es confirmada o demostrada.

Adamas según la escala de Ruiz definida en el presente estudio, un coeficiente de confiabilidad mayor al 80 % se considera “”Muy Alta” , por lo que el sistema experto diseñado en el presente estudio cumple su propósito un diagnóstico y tratamiento de Trastornos del Espectro Autista en niños y niñas menores de 3 años, con una confiabilidad “muy alta” (93 %).

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las redes Bayesianas, modelos que combinan la teoría de grafos y de probabilidad, son aplicadas a la toma de decisiones en dominios donde la incertidumbre representa un papel importante.

Gracias al desarrollo de nuevos algoritmos que permiten la creación y propagación de probabilidades en redes suficientemente complejas como para representar problemas reales. En este capítulo se han introducido sus extensiones y uso en la ingeniería del software donde han sido aplicadas.

Con respecto al diseño del prototipo, este aspecto cumple con el desarrollo de las etapas propuestas de la metodología Buchanan, prosiguiendo a formalizar dicho conocimiento utilizando redes bayesianas, sacando variables lingüísticas con las cuales se realizó las redes.

Se diseñó una base de conocimiento, que contiene el conocimiento y experiencia del experto, esto hace que el sistema pueda ser confiable, además se representa el conocimiento en base a reglas de producción ya que ofrecen bastante facilidad para la creación y la modificación de la base de conocimiento como se muestra en el Capítulo III.

Para la conclusión del prototipo, específicamente para la elaboración de las redes, se realizó en el programa Elvira que nos ayuda a conseguir los resultados del sistema experto y para el interfaz se utilizó la plataforma Netbeans.

De esta manera se logró alcanzar el objetivo general planteado en el Capítulo I desarrollando en sistema experto para el diagnóstico y tratamiento para trastornos del espectro autista para niños y niñas menores de 3 años, que permita diferenciar entre diferentes tipos de y trastornos y diagnosticar al niño y así tratar de brindar el mejor tratamiento para que el niño se desarrolle normalmente, así evitando que el niño sea aislado socialmente.

Con los resultados del prototipo y habiendo realizado el correspondiente análisis del mismo, se pudo realizar la prueba de hipótesis contrastando los diagnósticos obtenidos por el sistema experto y los expertos en el tema y de acuerdo a los resultados del experimento podemos decir que la conclusión de la hipótesis fue acertada, y concluye que el sistema experto colabora en el diagnostico obteniendo así un diagnostico confiable.

Finalizando, el sistema experto propuesto cumplió en más del 90% con todas las expectativas planteadas y esperadas.

Recomendaciones

El presente trabajo puede ser complementado desarrollando para adolescentes e implementar la base de conocimientos de tal forma, que se pueda incrementar nuevos conocimientos al sistema experto.

Se puede ampliar el campo de investigación de los Sistemas Expertos abarcando un mayor número de trastornos.

Los trastornos del espectro autista es un tema muy amplio y no fue posible abarcar del todo en la presente tesis por lo que se recomienda tomar más parámetros para dicho diagnóstico.

Trabajar sobre la segunda etapa del sistema, en el que se realicen las descripciones de otros trastornos, mediante la incorporación de una base de hechos mejorada y modelos de dominios de aplicación.

Se recomienda utilizar otras herramientas como Redes Neuronales y los Algoritmos Genéticos, en la búsqueda de paradigmas que permitan el diseño e implementación de herramientas computacionales.

Bibliografía

[CONDE, 2003]	Tesis de Grado “Sistema Experto para el diagnóstico de la Ansiedad en personas mayores” realizado en el año 2003 por Carlos Conde Luna.
[BRITOS,2004]	“INGENIERÍA DE SISTEMAS EXPERTOS”, Britos P., Editorial Nueva librería, Buenos Aires Argentina
[MICHAEL D. POWERS, 2006]	“NIÑOS AUTISTAS”, guía para padres, terapeutas y educadoras, Editorial Trillas México.
[DONES, 2001]	“SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNOSTICO DE TRASTORNOS DEPRESIVOS”, Martin Dones Luengo, Universidad Pontificia Comilla, Madrid España
[GUIARRATANO, 1998]	“SISTEMAS EXPERTOS PRINCIPIOS DE PROGRAMACIÓN”, Guiarratano Riley, Tercera Edición.
[SAMPIERI, 2003]	“METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN”, Sampieri Hernández, C. Hernández, Mc. Graw Hill, México.
[VELÁSQUEZ, 2010]	“APUNTES DE SISTEMA EXPERTOS”, Universidad Mayor de San Andrés.
[DEGROOT, 2000]	“PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA”, Segunda Edición, Chile.
[MOYA, 2005]	“PROBABILIDAD E INFERENCIA ESTADISTICA”.7ma Edición, Editorial América, Lima.
[ESPECTRO AUTISTA, 2011]	Manual Diagnostico y Estadístico de Trastornos Mentales.

[CARLOS, 2004] Estudio de Trastornos del Espectro Autista
Instituto de Investigación de Enfermedades Raras-Instituto de Salud III

[OROZCO, 2008] SE para diagnóstico de trastornos mentales
Universidad Mayor de San Andrés.

[TRUJILLO,2013] Redes bayesianas discretas aplicadas al estudio de enfermedades en la paz

[FRANCESC. 2000] El autismo aspectos descriptivos y terapéuticos
Málaga

[FABIOLA DUERI, 2002] Visión global del autismo
Universidad Católica Boliviana

[ROMERO, 2007] Actividades de la Vida Diaria. Psicología,

[ABAD GRAU, 2003] Las redes bayesianas como sistemas de soporte a la decisión
Universidad de granada

[CIEMPOZUELOS, 2000] Guía de Práctica Clínica para el Manejo de Pacientes con Trastornos del Espectro Autista en Atención Primaria

[ESIDE, 2005] Sistemas Expertos, Redes Bayesianas y sus aplicaciones
Universidad de Deusto

DOCUMENTALES El laberinto del autismo:
http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=zgpqcaIa5bE

La cámara viviente. Dibujar Roma de memoria:
http://www.youtube.com/watch?v=JrhLWoMl7_Y
Redes. Autismo. Los incomunicados:
http://www.youtube.com/watch?v=p2rQlGBVdFs

Anexos

Entrevista al experto

Transcripción de la sesión

Experto: Educadora especial

1. ¿Qué es la TEA?

Para la mayoría, es una deficiencia en el desarrollo de por vida que no permite que individuos entiendan apropiadamente lo que miran, escuchan y de cierta manera sienten. Esto resulta en problemas sociales severos con respecto a relaciones sociales, comunicación y comportamiento. La mayoría de las personas con TEA tienen dificultad en el aprendizaje de patrones normales de lenguaje y/o comunicación, (comunicación no-verbal) la cual puede tomar la forma de tacto (objetos), dibujando líneas, fotos, escribiendo, etc. podrían entender muchas formas de comunicación y expresiones pero no podrían comunicarlas de la misma manera y forma apropiada para relacionarse con las personas, objetos y eventos.

2. ¿Es lo mismo hablar de autismo, de trastornos generalizados del desarrollo o de trastornos del espectro autista?

A fin de evitar la confusión generada por el uso sinónimo de términos que en realidad no lo son, es preciso clarificar, a riesgo de resultar redundantes, estos conceptos, y aclarar las normas de uso seguidas en la elaboración de esta sección de preguntas más frecuentes.

El término “autismo” se emplea generalmente, tanto en medios de comunicación como en entornos profesionales o asociativos, para definir sintéticamente a todos los trastornos incluidos en la actualidad bajo la denominación de “Trastornos Generalizados del Desarrollo”. De hecho no es un término que ya aparezca, como tal, aisladamente, en las clasificaciones internacionales. Hay también personas que utilizan el término autismo de una manera opuesta, es decir, restrictiva, para describir exclusivamente el trastorno autista contenido en los manuales clasificatorios

3. ¿Con que frecuencia ocurre el autismo?

Los estudios muestran que los TGD o TEA son bastante más frecuentes de lo que se pensaba cuando aún no conocíamos la variedad con la que estos trastornos se manifiestan.

Los TGD o TEA son tres o cuatro veces más frecuente en varones que en mujeres. Esta relación es dependiente del grado asociado de discapacidad intelectual. Así entre las personas con trastorno de Asperger la relación hombre / mujer es de 8 a 1; y en el

colectivo con discapacidad profunda la relación es 1a 1. El Síndrome de Rett afecta casi universalmente a mujeres. El trastorno desintegrativo infantil se presenta por igual en hombres que en mujeres.

4 ¿Cuáles son las causas del autismo?

Hace más de medio siglo, de acuerdo con las teorías imperantes en aquella época, se interpretó erróneamente que estos trastornos eran causados por los propios padres, que con su frialdad generaban estos problemas en sus hijos. Afortunadamente este cruel error ya ha sido subsanado. Todas las instituciones científicas internacionales reconocen que el autismo se debe a anomalías del sistema nervioso central, y tiene causas biológicas y no psicosociales.

En la actualidad, la evidencia científica plantea una visión multifactorial compleja, por interacción de diversos factores, genéticos y ambientales, sin que todavía se conozca exactamente cuáles son y cómo interactúan los posibles factores ambientales sobre la susceptibilidad genética.

5 ¿Cómo se diagnostica?

El TEA es un trastorno del desarrollo infantil. Esto es, se trata de un trastorno que se manifiesta en los primeros tres años de la vida y que se caracteriza porque no aparecen – o lo hacen de modo claramente desviado de lo esperable - algunos aspectos normales del desarrollo: las competencias habituales para relacionarse, comunicarse y jugar o comportarse como los demás.

El diagnóstico se establece cuando se observan los síntomas característicos. No hay un test o prueba médica que diga si una persona tiene o no autismo. El diagnóstico se hace observando la conducta de la persona, conociendo su historia del desarrollo y aplicando una batería de pruebas médicas y psicológicas para detectar la presencia de los signos y síntomas del autismo. A pesar de que el juicio clínico se basa en la observación del niño, los actuales criterios internacionales utilizados tienen la fiabilidad suficiente para asegurar, en mayor medida que en otros trastornos psiquiátricos infantiles, la validez del diagnóstico.

6 ¿Cuáles son los síntomas más característicos y frecuentes del TEA en niños pequeños?

No todos los niños presentan todos los síntomas descritos como clásicos y ninguno de ellos es patognomónico o decisivo. Consecuentemente, la ausencia de cualquiera de ellos no es excluyente del diagnóstico de autismo. Aunque algunos estudios e informes familiares señalan anomalías observables en

los primeros 12 – 18 meses de vida, es actualmente a partir de los 24 meses cuando se aprecian, con mayor intensidad, los síntomas característicos.

a) Alteraciones cualitativas en la interacción social

Las alteraciones sociales son el principal síntoma del autismo. Estas personas encuentran difícil ajustar su comportamiento al de los demás, ya que no entienden muy bien las convenciones y normas sociales. Suelen tener problemas para compartir el mundo emocional, el pensamiento y los intereses.

b) Alteraciones cualitativas de la comunicación

Los primeros estudios realizados en el autismo identificaban que un 50% de las personas afectadas no desarrollaban lenguaje hablado funcional a lo largo de su vida (si tenemos en cuenta el actual concepto de TGD o TEA, este porcentaje disminuye sensiblemente). Existen otros casos, que empiezan a hablar y que luego pierden su lenguaje.

c) Patrones restringidos de comportamiento, intereses y actividades

Las personas con autismo presentan intereses especiales, que no son frecuentes en otras personas de su edad (fascinación por partes de objetos, piezas giratorias, letras o logotipos, etc.), aunque lo más característico es que no comparten sus intereses con los demás. Pueden aparecer movimientos corporales estereotipados (aleteos, giros sobre uno mismo, balanceo, deambulación sin funcionalidad, etc.). El juego tiende a ser repetitivo y poco imaginativo (hacer hileras, agrupamientos, fascinación por contar y repetir, etc.). Muchas personas presentan ansiedad ante

los cambios de sus rutinas y/o del entorno (horarios, recorridos, objetos o personas que cambian su ubicación o postura, etc.). En las personas con mayor capacidad intelectual sus intereses restringidos son más sofisticados y pueden incluir el hacer colecciones, listados, recopilar datos sobre temas específicos: astronomía, monedas, mapas, trenes, programas informáticos, etc.

7. ¿Cómo se trata el autismo?

Hay que destacar que existe un consenso internacional de que la educación y el apoyo social son los principales medios de tratamiento. Estos aspectos han de ser complementados, en ocasiones, con la medicación y con otros programas terapéuticos como los programas para problemas específicos de conducta o la terapia cognitivo-conductual para los problemas psicológicos asociados en personas de más alto nivel de funcionamiento.

La educación ha de ser intensiva (esto es, tratando de conseguir que las personas clave en la educación del niño – padres y educadores – aprovechen todas las oportunidades naturales para aplicar el plan individualizado y/o generándolas si no ocurriesen de manera natural, a fin de conseguir como media – tal y como instituciones de referencia internacional han establecido – una dedicación de padres y educadores al plan establecido de al menos 25 horas semanales, incluidos los contextos naturales).

8. ¿Hay medicamentos para el autismo?

No existen todavía medicamentos específicos que influyan directamente en los síntomas del autismo. Sin embargo, se administra medicación psicotrópica a una parte significativa de este colectivo (entre un 30% y un 50% según los datos de diferentes programas nacionales o extranjeros) para tratar de disminuir otros

problemas que la persona pueda tener; con la esperanza de conseguir que su efecto les permita participar y beneficiarse de otras terapias (pedagógicas, psicosociales, lúdicas...) o mejore su calidad de vida.

9 ¿Qué pronóstico tiene el autismo? ¿Se puede ayudar a estas personas?

Hoy por hoy no tenemos una cura para el autismo y su pronóstico, en general, es poco alentador, especialmente si lo que se pretende es hacer desaparecer el trastorno. Los niños con autismo crecen para ser adultos con autismo y conocemos varios aspectos que influyen en el pronóstico. Unos son inherentes a cada caso concreto; así, aquellos niños que tienen una inteligencia – al menos una inteligencia no verbal –normal y adquieren lenguaje a los cinco – seis años tienen mejor pronóstico que quienes no cumplen ambos criterios. Se puede decir que cuantas más capacidades tiene la persona, mejor será su pronóstico, aunque ello no signifique su normal desenvolvimiento en la vida adulta. Así tenemos ejemplos de personas con trastorno de Asperger que han conseguido una vida adulta productiva y personalmente satisfactoria, mientras que otros con el mismo trastorno no lo han conseguido

10. ¿Qué tan severos son los problemas de comportamiento en las personas con autismo?

El autismo y los problemas en el rango de comportamiento van desde severo hasta leve. Los problemas de comportamiento severos toman una forma altamente inusual, y en unos casos, hasta el comportamiento es de auto-daño. Estos comportamientos pueden persistir y son difíciles de cambiar. Cuando es moderado, autismo es una incapacidad de comportamiento. Usualmente, de una forma, personas las cuales son afectadas medianamente son substancialmente incapacitadas debido a la deficiencia que presentan en el área de comunicación y socialización

11. ¿Las personas con autismo pueden ser ayudadas?

Si, el autismo es tratable. Estudios muestran que todas las personas que tienen autismo pueden mejorar significativamente con una intervención apropiada. Muchos individuos con autismo eventualmente responden a otros en forma que entienden más el mundo lo que está alrededor de ellos.

12. ¿Cómo podrían las personas con autismo aprender mejor?

Con tratamientos especiales y apropiados los padres, profesores, niñeras etc., con el uso de programas especiales y estructurados que enfaticen instrucciones en forma individual, estas personas podrían aprender a funcionar en su hogar y en la comunidad. Algunos pueden llevar una vida normal.

13. ¿Qué clase de trabajos pueden desempeñar individuos con autismo?

En general, individuos con autismo rinden mejor en trabajos que son estructurados y que envuelven un grado de repetición. Algunas personas que son autistas han trabajado como artistas, afinado de piano, pintores, trabajadores en granjas, trabajo de oficina, operadores de computadoras, lava platos, línea de ensamble, o trabajadores competentes en lugares de refugio.

14. ¿Qué clase de entretenimiento personas con autismo pueden hacer y de la misma forma disfrutarlo?

Individuos con autismo a menudo disfrutan las mismas actividades de recreación como sus no-incapacitados compañeros. Algunas como la música, natación, escalar, resolver rompecabezas, jugar juegos de mesa, etc. Los entrenamientos más disfrutados son los simples, los juegos previsibles, que ellos pudieran tener control.

15. ¿Qué servicios adicionales se necesitan para niños con Autismo?

Niños con autismo necesitan: asistencia en cuido, antes, después y durante la escuela, programas de verano, programas de recreación, otras opciones de vivienda residencial, entrenamientos PRE-vocacionales, programas de escuela durante el verano.

PROGRAMA ELVIRA

INTRODUCCIÓN

El programa Elvira es fruto de un proyecto de investigación financiado por la CICYT y el Ministerio de Ciencia y Tecnología, en el que participan investigadores de varias universidades españolas y de otros centros.

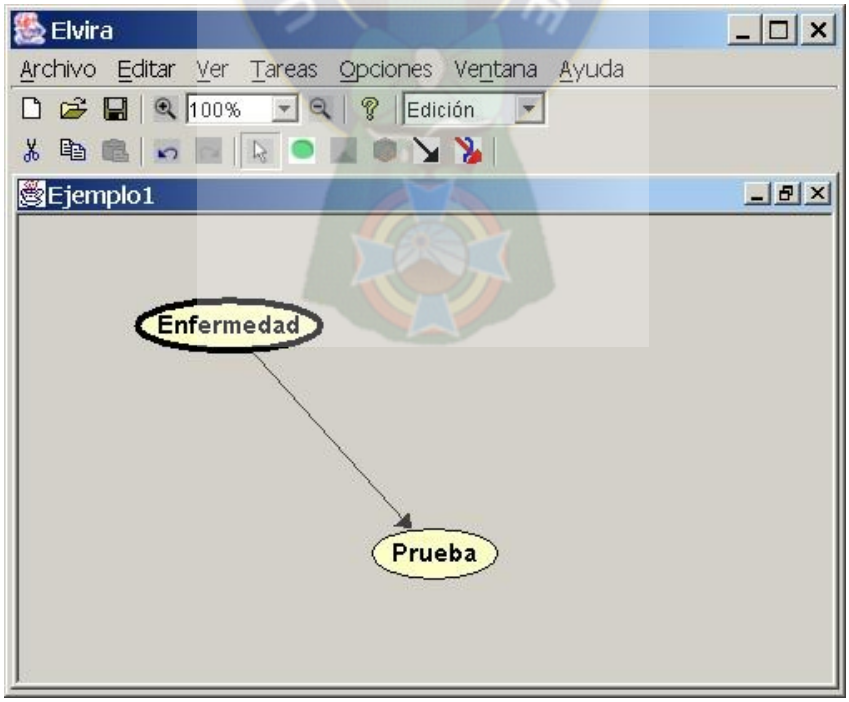
El programa Elvira está destinado a la edición y evaluación de modelos gráficos probabilistas, concretamente redes bayesianas y diagramas de influencia. Elvira cuenta con un formato propio para la codificación de los modelos, un lector-intérprete para los modelos codificados, una interfaz gráfica para la construcción de redes, con opciones específicas para modelos canónicos (puertas OR, AND, MAX, etc.), algoritmos exactos y aproximados (estocásticos) de razonamiento tanto para variables discretas como continuas, métodos de explicación del razonamiento, algoritmos de toma de decisiones, aprendizaje de modelos a partir de bases de datos, fusión de redes, etc.

Elvira está escrito y compilado en Java, lo cual permite que funcione en diferentes plataformas y sistemas operativos (MS-DOS/Windows, Linux, Solaris, etc.).

PRIMEROS PASOS: REDES BAYESIANAS

PRESENTACIÓN

La pantalla principal de Elvira consta de los siguientes elementos:



En la barra de menú ofrece siete opciones: *Archivo*, *Editar*, *Ver*, *Tareas*, *Opciones*, *Ventana* y *Ayuda*, aunque, lamentablemente, la versión actual de Elvira no ofrece ayuda en-línea.

En la primera barra de herramientas hay botones para crear, abrir y guardar redes, hacer zoom, obtener información sobre Elvira y seleccionar el modo básico: *Edición*, *Inferencia* o *Aprendizaje*.

La segunda barra de herramientas varía dependiendo del modo básico en que nos encontremos: *Edición*, *Inferencia* o *Aprendizaje*. La barra de edición, que es la que aparece en la figura anterior, tiene botones para cortar, copiar, pegar, deshacer/rehacer cambios y cinco botones para escoger la herramienta de edición, que puede ser una de las cinco siguientes:

- seleccionar
- añadir nodo aleatorio
- añadir nodo decisión (sólo está activo para diagramas de influencia)
- añadir nodo utilidad (sólo activo para diagramas de influencia)
- añadir enlace

Debajo de la barra de herramientas hay un espacio destinado a mostrar la ventana de mensajes y las redes abiertas. En la figura anterior se muestra la redEjemplo1.

CREACIÓN Y EDICIÓN DE REDES

Supongamos que queremos resolver el siguiente ejemplo mediante Elvira:

Ejemplo 1. Para una enfermedad que tiene una prevalencia del 8% existe una prueba que tiene una sensibilidad del 75% y una especificidad del 96% respecto de dicha enfermedad. ¿Cuáles son los valores predictivos de la prueba?

Vemos que en este problema intervienen dos variables: Enfermedad y Prueba. La enfermedad puede tener dos valores, presente y ausente, y la prueba puede dar dos resultados, positivo y negativo. Dado que la primera variable influye causalmente sobre la segunda, vamos a trazar un enlace Enfermedad->Prueba.

DEFINICIÓN DE LA RED

Para definir una red en Elvira, pulsamos pulsamos el icono *Crear nueva red* (🗋), que se encuentra en la primera barra de herramientas. Se abrirá la ventana *Propiedades de la red*. El *tipo de red* que Elvira escoge por defecto es *Red bayesiana*, así que no necesitamos modificar este valor. En el campo *Nombre de red*, podemos escribir Ejemplo1. Luego pulsamos el botón *Aceptar*.

ESTRUCTURA DE LA RED

Para crear los nodos, vamos a la segunda barra de herramientas, pulsamos sobre el icono *Añadir nodo aleatorio* ( ).

Luego hacemos clic en el lugar donde queremos que aparezca el nodo Enfermedad. Haciendo doble-clic sobre este nodo, se abre la ventana *Propiedades de nodo*. En el campo *Título* de esta ventana escribimos Enfermedad. Pulsando en la pestaña *Valores* de la misma ventana podemos comprobar que los valores que Elvira ha asignado por defecto a esta variable son "presente" y "ausente", precisamente los que nosotros deseábamos. Por eso pulsamos el botón *Aceptar*.

Del mismo modo creamos un segundo nodo, hacemos doble-clic sobre él para abrir la ventana *Propiedades de nodo*, y en el campo *Título* escribimos Prueba. En la pestaña *Valores* de esta ventana, vamos al campo *Tipo de valores* y en la lista desplegable seleccionamos *Positivo-Negativo*. Luego pulsamos en *Aceptar* para cerrar la ventana.

Para completar la estructura de la red, vamos a añadir un enlace desde primer nodo hasta el segundo. Primero hemos de cambiar de la herramienta *Añadir nodo aleatorio* ( ) a *Añadir enlace dirigido* ( ), que está también en la segunda barra de herramientas. Después hay que arrastrar el ratón desde el nodo origen, Enfermedad, hasta el nodo destino, Prueba. ("Arrastrar" significa pulsar con el botón izquierdo del ratón sobre el nodo Enfermedad y, sin soltar el botón, desplazamos el puntero hasta el nodo Prueba.) El resultado debe ser similar al que aparece en la figura anterior.

Si desea mover de posición un nodo, cambie a la herramienta *Selección* pulsando en el icono correspondiente de la segunda barra de herramientas ( ) y arrástrelo con el ratón.

Nota sobre los nombres de los nodos. En Elvira cada nodo tiene un nombre y, opcionalmente, un título. La diferencia es que el nombre es más restrictivo en cuanto al tipo de caracteres que puede contener; por ejemplo, el nombre no puede contener espacios, mientras que el título sí. Además, Elvira a veces da problemas cuando el nombre de un nodo tiene eñes o caracteres acentuados. Por eso recomendamos que el nombre contenga sólo letras (excepto la "ñ") sin acentuar, números y el guión bajo, "_".