



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA EL
DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN
NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS**

MÓNICA MARICELA CHAMAY CASTRO

Asesorada por el Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Guatemala, noviembre de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA EL
DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN
NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MÓNICA MARICELA CHAMAY CASTRO

ASESORADA POR ING. MARLON ANTONIO PÉREZ TURK

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS
GUATEMALA, NOVIEMBRE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOVAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Inga. Virginia Victoria Tala Ayerdi
EXAMINADOR	Ing. Ricardo Morales Prado
EXAMINADOR	Ing. Edgar Estuardo Santos Sutuj
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA EL
DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN
NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MÓNICA MARICELA CHAMAY CASTRO

ASESORADA POR ING. MARLON ANTONIO PÉREZ TURK

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2005

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA EL
DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN
NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS,**

tema que me fuera asignado por la Coordinación de la carrera de ciencias y sistemas de la Facultad de Ingeniería con fecha enero 2004.

Mónica Maricela Chamay Castro



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS**

Guatemala 6 de Agosto de 2005

Ingeniero
Carlos Alfredo Azurdia Morales
Coordinador de Privados y Revisión de Trabajos de Graduación
Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Azurdia:

Por medio de la presente, me permito informarle que he asesorado y revisado el trabajo de graduación titulado: **"UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA EL DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN NIÑOS CON SINDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS"**, elaborado por la estudiante **Mónica Maricela Chamay Castro**, que a mi juicio cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente, me suscribo de usted,

Atentamente,


Ing. Marlon Antonio Pérez Turk
Asesor



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE CIENCIAS Y SISTEMAS

Guatemala 9 de Agosto de 2005

Ingeniero
Jorge Armin Mazariegos
Coordinador de la Carrera de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetables Ingeniero:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación de la estudiante **MONICA MARICELA CHAMAY CASTRO**, titulado: **"UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA EL DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN NIÑOS CON SINDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS"**, y que de acuerdo a mi criterio el mismo cumple con los objetivos definidos al inicio.

Sin otro particular me suscribo de usted,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
Y Revisión de trabajos de Graduación



Universidad de San Carlos
De Guatemala

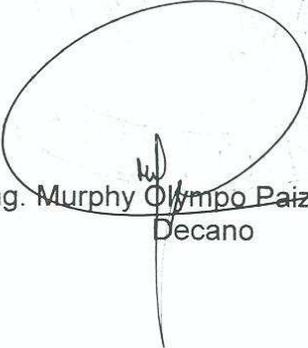


Facultad de Ingeniería
Decanato
Tels. 24706579 Exts. 101-102-114
Fax: 24700365

Ref. DTG.511.05

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado: **UN SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA EL DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DE LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS**, presentado por la estudiante universitaria **Mónica Maricela Chamay Castro**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, Noviembre de 2005

AGRADECIMIENTOS

Sinceros agradecimientos A

Ing. Marlon Pérez Turk

Por el tiempo, conocimientos y disposición que dedico lo cual hizo posible lograr un resultado exitoso en este trabajo de graduación.

Lic. Silvia Molina de Bihl

Por la ayuda incondicional brindada, por sus conocimientos compartidos y el tiempo de trabajo en conjunto los cuales fueron de gran ayuda en la elaboración del presente trabajo.

DEDICATORIA

Dios

Todo poderoso, Padre, Amigo y Maestro, quien me brindo su ayuda y la inteligencia necesaria para comprender los conocimientos que me fueron impartidos y sobre todo por su fidelidad, a quien debo todo lo que soy y llegaré a ser.

Mis Padres

Vilma Esperanza Castro Licona y Jesús Santiago Chamay

Por haberme enseñado a confiar siempre en Dios y apoyarme en el en todo momento, porque la fe en El es la mas grande herencia que me han legado, gracias por su apoyo incondicional que en ningún momento me faltó.

Mis hermanos

Ariel, Gerson, Eunice(Aunque ya no con nosotros sigue siendo parte de nuestra vida), Esdras, Josué, David, Priscila, Daniel, Otoniel, Raquel y Benjamín, por su apoyo y cariño que fue una de las fuentes de fortaleza que Dios me regalo, el me puso para ser su hermana mayor y solo deseo que vean en mi algo de lo mucho que ustedes pueden alcanzar.

Mi Pastor, Familia e Iglesia

Porque siempre conté con su apoyo, sus oraciones y su ejemplo de fe inconvencible, por ser las personas que Dios puso en mi vida para guiarme por el camino de la vida.

Mis amigos:

Juan Indekeu, Edgar Gonzáez, Ervin Ruiz, Ronald Alvarado, Mónica Bautista, Hector Mendía, Luis Alonzo, Sheyla Sosa, Juan Rene Simón,

Walter Minchez, Laura Chacon, Gracias por su amistad, apoyo y tiempo compartido, sinceramente deseo que Dios los bendiga y recompense.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO.....	VII
RESUMEN.....	IX
OBJETIVOS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XIII
1. SÍNDROME DE DOWN, FUNCIONAMIENTO DEL CEREBRO Y SISTEMAS EXPERTOS UN PANORAMA GENERAL.	
1.1 Introducción.....	1
1.2 El cerebro.....	1
1.2.1 Funcionamiento de la memoria.....	3
1.2.2 Memoria a corto plazo.....	4
A. Memoria a corto plazo y aprendizaje.....	5
B. Memoria auditiva a corto plazo.....	6
C. Memoria visual a corto plazo.....	7
1.3 El Síndrome de Down.....	7
1.4 El cerebro y el Síndrome de Down.....	9
1.5 Intervención temprana en la Educación de Niños con Síndrome de Down.....	11
1.6 Memoria y Síndrome de Down.....	15
1.6.1 Memoria a corto plazo y Síndrome de Down.....	16
1.6.2 Memoria a corto plazo en niños con Síndrome de Down Comprendidos en la edad de 7 a 12 años.....	17
A. Memoria auditiva a corto plazo en niños con Síndrome de Down.....	18

	B.	Memoria visual a corto plazo en niños con Síndrome de Down.....	19
1.7		Introducción a Sistemas Expertos.....	20
1.8		Sistemas Expertos en la Medicina.....	24
1.9		Computación y el Síndrome de Down.....	28
	1.9.1	Panorama General.....	28
	1.9.2	Herramientas Audiovisuales y su utilización.....	29
	1.9.3	Sistemas expertos aplicados al síndrome de Down.....	30
2.		ANÁLISIS DEL SISTEMA DE APOYO AL EDUCADOR PARA NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS, MEMORIA A CORTO PLAZO	
2.1		Introducción.....	31
2.2		Métodos de medición del grado de desarrollo de la memoria auditiva a corto plazo.....	31
	2.2.1	Datos del funcionamiento de la memoria auditiva a corto plazo a analizar	34
	2.2.2	Evaluación Auditiva a realizar en el sistema	37
	2.2.3	Tipos de herramientas audiovisuales específicas a utilizar.....	39
2.3		Métodos de medición del grado de desarrollo de la memoria Visual a corto plazo.....	39
	2.3.1	Datos del funcionamiento de la Memoria visual a corto plazo a analizar.....	40
	2.3.2	Evaluación Visual a realizar en el sistema experto.....	45
	2.3.3	Tipos de Herramientas Audiovisuales específicas a utilizar.....	46

3	DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA MEJORAR Y DESARROLLAR LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN COMPRENDIDOS EN LA EDAD DE 7 A 12 AÑOS	
3.1	Introducción.....	47
3.2	Proceso de deducción.....	47
3.3	Diseño audio visual de la prueba para la medición de la memoria auditiva a corto plazo a utilizar en el Sistema experto.....	50
3.4	Diseño audio visual de la prueba para la medición de la memoria visual a corto plazo a utilizar en el Sistema experto.....	52
3.5	Ejercicios audio visuales a utilizar en el sistema experto para el mejoramiento de la memoria a corto plazo en el niño con S.D. comprendido en la edad de 7 a 12 años dependiendo su nivel psicológico.....	53
3.6	Herramientas audio visuales a utilizar.....	54
3.7	Reglas.....	54
3.8	Diseño de interfaz grafica	55
3.9	Iteración y ayuda de las herramientas audio visuales.....	57
3.10	Requerimientos básicos.....	57
	3.10.1 Hardware.....	57
	3.10.2 Software.....	58
	3.10.3 Recursos humanos.....	58
	CONCLUSIONES.....	59
	RECOMENDACIONES.....	61
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ELECTRÓNICAS.....	64

BIBLIOGRAFÍA.....	65
BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA.....	66
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de Flujo del Proceso de evaluación	50
2.	Análisis prueba auditiva	51
3.	Análisis prueba visual	52
4.	Pantalla Inicial del Sistema	55
5.	Pantalla inicial de la prueba	56
6.	Segunda parte de la Prueba	56

TABLAS

I.	Comparación entre un sistema clásico de procesamiento y un sistema experto	21
II.	Modelos funcionales de los sistemas expertos	23
III.	Evaluación Auditiva	38
IV.	Evaluación Visual	46

GLOSARIO

- Síndrome** Asociación de síntomas y de signos que pueden presentarse como denominador común a algunas enfermedades. Ejemplo: el síndrome de inmunodeficiencia constituye lo esencial del sida, pero puede encontrarse en diferentes cuadros como en enfermedades congénitas, inmunodeficiencia congénita, tumorales, leucemia o medicamentosas, tratamiento inmunodepresor de injertos.
- Memoria** La capacidad para recordar o reconocer datos, personas, actividades en el pasado.
- Inteligencia Artificial** Dígase de la ciencia que intenta la creación de programas para máquinas que imiten el comportamiento y la comprensión humana, que sea capaz de aprender, conocer y pensar.
- Sistema** Llamase así al conjunto de elementos relacionados entre sí, con un nivel de orden, que tienen un objetivo a razón de ser. Cada elemento de sistema tiene propiedades. El sistema completo actúa en un ambiente que tiene cierta influencia en él.
- Sistema Experto** Se da este nombre al tipo de programa de aplicación informática que adopta decisiones o resuelve problemas de un determinado campo. Un sistema experto tiene dos componentes principales: Reglas analíticas implementadas en una máquina de deducción y una base de conocimiento. La base de conocimientos proporciona hechos, objetivos y reglas sobre el tema, mientras que la máquina de deducción proporciona la capacidad de razonamiento que permite al sistema experto extraer conclusiones.

RESUMEN

Actualmente, se puede apreciar cada día en todas las áreas donde interviene la mano humana, como la automatización esta haciéndose presente, y, en lo referente a la educación especial, se están utilizando herramientas informáticas para ayudar al desarrollo de los niños y personas adultas que necesiten este tipo de educación, aunque en lo referente al Síndrome de Down no se han desarrollado este tipo de herramientas específicas que ayuden en el avance del aprendizaje y desarrollo de los niños con este problema.

En este trabajo se desarrolló un sistema experto, orientado, específicamente, a servir de apoyo al educador para el desarrollo y mejoramiento de la memoria a corto plazo en niños con Síndrome de Down, fue diseñado para evaluar al niño y luego proporcionar una guía de ejercicios a realizar con el fin de mejorar la memoria a corto plazo, vital para el aprendizaje del niño.

Se trata de hacer uso de la Inteligencia Artificial para la implementación de un Sistema que lejos de ser complicado, ayude de manera sencilla a los profesionales de la educación especial o bien a los padres, al evaluar al paciente en el área de la memoria visual y auditiva a corto plazo, se hizo una basta investigación respecto la forma en que los profesionales de la educación especial proceden a la evaluación y, luego, a la presentación de un diagnóstico y rutina de ejercicios prácticos para lograr la superación de los pacientes, en este caso, niños en las distintas áreas, entre ellas, la memoria visual y auditiva a corto plazo.

OBJETIVOS

- **General**

Realizar la implementación de un Sistema experto que sirva de apoyo al educador en la evaluación, desarrollo y mejoramiento de la memoria a corto plazo en niños con Síndrome de Down.

- **Específicos**

1. Describir, brevemente, el grado de avance de la informática y la Inteligencia artificial en la educación de niños con Síndrome de Down.
2. Realizar el análisis correspondiente al diseño del sistema experto, basado en métodos de inteligencia Artificial, que evalúe y brinde un diagnóstico y una guía para desarrollar y mejorar la memoria a corto plazo en niños con Síndrome de Down en edad de 7 a 12 años.
3. Realizar el Diseño para la elaboración del Sistema experto capaz de servir de apoyo al educador en el desarrollo y mejoramiento de la memoria a corto plazo en niños con Síndrome de Down en edad de 7 a 12 años.
4. Realizar la Implementación del Sistema Experto.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se puede observar el gran avance que se ha logrado en distintas áreas, especialmente lo referente a la computación y la informática.

Utilizando la Inteligencia artificial, se le ha permitido al hombre poder automatizar tareas de suma importancia que requieren el uso, valga la redundancia, de la inteligencia humana, entre ellas la educación especial.

La mayoría de los casos de las personas que requieren educación especial, en particular los niños con Síndrome de Down, no tienen un patrón de avance y comportamiento definido y se requiere de la experiencia del educador para deducir el nivel de avance del paciente, haciendo uso de pruebas psicológicas para, posteriormente, deducir el tipo de ejercicios que el niño debe realizar para superar su nivel psicológico y educacional.

Este trabajo presenta un Sistema experto que automatiza la evaluación y diagnóstico de la memoria a corto plazo visual y auditiva en niños con Síndrome de Down en edad de 7 a 12 años y provee una guía de ejercicios sugeridos adecuados para lograr un avance en el niño, de tal manera que los mismos ayuden a la superación del paciente, evitando algún trauma al ponerle ejercicios no adaptados a su nivel psicológico.

En el capítulo 1 se introducen los conceptos básicos acerca de la educación de niños con Síndrome de Down, así como, también, una introducción al papel que, actualmente, juega la informática en el área de la educación especial, lo cual sirve de base para el diseño del sistema en el capítulo 2 y esté, a su vez en el capítulo 3, donde se realiza el diseño de Sistema experto para su posterior implementación.

1. SÍNDROME DE DOWN, FUNCIONAMIENTO DEL CEREBRO Y SISTEMAS EXPERTOS UN PANORAMA GENERAL.

1.1 Introducción

El síndrome de Down es la causa clínica más común de retardo mental en el mundo. Ocurre uno cada 1500 a 2000 nacimientos si la madre tiene menos de 25 años. Ocurre uno cada 400 nacimientos si la madre es mayor de 35 años y uno cada 40 nacimientos si la madre es mayor a los 45 años. Una madre con niño que tiene el síndrome, tiene posibilidad del 25% de tener otro hijo con el síndrome en un nuevo embarazo.

Esto implica una gran necesidad de atención al problema especialmente en el área de la enseñanza y aprendizaje, dado que el aprendizaje en los niños se da con bastante dificultad.

1.2 El cerebro

El cerebro es el órgano más característico del ser humano, aunque pocas veces se suele detenerse a pensar en la importancia que tiene dentro de la regulación de las actividades cotidianas.

Anatómicamente el cerebro es la parte más voluminosa del encéfalo y está dividido por un surco central llamado cisura longitudinal en los hemisferios derecho e izquierdo, a la vez unidos por el cuerpo caloso.

El cerebro contiene varios billones de células, de las que 100.000 millones son neuronas y posee casi 100 trillones de interconexiones en serie y en paralelo que proporcionan la base física que permite el funcionamiento cerebral. Gracias a los circuitos formados por las células nerviosas o neuronas, es capaz de procesar información sensorial procedente del mundo exterior y del propio cuerpo.

El cerebro desempeña funciones sensoriales, funciones motoras y funciones de integración menos definidas asociadas con diversas actividades mentales. Algunos procesos que están controlados por el cerebro son la memoria, el lenguaje, la escritura y la respuesta emocional.

El funcionamiento del cerebro se basa en el concepto de que la neurona es una unidad anatómica y funcional independiente, integrada por un cuerpo celular del que salen numerosas ramificaciones llamadas dendritas, capaces de recibir información procedente de otras células nerviosas, y de una prolongación principal, el axón, que conduce la información hacia las otras neuronas en forma de corriente eléctrica. El hemisferio cerebral izquierdo está especializado en producir y comprender los sonidos del lenguaje, el control de los movimientos hábiles y los gestos con la mano derecha. El hemisferio derecho está especializado en la percepción de los sonidos no relacionados con el lenguaje (música, llanto...), en la percepción táctil y en la localización espacial de los objetos. La memoria está vinculada al sistema límbico, situado en el centro del encéfalo. Por lo que respecta a las emociones, se sabe que el hipocampo controla la sed, el hambre, la agresión y las emociones en general. Se postula que los impulsos procedentes de los lóbulos frontales se integran en el sistema límbico, llegando al hipotálamo, estructura que a su vez regula el funcionamiento de la glándula hipofisaria, productora de varias hormonas.

Es en el córtex donde se integran las capacidades cognitivas, donde se encuentra la capacidad de ser conscientes, de establecer relaciones y de hacer razonamientos complejos. Lo que se llama sustancia gris es una pequeña capa que recubre el resto del cerebro.

El procesamiento de la información sensorial recogida del mundo, las respuestas motrices y emocionales, el aprendizaje, la conciencia, la imaginación y la memoria son funciones que se realizan por circuitos formados por neuronas interrelacionadas a través de los contactos sinápticos.

Es por este motivo que el funcionamiento cerebral se asemeja, en parte, a una computadora. Pero el cerebro es muchísimo más complejo que un ordenador, ya que está dotado de propiedades que solo proporciona su naturaleza biológica.

1.2.1 Funcionamiento de la memoria

La memoria es un proceso que permite registrar, codificar, consolidar y almacenar la información de modo que, cuando la necesitemos, podamos acceder a ella y evocarla. Es, pues, esencial para el aprendizaje.

La memoria es un mecanismo de grabación, archivo y clasificación de información, haciendo posible su recuperación posterior. En sentido estricto se puede identificar con la capacidad de grabación, ya se sabe que tan importante es esa grabación como el contenido y estructura de la información.

La memoria no es única sino que adopta distintas formas que dependen de estructuras cerebrales muy distintas.

Un aspecto interesante es que la memoria funciona mucho más eficazmente cuando algo se aprende en un ambiente agradable y relajado.

- **Estratificación de la memoria**

Se conoce que la memoria tiene diversos grados de retención temporal de la información. Datos que la memoria proporciona, desaparecen con el paso del tiempo. Otra información cuesta más localizarla en la memoria y no es tan exacta como lo era antes, no sólo no es exacta, sino que se puede notar que, en realidad se está reconstruyendo la información a partir de unos pocos datos, etc.

1.2.2 Memoria a corto plazo

En esta memoria se encuentra toda la información que se ha tratado desde la última vez que se hizo la labor de mantenimiento o limpieza del sistema, es decir, desde la última oportunidad en que se durmió el tiempo suficiente para realizar dicha labor.

El grado de conservación o estado de la información dependerá del tiempo mencionado y, por supuesto, de la capacidad fisiológica o genética de cada individuo. Esta memoria se alimentará principalmente de la información que haya pasado por la memoria auxiliar de trabajo, tanto proveniente de la memoria a medio y largo plazo como de la experiencia y razonamiento del tiempo mencionado.

Por evolución histórica, el tiempo en que está memoria es más eficaz se corresponde con **16 horas aproximadamente**, reservando **8 horas diarias para su mantenimiento**.

A. Memoria a corto plazo y aprendizaje

El aprendizaje es más que un conjunto de habilidades. Es un proceso esencial del comportamiento del ser humano que parte de la experiencia vital y que incide tanto en la adquisición de conocimientos como en el desarrollo de su personalidad y en la expresión de los sentimientos.

La memoria a corto plazo u operacional permite mantener la información durante un máximo de 30 segundos; se utiliza para retener la información según va llegando con el fin de realizar con ella actividades cognitivas básicas e inmediatas (comprensión, razonamiento, cálculo). Su capacidad es limitada (¿cuántos dígitos o palabras seguidas retienes?) pero ha de ser fácilmente accesible para que el razonamiento y el pensamiento sean fluidos.

El desarrollo de esta memoria en el ser humano depende en gran medida del lóbulo frontal del cerebro en conexión con importantes áreas cerebrales de asociación, con el hipocampo y con la corteza cingulada.

Podrá observar la importancia fundamental que tiene la memoria en todo el proceso cognitivo. Sin ella no hay aprendizaje; más aún, no hay posibilidad de conducta que tenga una finalidad porque la persona carece de códigos aprendidos.

La **memoria operacional u operativa** (memoria de trabajo) se refiere al sistema de memoria que, de modo inmediato, se encarga de manejar la información que acabamos de recibir y codificar, proveniente del ambiente. También puede encargarse de la información que hemos de extraer de los sistemas de **memoria a largo plazo** conforme se la vamos necesitando o evocando.

La memoria operacional, en definitiva, es el 'modo' de operar o de trabajar de la **memoria a corto plazo**, que es la que determina la amplitud, extensión o número de elementos (palabras, frases, dígitos, objetos) que uno puede evocar de forma inmediata. Tiene, por tanto, un límite en su capacidad de retención (número de elementos a retener) y un límite en el tiempo (tiempo de evocación).

B. Memoria auditiva a corto plazo

La memoria auditiva a corto plazo desempeña un papel central y extraordinariamente importante en casi toda la actividad cognitiva consciente. La intensidad y cualidad de este tipo de memoria establece los límites sobre los sistemas de procesamiento de orden superior, como son los cognitivos, los propios del lenguaje, de la lectura o del cálculo.

Por ejemplo, cuando uno escucha un mensaje verbal, la persona oye sonidos que se suceden en un orden determinado y ha de interpretar de algún modo su significado.

La memoria operacional coordina este procesamiento, instante a instante, gracias al cual los sonidos que penetran son interpretados como palabras, las palabras se convierten en significado, se interpretan las estructuras gramaticales, y finalmente se comprende el significado del mensaje.

C. Memoria visual a corto plazo

A este tipo de memoria también se le puede llamar, el **bloque de esquemas viso-espaciales** procesa la información **visual y la espacial**, con una limitación que también abarca la capacidad de retención y el tiempo. Se ubican en áreas cerebrales relacionadas con la visión e identificación de objetos y con su localización en el espacio.

1.3 El síndrome de Down

Este síndrome es una de las anomalías más frecuentes y constituye la principal causa congénita de retraso mental de todas las de etiología u origen conocido.

La causa es la existencia de un cromosoma extra en el par 21. Las células del cuerpo humano contienen 46 cromosomas repartidos en 23 pares (22 de ellos se denominan autosomas o cromosomas ordinarios y un par contiene los ligados al sexo –XY o XX según sea hombre o mujer-). En las personas con síndrome de Down se da la presencia de 47 cromosomas en las células y ese cromosoma suplementario se encuentra en el par 21.

Los genes son normales pero el número excesivo y no es posible que exista un solo cromosoma cuyos genes no intervengan en el mantenimiento del desarrollo equilibrado del cerebro.

“La ausencia de uno de ellos o la presencia de uno de más, siempre redundan en una alteración del desarrollo del cerebro y en la consiguiente aparición de la discapacidad mental”.

“Toda trisomía cursa con deficiencia mental, aunque el cromosoma sea de los más pequeños como es el caso del 21” (Florez, 1994, 1991). Alrededor del 98% de los casos, según Rondal, (un 95% según Abrisqueta, 1993 y Cunningham, 1990) se deben a un error en la distribución cromosómica que interviene antes de la fertilización o durante la primera división celular del óvulo fertilizado que va a formar el embrión. Estos son los denominados casos de “trisomía regular”. Un 1% aprox. (un 4% según otros autores) se debe a un error de distribución en la segunda o tercera división celular. El embrión se desarrollará con una mezcla de células normales y de trisómicas. Son los denominados casos de “mosaicismo”. Aproximadamente el 2% restante, se debe a una “traslocación”. La unión o una parte de un cromosoma es afectado en una parte o en la totalidad por otro cromosoma. Esta forma de trisomía parece ser más frecuente en los padres jóvenes y cuando se dan antecedentes familiares (Abrisqueta, 1993, citado por Sánchez, J.).

Hay una serie de características que presenta en mayor o menor grado toda la población nacida con este síndrome; son inherentes al mismo. Algunas, como los rasgos faciales son propias de él; la hipotonía muscular es otro de los rasgos acusados en los primeros años de vida. La población con síndrome de Down presenta asimismo retraso mental de distinto grado.

Las siguientes características se presentan con mucha frecuencia en estos niños y niñas: lesiones cardíacas (una de cada dos personas) y procesos relacionados con infecciones que contraen con mucha asiduidad y que suelen producir deficiencias de tipo auditivo y éstas acusan aún más las dificultades en la adquisición y el desarrollo del lenguaje derivadas de las limitaciones cognitivas, del retraso mental.

La intensidad de la alteración cerebral no guarda relación con la alteración de otros órganos. Unos rasgos faciales muy acusados no indican necesariamente que la alteración cerebral deba ser mayor en esa persona que en otra cuyos rasgos sean menos marcados.

1.4 El cerebro y el síndrome de Down

La ausencia de cualquier cromosoma o la presencia de uno de más (como es el caso de la trisomía del par 21 o síndrome de Down) indefectiblemente redundan en una alteración del desarrollo del cerebro y en la consiguiente aparición de la discapacidad intelectual.

Ahora bien, conviene tener muy en cuenta varios principios.

a) La intensidad de la alteración del cerebro en una determinada persona no guarda relación con la que pueda aparecer en otro de sus órganos. Es decir, una persona puede tener unos rasgos faciales muy acusados, o una malformación congénita grave y el daño cerebral puede ser menor.

b) En la disgenesia cerebral no sólo influye el cromosoma 21 extra sino también el juego de fuerzas y relaciones que se haya establecido entre los genes de ese cromosoma y los demás cromosomas, que dependen de la herencia de los padres.

c) Si la herencia juega un papel evidente, ninguna función del organismo se encuentra tan sometida a la influencia del ambiente, es decir, de la educación, como la función intelectual. Por tanto, una buena base genética con una escasa formación o ambiente para poco sirve; una base genética alterada con una formación enriquecedora y constante, consigue superarse.

d) Como consecuencia de lo anterior, nadie está en condiciones de poder afirmar, ni en el momento del nacimiento ni muchos meses después, hasta qué nivel cognitivo podrá avanzar y llegar un niño con síndrome de Down. El esfuerzo de la familia, bien dirigida por los profesionales deberá ser constante y esencialmente optimista. Si de entrada acepta que uno **sus hijos** no podrá llegar a hacer esto o lo otro (sin perder realismo, claro está), jamás intentaremos conseguirlo y los niños no lo conseguirán. Ha sido, precisamente, el empuje de muchos padres que no hacían caso de los malos augurios el que ha ido derribando murallas en el avance cognitivo de las personas con síndrome de Down.

- **Las alteraciones cerebrales en el síndrome de Down**

En el síndrome de Down se aprecian varias alteraciones cerebrales que explican las dificultades con que determinados grupos neuronales pueden expresarse. Estas alteraciones parecen deberse tanto a problemas de desarrollo -disgenesia- como a la presencia de factores tóxicos que pueden lesionar la vida neuronal. Como consecuencia de ello se observa:

a) La disminución de determinados tipos de neuronas situadas en la corteza cerebral, quizá las neuronas que mejor sirven para asociar e integrar la información;

b) La alteración en la estructura y una disminución en el número de las espinas dendríticas que conforman parte del aparato receptor de la neurona;

c) La reducción en el tamaño de ciertos núcleos y áreas cerebrales, como es el caso del hipocampo, del cerebelo y de algunas áreas de la corteza prefrontal;

d) La menor eficacia en la organización bioquímica por la cual las señales que recibe la neurona se integran para originar una respuesta.

Parte de estas alteraciones se han podido apreciar en ciertas áreas de asociación de la corteza cerebral, hipocampo y cerebelo; es decir, zonas que tienen como objetivo almacenar, recapitular, integrar y cohesionar la información para organizar la memoria, la abstracción, la deducción y el cálculo. En consecuencia, las órdenes que recibe ese cerebro serán más lentamente captadas, procesadas, interpretadas e incompletamente elaboradas.

Así se explica la demora y la lentitud del desarrollo psicomotor del bebé y el niño, la lentitud en el desarrollo del lenguaje y la dificultad de expresión verbal, la morosidad en entender ciertas órdenes y retener las secuencias, la resistencia para cambiar de tareas o modificar una opción ya tomada, el conflicto para elaborar pensamiento abstracto y comprender el cálculo y el problema para el aprendizaje de tareas complejas. Que existan dificultades no significa que no se llegue a realizar muchas de estas tareas, sino que habrá de enseñarse con mayor constancia, precisión y paciencia.

1.5 Intervención temprana en la educación de niños con síndrome de Down

Ningún cerebro está totalmente desarrollado en el momento del nacimiento, aunque el número de neuronas sea el definitivo, faltan arborizaciones y contactos sinápticos que precisan de la estimulación del ambiente para producirse aunque, como dice J. Florez:

“...sin llegar a afirmar en absoluto que el desarrollo sigue una relación lineal con el estímulo (doble desarrollo neuronal). Tal vez lo más real sea pensar que es necesario una mínima incitación para que el programa genético se cumpla y que esta es tanto más necesaria cuanto más disminuidas se encuentran las posibilidades de expresión de dicho programa.”.

Desde este punto de vista **es imprescindible una intervención lo más temprana posible**, que trate de evitar la tendencia a la desvinculación del ambiente y a encerrarse en sí mismo (produciéndose conductas a veces de auto estimulación). Un ambiente en el que las limitaciones sean las que imperen a la hora de valorar o definir a la persona llevan al determinismo genético de pensar que “se es lo que se nace”. Es imprescindible para la mejor evolución posible del niño o niña, aprovechar la plasticidad neuronal de los primeros años, proporcionando estímulos visuales si los auditivos son peor percibidos, proporcionándole los apoyos y ayudas necesarias para que mantenga una buena actitud hacia un aprendizaje que evidentemente es más complejo para él o ella, para sacarle de la apatía o exceso de tranquilidad que suelen manifestar y hacerle más reactivo e interactivo, etc.

Si no se trabaja en ellos para mejorar la memoria a corto plazo, el retraso cognitivo crece y contribuye a que el grado de deficiencia mental persista en los niveles bajos. No en vano, la memoria a corto plazo es el primer escalón que se debe superar para entrar en el ámbito del conocimiento y del aprendizaje, especialmente el relacionado con la memoria de tipo declarativo o explícito.

Por este motivo es necesario insistir en la necesidad de iniciar con prontitud y mantener con constancia la ejercitación de este tipo de memoria. El niño no sabe inicialmente aplicar las estrategias necesarias para aumentar su capacidad, con lo cual no sólo el progreso en las demás áreas cognitivas se verá estancado, sino también en el aprendizaje de las actividades de la vida diaria.

Es preciso caer en la cuenta que la memoria a corto plazo es requisito indispensable para retener una instrucción el mínimo de tiempo necesario para llegar a entenderla y ejecutarla. Las consecuencias prácticas de esta realidad son enormes.

La persona debe ser consciente, para mantener las expectativas positivas hacia el hijo/a o alumno/a en su caso, de que los comienzos son lentos y poco reactivos, que aunque existan épocas de avance evidente otras se percibirán como de estancamiento o incluso retroceso, sin que ello suponga que se ha alcanzado la cota máxima, imposible de definir porque la capacidad de aprender no se detiene.

Una actitud de ayuda para el desarrollo debe:

- poner el acento en los recursos y potencialidades y no en las limitaciones
- no sobreproteger, ni mantener una postura infantilizadora.
- no elegir y organizar la vida sustituyendo a la persona.
- Permitir la “equivocación”, lo cual puede ayudar al aprendizaje
- ver una persona global, no identificarla sólo por su déficit
- conceder tiempos y ritmos que favorezcan sus intervenciones, no adelantarse
- hacer comprensible el mundo a sus posibilidades de comprensión, no presuponer que no pueden entenderlo sino buscar estrategias de acceso.
- aceptar y promover la comunicación para estimular la interacción con el entorno (los movimientos de cabeza, brazos y manos son controlados antes que los que se requieren para la articulación). Valorar e interpretar todo intento comunicativo.

Los procesos de intervención en el caso del síndrome de Down deben:

- abrir y mantener permeables las vías de acceso a la información (vista, oído...), asegurar que si existe patología se mantiene médicamente controlada y en su caso se utilizan las prótesis correspondientes a la necesidad;
- descubrir estrategias para movilizar la información en el cerebro buscando estímulos significativos para el niño/a;
- la intervención debe estimular para acercar e interesar, ayudar a madurar a ese cerebro que si no tuviese patología deduciría casi de forma natural lo general de lo particular;

Una actitud educativa, gratificante para todas las personas implicadas en el proceso, valorará los logros, verá en los errores lo que resta para alcanzar la meta y en la respuesta incompleta o simple lo que ya se ha logrado y no lo que siempre va a faltar.

Si la persona que enseña le manifiesta confianza en sus habilidades potenciales, ofreciendo tareas accesibles o tantas ayudas en las secuencias como sean necesarias para alcanzar la respuesta, los rendimientos mejoran (la actitud del adulto genera sentimientos de seguridad).

La vivencia de éxito conduce al éxito y la de fracaso a la angustia y la incapacidad de respuesta, a la indefensión y al fracaso. Es preciso asegurar la auto-estima del que aprende y para ello es preciso evaluar el proceso de acuerdo con los avances personales, sin comparar con la norma. Conviene también recordar que todo ser humano puede aprender y aprende a lo largo de toda su vida.

La intervención educativa temprana es así mismo, una variable predictora del nivel de desarrollo, lo que la persona adulta no haga para fomentar el desarrollo de las conexiones cerebrales, el niño/a con deficiencia mental no podrá tomarlo por sí solo del entorno. En una experiencia recogida (Florez, 1994) tras dos años de estimulación con niños con síndrome de Down se aprecia: “un desarrollo de la capacidad de atención (aunque coexista en algún grado, con manifestaciones de falta de iniciativa para comenzar la tarea, con inconstancia en la realización y tendencia a la distracción, a la hiperactividad y movimiento sin objetivos claros). Se ha conseguido hacer del niño un ser activo aunque al comienzo la atención sea dispersa. Esta forma de conducta es transitoria.

Se debe evitar por todos los medios que el niño o niña desarrolle indefensión(falta de defensa), tiene consecuencias importantísimas; a nivel cognitivo (evita la sensación de que haga lo que haga no controla nada), motivacional (aumenta la capacidad de esfuerzo al sentirse capaz de lograr realizar la tarea propuesta) y emocional (decrece la ansiedad ante las tareas porque tiene experiencias de haberlas realizado, la inhibición cognitiva por pensar que no puede luego no lo intenta, las conductas depresivas).

1.6 MEMORIA Y SÍNDROME DE DOWN

Debido a la reducción en el tamaño del hipocampo se nota una deficiencia relacionada con la memoria a largo plazo, recuerdo de acontecimientos ocurridos hace años, meses, horas, con la consolidación y la recuperación de la información.

1.6.1 MEMORIA A CORTO PLAZO Y SÍNDROME DE DOWN.

El mayor obstáculo con el que se cuenta en el aprendizaje de los niños con síndrome de Down es la escasa facilidad de memoria a corto plazo y largo plazo.

La referencia para el análisis es el desarrollo normal. Estos niños y niñas van desarrollar más lentamente, sus características y ritmos de aprendizaje serán a menudo diferentes en determinados aspectos (memoria, atención, lenguaje). Sin embargo, su desarrollo en otros aspectos está ligado a su edad cronológica (curiosidades, intereses, necesidades) por lo que no deben ser comparados con niños/as más jóvenes, aunque sus edades mentales, medidas a través de tests estandarizados, sean equivalentes.

Es evidente que existe una limitación que, asociada, comportamiento seriamente todo el sistema de aprendizaje puesto que afecta a los procesos de atención y de memoria a corto plazo.

De cualquier manera las alteraciones aunque sean notables son susceptibles de ser menos notorias cuando desde el conocimiento de las mismas se buscan estrategias de intervención que tratan de compensar en lo posible, desde fuera, una actividad interna limitada.

La perturbación de áreas prefrontales repercute en la capacidad de organizar actos cognitivos y conductas que exijan o incorporen la perspectiva del "tiempo".

La limitación en la integración temporal se aprecia en estas tres funciones cognitivas: ciertas formas de memoria a corto plazo; la planificación prospectiva –actitud que permite prever y prevenir- y el control de las interferencias.

Los niños con síndrome de Down presentan con bastante uniformidad, aunque en grado diverso, deficiencias en la memoria a corto plazo: para captar y memorizar imágenes de objetos, listados de palabras, listados de números, ya no digamos frases (Bilovsky y Share, 1963; Bower y Hayes, 1994). A los problemas de procesamiento de la información y de la atención se suman:

- a) La dificultad para retener y almacenar brevemente esa información de modo que puedan responder de inmediato con una operación mental o motriz
- b) La carencia de iniciativa para recurrir a estrategias para facilitar esa retención. Estas dificultades suelen ser muy evidentes en el niño pequeño pero también se observan en el adolescente y en el adulto.

El grado de afectación de este tipo de memoria cambia mucho de una persona con síndrome de Down a otra.

1.6.2 Memoria a corto plazo en niños con síndrome de Down comprendidos en la edad de 7 a 12 años

Es importante recordar que según investigadores en este ramo, el desarrollo de los niños con síndrome de Down sigue el mismo patrón que un niño normal con la diferencia que se realiza con mayor lentitud que un niño que no presenta esta trisomía.

A. Memoria auditiva a corto plazo en niños con síndrome de Down

Es importante destacar que en el síndrome de **Down las dificultades de la memoria a corto plazo son mayores cuando la información es verbal que cuando es visual**, hecho que no ocurre en otras formas de deficiencia mental (Odas et al., 1992).

Hay un elemento específico en el síndrome de Down: **esta limitación o reducción en la magnitud de la memoria operacional es más marcada cuando la información se presenta de modo verbal o auditivo que cuando se presenta de forma visual, incluso cuando la función auditiva es enteramente normal.**

Los niños tienen problemas de percepción auditiva: no captan bien todos los sonidos, procesan peor la información auditiva, y por tanto responden peor a las órdenes que se dan. Tiene poca memoria auditiva secuencial, lo que le impide grabar y retener varias ordenes seguidas; es preciso, por tanto, darlas de una en una y asegurarse de que han sido bien captadas. Los problemas de memoria auditiva secuencial (Pueschel, 1988) de algún modo le bloquean o dificultan para mantener la atención durante el tiempo preciso, ya que adquiere la experiencia de incapacidad para retener mucha información secuencial.

Hulme y McKenzie (1992) han confirmado estos resultados y han descrito que el desarrollo de la memoria auditiva a corto plazo se desarrolla más lentamente en los niños con síndrome de Down que en la población normal.

La memoria auditiva a corto plazo suele ser limitada lo que produce que el procesamiento del lenguaje oral y el aprendizaje de la gramática y la sintaxis sea difícil.

B. Memoria visual a corto plazo en niños con síndrome de Down

En el síndrome de Down se nota un buen desarrollo de la percepción y memoria visual, esto se debe probablemente a la mayor desestructuración de las áreas corticales de asociación auditiva que las de asociación visual.

Dando por supuesto que se han detectado y corregido las anomalías que con frecuencia presentan en la visión. Este hecho contrasta con las mayores dificultades que presentan para la percepción y procesamiento de la información auditiva, y para el establecimiento de la memoria secuencial auditiva

Tomando en cuenta que la memoria visual suele ser más eficaz que la auditiva y puede ser un complemento indispensable en el aprendizaje de los niños con síndrome de Down, si la información auditiva deja menos huella o es menos eficaz que la visual, habrá que aprovechar la visual, o habrá que combinar ambas. Esa labor ha de ser constante, paciente y, sobre todo, creativa, ajustada a la auténtica realidad que tenemos con el niño. La respuesta será variable en una misma persona: habrá épocas en que el avance sea rápido y tangible; otras, en cambio, mostrarán un estancamiento desesperante.

1.7 Introducción a Sistemas Expertos

Los sistemas expertos se pueden considerar como el primer producto verdaderamente operacional de la inteligencia artificial. Son programas de ordenador diseñados para actuar como un especialista humano en un dominio particular o área de conocimiento. En este sentido, pueden considerarse como intermediarios entre el experto humano, que transmite su conocimiento al sistema, y el usuario que lo utiliza para resolver un problema con la eficacia del especialista. El sistema experto utilizará para ello el conocimiento que tenga almacenado y algunos métodos de inferencia.

A la vez, el usuario puede aprender observando el comportamiento del sistema. Es decir, los sistemas expertos se pueden considerar simultáneamente como un medio de ejecución y transmisión del conocimiento.

Lo que se intenta, de esta manera, es representar los mecanismos heurísticos que intervienen en un proceso de descubrimiento. Estos mecanismos forman ese conocimiento difícil de expresar que permite que los expertos humanos sean eficaces calculando lo menos posible. Los sistemas expertos contienen ese "saber hacer".

La característica fundamental de un sistema experto es que separa los conocimientos almacenados (base de conocimiento) del programa que los controla (motor de inferencia). Los datos propios de un determinado problema se almacenan en una base de datos aparte (base de hechos).

Una característica adicional deseable, y a veces fundamental, es que el sistema sea capaz de justificar su propia línea de razonamiento de forma inteligible por el usuario.

Los sistemas expertos siguen una filosofía diferente a los programas clásicos. Esto queda reflejado en la tabla I, que resume las diferencias entre ambos tipos de procesamiento.

Tabla I. Comparación entre un sistema clásico de procesamiento y un sistema experto

SISTEMA CLÁSICO	SISTEMA EXPERTO
Conocimiento y procesamiento combinados en un programa	Base de conocimiento separada del mecanismo de procesamiento
No contiene errores salvo los errores cometidos por los programadores al crear el sistema.	Puede contener errores
No da explicaciones, los datos sólo se usan o escriben	Una parte del sistema experto la forma el módulo de explicación
Los cambios son tediosos	Los cambios en las reglas son fáciles
El sistema sólo opera completo	El sistema puede funcionar con pocas reglas
Se ejecuta paso a paso	La ejecución usa heurísticas y lógica
Necesita información completa para operar	Puede operar con información incompleta
Representa y usa datos	Representa y usa conocimiento

- **Usos de un Sistema Experto**

Un sistema experto es muy eficaz cuando tiene que analizar una gran cantidad de información, interpretándola y proporcionando una recomendación a partir de la misma. Un ejemplo es el análisis financiero, donde se estudian las oportunidades de inversión, dependiendo de los datos financieros de un cliente y de sus propósitos.

Para detectar y reparar fallos en equipos electrónicos, se utilizan los sistemas expertos de diagnóstico y depuración, que formulan listas de preguntas con las que obtienen los datos necesarios para llegar a una conclusión. Entonces recomiendan las acciones adecuadas para corregir los problemas descubiertos. Este tipo de sistemas se utilizan también en medicina (Ej. MYCIN y PUFF), y para localizar problemas en sistemas informáticos grandes y complejos. Los sistemas expertos son buenos para predecir resultados futuros a partir del conocimiento que tienen. Los sistemas meteorológicos y de inversión en bolsa son ejemplos de utilización en este sentido. El sistema PROSPECTOR es de este tipo.

La planificación es la secuencia de acciones necesaria para lograr una meta. Conseguir una buena planificación a largo plazo es muy difícil. Por ello, se usan sistemas expertos para gestionar proyectos de desarrollo, planes de producción de fábricas, estrategia militar y configuración de complejos sistemas informáticos, entre otros.

El diseño requiere una enorme cantidad de conocimientos debido a que hay que tener en cuenta muchas especificaciones y restricciones. En este caso, el sistema experto ayuda al diseñador a completar el diseño de forma competente y dentro de los límites de costes y de tiempo.

Un sistema experto puede evaluar el nivel de conocimientos y comprensión de un estudiante, y ajustar el proceso de aprendizaje de acuerdo con sus necesidades.

En la tabla II se muestran los modelos funcionales de los sistemas expertos, junto al tipo de problema que intentan resolver y algunos de los usos concretos a que se destinan.

Tabla II. Modelos funcionales de los sistemas expertos

CATEGORÍA	TIPO DE PROBLEMA	USO
Interpretación	Deducir situaciones a partir de datos observados	Análisis de imágenes, reconocimiento del habla, inversiones financieras
Predicción	Inferir posibles consecuencias a partir de una situación	Predicción meteorológica, previsión del tráfico, evolución de la Bolsa
Diagnóstico	Deducir fallos a partir de sus efectos	Diagnóstico médico, detección de fallos en electrónica
Diseño	Configurar objetos bajo ciertas especificaciones	Diseño de circuitos, automóviles, edificios, etc.
Planificación	Desarrollar planes para llegar a unas metas	Programación de proyectos e inversiones. Planificación militar
Monitorización o supervisión	Controlar situaciones donde hay planes vulnerables	Control de centrales nucleares y factorías químicas
Depuración	Prescribir remedios para funcionamientos erróneos	Desarrollo de software y circuitos electrónicos
Reparación	Efectuar lo necesario para hacer una corrección	Reparar sistemas informáticos, automóviles, etc.
Instrucción	Diagnóstico, depuración y corrección de una conducta	Corrección de errores, enseñanza
Control	Mantener un sistema por un camino previamente trazado. Interpreta, predice y supervisa su conducta	Estrategia militar, control de tráfico aéreo
Enseñanza	Recoger el conocimiento y mostrarlo	Aprendizaje de experiencia

1.8 Sistemas expertos en la medicina

- **AÑOS 60: TÉCNICAS BASADAS EN EL TEOREMA DE BAYES**

El desarrollo de programas de diagnóstico comenzó basándose principalmente en métodos probabilísticos o estadísticos, en particular en los basados en el teorema de Bayes. Estos Sistemas bayesianos aplicaban el método probabilística clásico, que consiste en seleccionar una variable D , que representa los n diagnósticos posibles d_i , y j_m variables h_j correspondientes a los posibles hallazgos, síntomas y signos.

Para el problema se trata de introducir dos hipótesis: La primera, que los diagnósticos son exclusivos y exhaustivos, y la segunda, la independencia condicional, es decir que los hallazgos son independientes entre sí para cada diagnóstico. Con estas hipótesis, y aplicando el teorema de Bayes, resulta sencillo comparar la probabilidad de dos diagnósticos, con la posibilidad de ir incorporando nuevos hallazgos.

Aunque este método sirvió de base a los sistemas de diagnóstico, con resultados correctos para problemas pequeños, representaba serias carencias, ya que en medicina los diagnósticos no suelen ser exclusivos y en general no se da la independencia condicional, ya que los hallazgos correspondientes a cada diagnóstico suelen estar correlacionados.

En estos sistemas derivados de métodos estadísticos se tenía en cuenta la frecuencia de una enfermedad en presencia de un síntoma específico, y la adquisición de este conocimiento presentaba mucha dificultad, ya que las descripciones que aparecen en la literatura médica son casi siempre cualitativas.

Las probabilidades numéricas casi siempre se obtienen de estimaciones subjetivas de expertos humanos y no son estimadas mediante observación de la frecuencia de aparición de una enfermedad cuando hay un signo presente.

- **AÑOS 70: MYCIN y los sistemas de producción**

Como consecuencia de las dificultades que presentaba el método probabilística clásico, se pasa al estudio de modelos que, en lugar de buscar un fundamento matemático, trataba de producir la forma en que el ser humano combina distintas fuentes de información, desarrollando una representación estructurada de los problemas de diagnóstico.

Se establece aquí una relación entre la inteligencia artificial y los estudios de psicología cognitiva. Según estos estudios la estrategia con mas frecuencia utilizada en el razonamiento médico humano es la adquisición de las informaciones mediante interrogatorio y examen, procediendo a la generación de una cantidad limitada de hipótesis, interpretación de los signos encontrados bajo las misma, luego se procede a comprobar y evaluar cada una de ellas, repitiéndose el proceso si ninguna de estas es confirmada.

También hay una reducción del ámbito de actuación de los sistemas expertos. Mientras los primeros trabajos habían tratado de resolver problemas generales, mostrando interés en técnicas generales como la descomposición de problemas en subproblemas más fáciles, estas se habían mostrado insuficientes en dominios complejos para alcanzar resultados comparables a los ofrecidos por expertos médicos. En los 70's los trabajos se interesaron en la utilización de grandes cantidades de conocimiento en dominios concretos, lo que conseguía un alto nivel de aciertos en esos dominios reducidos.

Basándose en estos principios creadores del programa MYCIN diseñaron en los años 70 un modelo en el que la idea básica consistía en asignar a cada regla “Si E entonces H” un factor de certeza, como un modelo del razonamiento humano en condiciones de incertidumbre. Aunque estos factores se definieron a partir de las probabilidades, en la práctica se obtenían directamente a partir de estimaciones de expertos humanos y se combinaban según reglas, sin tener en cuenta los principios de la teoría de la probabilidad.

Aunque MYCIN obtuvo mucho éxito, con un índice de aciertos comparable al de los mejores expertos humanos, posteriormente se demostró que presentaba una serie de inconsistencias (entre ellas que sólo admitía un tipo de inferencia condicional) que no se detectaron inicialmente por los ejemplos, elegidos especialmente, sobre los que se probó el sistema.

- **De los 80 a la actualidad: Lógica difusa y redes bayesianas**

En la década de los 80 la mayor parte de los sistemas expertos se basan en la lógica difusa, (es interesante notar que gran parte de los conceptos médicos son difusos, como por ejemplo el dolor agudo y la fatiga leve). También en esta década se desarrollaron las redes bayesianas y los diagramas de influencia, que permitían tratar mejor que los métodos anteriormente desarrollados el problema de la incertidumbre en medicina.

En la última década, la investigación sobre sistemas expertos médicos se ha basado en mayor medida en el desarrollo sobre teorías ya existentes que en la proposición de nuevas teorías.

Básicamente se vuelve a los métodos probabilísticos, ya que permiten basarse en rigurosas teorías matemáticas, que son resultado de décadas de investigación hechas en otros campos.

Estos sistemas probabilísticos han demostrado unos mejores resultados en el razonamiento eficiente ante la combinación de evidencias inciertas.

- **Ejemplos de sistemas expertos utilizados en la medicina**

Instrucción y entrenamiento de personal (Guidon) (NEOMYCIN) (JULIE)
Diagnóstico y tratamiento de Glaucomas (CASNET)
Medicina Interna (INTERNIST) (CADUCEUS)
Supervisión de unidades de cuidados intensivos (VM)
Selección de antibióticos y psicofármacos (HEADMED)
Administración y supervisión de tratamientos a pacientes (ONCOCIN)
Diagnóstico del vértigo (KMS.HT)
Análisis de DNA y RNA (MOLGEN) (GENSIS) (MICRO) GENIE).
Prescripción de antibióticos (ANTICIPATOR).
Diagnóstico de enfermedades diversas (MYCIN) (MEDIKS)
Diagnóstico de neurología (GAITSPERT)
Control de un riñón artificial (REINANT)
Diagnóstico de las hemostasis (HEMOCAD)

Por todo lo anterior podemos notar que la ciencia médica es uno de los campos fundamentales de investigación de los sistemas expertos. El principal problema en la construcción de estos sistemas expertos es el tratamiento de la incertidumbre.

1.9 Computación y síndrome de Down

1.9.1 Panorama general

Dado el gran avance de la ciencia de la Computación, en lo referente a hardware y software, se ha hecho posible como se vio con anterioridad la implementación de la computación en la medicina que es un área bastante importante y en el caso del síndrome de Down, no se ha quedado atrás, actualmente se han desarrollado varios programas que ayudan al desarrollo de diversas áreas de las personas con síndrome de Down, entre estos podemos mencionar el Sistema SOALE que es una aplicación orientada al aprendizaje de la lectura - escritura específica para niños con síndrome de Down, aunque también puede ser útil para niños sin esta minusvalía psíquica. El programa de lectura - escritura utilizado tiene una serie de características metodológicas, entre la que destacamos las siguientes:

- Es un método de lenguaje - escritura, es decir, no se propone, como único objetivo la enseñanza de las habilidades lectoras, sino que, mediante estrategias adaptadas a los déficit de los niños con SD (síndrome de Down), se pretenden desarrollar las habilidades lingüísticas de los niños y, más adelante y si es posible, abordar la enseñanza de la lectura.
- Es flexible, ya que se adapta a la realidad particular de cada niño; se adapta el método al niño y no el niño al método.
- Ayuda a desarrollar la estimulación polisensorial, trabajando sobre la mayor cantidad posible de vías sobre todo visuales.

La naturaleza del programa hacía muy conveniente el desarrollo de esta aplicación, puesto que no se trata de un programa rígido, por tanto, monótono, sino que se trata de un método flexible y entretenido para el niño, aspecto de gran importancia para que el rendimiento del niño sea el más alto posible.

Es importante aclarar que SOALE no va a ser un profesor que enseñará al niño a leer y a escribir. Se trata de una herramienta que el profesor o educador del niño podrá utilizar para facilitar su tarea y mejorar el rendimiento del niño.

La característica más importante de la aplicación será la flexibilidad. El educador tendrá libertad para modificar muchos aspectos dentro de la ejecución del programa, como por ejemplo, dibujos, textos, tipos de letra, sonido, etc. Otro aspecto importante es que la herramienta va a ser diferente para cada niño, es decir, cada niño va a trabajar con ella de una forma distinta (o sea, su funcionamiento se personalizará respecto a cada niño).

1.9.2 Herramientas audio visuales y su utilización

La mayoría de expertos dedicados al tratamiento de personas con síndrome de Down utilizan varias herramientas de este tipo, tanto de uso en computadora como fuera de ella, dado que las personas con este problema necesitan mucho del estímulo sensorial, especialmente el visual para poder captar conocimiento. La mayoría de terapeutas utilizan la representación visual por medio de fichas con dibujos, pegando carteles sobre los distintos objetos que se desea que ellos aprendan sus nombres etc. Por ejemplo, si se desea que el niño aprenda la manera en que debe escribirse la palabra puerta, se pega un cartel en la misma que indique su nombre "puerta", el niño o persona al observarlo por medio de memoria visual, aprenderá la manera de escribirlo.

A nivel de computación se puede hacer uso de distintas herramientas de audio y visuales para poder ayudar en el aprendizaje de los niños y en el desarrollo de sus habilidades.

1.9.3 Sistemas expertos aplicados al síndrome de Down

En la actualidad se puede decir con amplia seguridad, basada en información proveniente de varios expertos en la materia, e investigación bibliográfica y por Internet que este es un campo que aún no se ha explorado como debería. Se han realizado sistemas que proveen una ayuda para mejorar ciertas habilidades y capacidades, especialmente se ha visto el enfoque en la lectura y escritura, pero la mayoría de estos sistemas siguen un método ya establecido sin utilizar Sistemas Expertos, este trabajo pretende ayudar al educador en su afán de desarrollar la memoria a corto plazo utilizando un Sistema experto llevará el control del avance del niño midiendo su progreso y tratando de hacer énfasis en las áreas más afectadas para él, especificándole al educador los pasos y ejercicios que debe ponerle al niño para que desarrolle esta área.

2. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE APOYO AL EDUCADOR PARA NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN EN EDAD DE 7 A 12 AÑOS, MEMORIA A CORTO PLAZO

2.1 Introducción

En el capítulo anterior se ha definido de manera general los conceptos que conforman el nivel de conocimiento del sistema y se ha observado el panorama actual de la inteligencia artificial en la medicina y en lo referente al síndrome de Down. Ahora veremos lo referente del sistema capaz de manipular el conocimiento de la educación especial para evaluar a un niño y brindarle al educador las indicaciones para mejorar la memoria auditiva a corto plazo.

Luego de haber visto lo relacionado a la memoria auditiva a corto plazo veremos lo referente a la memoria visual a corto plazo, la cual es parte de la percepción visual que es la función relacionada con la capacidad de reconocer, discriminar e interpretar estímulos que son percibidos por el sujeto a través de la vía visual.

2.2 Métodos de medición del grado de desarrollo de la memoria auditiva a corto plazo

El proceso de aprender sería imposible sin memoria. Aprender significa haber adquirido, retenido, reproducido y reconocido experiencias y pensamientos. La memoria es fundamental y funcional en el aprendizaje. Es indispensable en la adquisición de destrezas, de información y de conocimientos.

La etapa más importante de aprendizaje de la vida es la niñez. Durante esta época se han de adquirir las habilidades fundamentales, así como la información y conocimientos esenciales.

En la educación de niños con síndrome de Down, se toma en cuenta que el niño con síndrome de Down tiene una excesiva capacidad analítica la cual desfavorece la de síntesis (Fuilleret 1985).

Se han desarrollado en el transcurso del tiempo varias formas y métodos para medir el desarrollo de la memoria auditiva a corto plazo, es importante recordar que los niños con síndrome de Down presentan una gran dificultad de procesamiento de información que ingresa por medio del oído debido a que tienen muy baja su capacidad de memoria auditiva a corto plazo.

Las personas cuya responsabilidad es capacitar a niños que presentan este problema generalmente utilizan pruebas para medir esta capacidad, en un principio, se realizan distintos tipos de ejercicios y dependiendo de los resultados obtenidos se procede a pasarlo por una serie de acciones que ayudaran a mejorar esta parte de su memoria.

Uno de los test que se utilizan para medir el desarrollo de un niño es el de madurez escolar que pretende dar un diagnóstico global mediante la evaluación de un conjunto de habilidades psicológicas que la teoría de sus autores postula como más relacionada con los primeros aprendizajes escolares.

En las pruebas de psicomotricidad se intenta evaluar algunos aspectos de organización psicomotora que se reflejan en la conducta motriz del niño, ya sea en los aspectos gruesos o en la motricidad fina.

Las perceptivas se relacionan con la evaluación de algunos aspectos de la percepción visual y auditiva.

Referente a las de lenguaje se pretende evaluar algunos rasgos de la vertiente comprensiva así como la expresiva de la comunicación.

La definición que se asume de un test es “esencialmente una medida objetiva y tipificada de una muestra de conducta” (Anastasi, 1968) Ciertamente, esta definición implica que no todos los test poseen igual valor como instrumento de medida.

- **PERCEPCION AUDITIVA:** Los requerimientos de tipo auditivo son una parte esencial en la mayoría de los aprendizajes que enfrenta el niño. El lenguaje, especialmente, supone un buen desarrollo de las destrezas auditivas. En cuanto la lectura, la deficiencia en la percepción auditiva puede dificultar sobre todo su aprendizaje inicial.

La percepción auditiva no es sólo un problema de los órganos periféricos sino que, fundamentalmente, se relaciona con los mecanismos de integración del sistema nervioso central.

En este sentido podemos diferenciar entre unidad y discriminación auditiva. La primera se refiere a la habilidad para escuchar sonidos de tono y sonoridad, la discriminación auditiva se relaciona con la habilidad para reconocer, diferenciar, sintetizar y recordar sonidos.

Para evaluar la percepción y memoria auditiva se describirán algunas técnicas para la discriminación y para la memoria auditiva.

2.2.1 Datos del funcionamiento de la memoria auditiva a corto plazo a analizar.

Para medir la memoria auditiva a corto plazo en niños hay varios métodos diseñados por expertos en el estudio de esta área, estos métodos son usados para medir el grado de desarrollo de la memoria auditiva a corto plazo.

Los niños con síndrome de Down tienen un desarrollo de dicha área bastante similar al de niños con un desarrollo normal, solamente que en ellos se da con mayor lentitud. Es por ello que se mide el rendimiento de los niños con síndrome de Down en la mayoría de los casos con tests que se les pasan a niños con un desarrollo normal. A continuación se presentan varios ejemplos de este tipo de pruebas en el caso de la memoria y percepción auditiva.

- **Adaptación del test de Wepman**

Se dan al niño las siguientes instrucciones: “te voy a leer algunas palabras y tú me vas a decir si ellas son iguales o diferentes” las instrucciones deben impartirse cuidando que el niño observe los labios del examinador y asegurándose que las haya entendido.

El test no dispone de normas para su aplicación.

1. sogá - soba
2. lana - lana
3. dedo - debo
4. ruega - rueda
5. chal - chal
6. guía - día
7. bol - gol
8. sin - fin
9. perro - berro
10. saco - saco

Las siguientes técnicas se utilizarán para evaluar la memoria auditiva.

- **SERIES DE PALABRAS**

El trabajo consiste en repetir las palabras dichas por el examinador después de un intervalo breve. Por ejemplo:

Casa – puerta

Coche – lámpara – zapato

Libro – vidrio – blusa – árbol

Martillo - pelo - luz - auto - sol.

El niño debe repetir las palabras en lo posible, en el mismo orden.

- **REPETICIÓN DE DÍGITOS**

Pruebas de este tipo figuran en la mayoría de los casos, consiste en hacer que el niño repita dígitos cada vez aumentando el número de dígitos

La forma de asignar el desarrollo de la memoria en un niño será en manera proporcional al número de respuestas acertadas que el niño tenga dentro de un rango de tiempo dado.

De esta manera se mide el grado de desarrollo de la memoria a corto plazo en un niño. Ahora bien luego de pasar por las evaluaciones se le da un puntaje, dependiendo del que se obtenga se debe de poner al niño ejercicios para mejorar su capacidad de retención.

Ahora bien para mejorar el rendimiento de la memoria auditiva a corto plazo existen varios ejercicios que se pueden poner en práctica, varios de ellos han sido probados obteniendo con ello excelentes resultados.

Los ejercicios que a continuación se describen tienen como objetivo ampliar el grado de memorización del niño a través de la modalidad auditiva, tanto en los aspectos de evocación, reproducción verbal y retención, de estos ejercicios se escogerán los más adecuados según el puntaje obtenido por el niño y dado el caso se le sugerirán al educador:

- Jugar el eco: Los niños tratan de reproducir tres tonos (palabras o números) generados por una persona que permanece escondida.

- Repetición de diversos modelos de golpes con las manos, dados por el educador: por ejemplo:

Oo oo – ooo o – oo o oo – oo ooo.

- El educador da una, dos, tres o más instrucciones y le pide que las ejecute en el mismo orden. Por ejemplo: “toma este lápiz, colócalo sobre la mesa y cierra la ventana”.

- El Juego del restaurante: Los niños eligen diversos platos, postres, a partir de dibujos que están a la vista. El niño trata de recordarlos y debe servir en el mismo orden con que el menú fue pedido.
- Memorizar poesías de contenido interesante para el niño. Darle oportunidad para demostrar el esfuerzo desplegado en la memorización y premiarlo.
- Decir en voz alta una serie de palabras y efectuar a continuación una interrogante de relevancia. Por ejemplo. Escucha estas palabras: caracol, burro, abeja, ballena. ¿Qué palabra se refiere a un animal con largas orejas?
- Leer o decir la descripción de una escena rica en detalles susceptibles a ser dibujados. A continuación, pedirle que dibuje la escena, basándose en lo que oyó.
- Jugar al mensajero. Darle un recado o mensaje oral y pedirle que lo transmita, textualmente.
- Leer un cuento corto, Releerlo omitiendo algunas palabras y pedirle que diga, cada vez, la palabra que falta.

2.2.2 Evaluación auditiva a realizar en el sistema

Tomando como base las diferentes evaluaciones existentes que utilizan los profesionales de la educación elaboró una prueba que permite ser implementada en la computadora y mide el nivel de avance del niño.

La prueba consiste en lo siguiente:

Se le mencionan varias palabras al niño, el número de estas depende del nivel en que el profesional o padres de familia basados en un diagnóstico previo sepan que esta el niño, de no tener un diagnóstico previo se podrá iniciar con la prueba mas sencilla avanzando en el grado de dificultad de la misma, hasta llegar al grado donde el niño esta situado.

De las palabras que al niño se le mencionan, luego de un intervalo de tiempo que se gradúa dependiendo del nivel de la prueba, a menor nivel de dificultad menor es el tiempo de espera, se le presentan al niño una serie de figuras entre las cuales se encuentran las que fueron mencionadas y el debe indicar por medio del *mouse* que figuras fueron nombradas con anterioridad.

La prueba podrá realizarse en 7 niveles distintos, en cada nivel se hace mención de un número definido de palabras, por grupo de niveles se definen los tiempos de espera y por nivel el número de tarjetas que se presentan posteriormente para que dentro de ellas el niño identifique las que fueron mencionadas.

Tabla III. Evaluación Auditiva

Nivel	No. De Palabras	Intervalo de Tiempo de Espera en Segundos	Nro. De Tarjetas a presentar
Desconocido	1	8	2
Nivel 1	2	8	4
Nivel 2	3	15	6
Nivel 3	4	15	8
Nivel 4	5	25	10
Nivel 5	6	25	12
Nivel 6	7	28	14

Según el nivel hasta el cual el niño logre avanzar en la prueba se procederá a dar un diagnóstico y a presentar una serie de ejercicios que deben realizarse para que el niño mejore su memoria auditiva a corto plazo.

2.2.3 Tipos de herramientas audiovisuales específicas a utilizar.

Se utilizarán herramientas de audio que Windows trae incorporadas para la interrelación del niño con el programa. Se desea que el niño al entrar en la evaluación del programa le indique claramente las instrucciones a nivel auditivo con ayuda de alguna herramienta visual que ayuda a mantener la atención del niño. Las pruebas no serán en extremo extensas debido a que un niño con síndrome de Down presenta gran dificultad en mantener la atención por periodos prolongados de tiempo.

2.3 Métodos de medición del grado de desarrollo de la memoria visual a corto plazo

Para realizar esta medición se puede hacer uso de la prueba de Bender con algunas modificaciones (1969); y el test de desarrollo perceptivo visual, de Marianne Frostig. Estos test miden diferentes aspectos referentes a la percepción visual, de la que es parte la memoria visual a corto plazo. A continuación se definirán estos dos test, haciendo la salvedad que para llevar a cabo el fin del programa se tomara para la evaluación la parte de los test orientada a la evaluación de la memoria visual a corto plazo.

2.3.1 Datos del funcionamiento de la memoria visual a corto plazo a analizar.

- **TEST DE BENDER:**

Es un test de percepción visomotor ampliamente conocido y usado por los psicólogos que consiste en nueve tarjetas, con figuras que deben ser reproducidas por el sujeto.

- **TEST DE DESARROLLO PERCEPTIVO DE M. FROSTIG en (1964)**

El test de desarrollo perceptivo de Frostig se basa en un análisis de percepción, definida así: “La percepción es una de las principales funciones psicológicas. Es el puente entre el ser humano y su ambiente, y sin la percepción, todas, incluso las más simples funciones corporales, como la respiración y la eliminación, podrían detenerse y la supervivencia sería imposible.

El mayor desarrollo perceptual ocurre normalmente entre los tres y medio y los siete y medio años ampliándose el rango en niños que presenten el problema de síndrome de Down. Un niño con problemas en esta función tiene dificultad para reconocer los objetos y su relación con el espacio y, como el mundo es percibido en forma distorsionada, le parece poco estable e impredecible. Lo más probable es que presente torpeza para realizar tareas. Sobre todo la distorsión y confusión con que percibe los símbolos visuales hacen que su rendimiento escolar sea difícil, independientemente de su capacidad intelectual”.

El test mide 5 áreas diferentes del proceso perceptivo.

La coordinación vasomotora

La percepción figura fondo

La constancia perceptiva

La percepción de posición en el espacio

La percepción de relaciones espaciales.

- **Sub-test 1:** coordinación visomotora: Mide la capacidad de coordinar la visión con los movimientos del cuerpo. Un niño con dificultad en la coordinación visomotora tiene problemas para adaptarse a las múltiples exigencias del medio. Puede ser incapaz de vestirse solo o de realizar las tareas más simples, sin tropezar.

- **Sub-test 2:** percepción figura fondo: Mide la capacidad de dirigir la percepción a una parte del cuerpo perceptual que será la figura, mientras el resto del campo perceptivo actúa como fondo. El cerebro humano está organizado de forma tal que puede seleccionar de una masa de estímulos, un número limitado de éstos, que pasan a ser el centro de atención. Estos estímulos seleccionados forman la figura en el campo perceptual del sujeto, mientras las otras forman un fondo apenas percibido.

La figura es aquella parte del campo perceptual que ocupa el centro de la atención del observador. Cuando el observador cambia su atención a otra cosa, el nuevo foco de atención pasa a ser la figura, y la figura pasa al fondo.

El test figura – fondo consta de 8 ítems, con un montaje máximo de 20 puntos. La tarea del niño consiste en discriminar figuras que están insertadas en otras.

- **Sub-test 3:** Constancia Perceptiva: Su finalidad es medir la capacidad de percibir un objeto como poseyendo propiedades invariables en cuanto a tamaño, posición, y forma, independientemente de las impresiones sensoriales.

La constancia perceptiva permite a un sujeto reconocer un objeto como perteneciente a determinadas categorías de forma, tamaño, textura y color, en forma independiente del ángulo en que son observados. Los aspectos de los objetos que pueden ser percibidos, visualmente, como constantes son: tamaño, luminosidad, color y forma.

De estos cuatro aspectos de la constancia perceptiva: forma, tamaño luminosidad y color, los dos primeros son los más importantes para la adecuada orientación en el ambiente.

La constancia de tamaño es la habilidad de percibir y reconocer el tamaño real de un objeto, independientemente de factores que puedan cambiar su tamaño aparente. Ej. Un niño familiarizado con el tamaño de un juguete lo ve del mismo tamaño a cualquier distancia.

La constancia de luminosidad es la habilidad de juzgar la luminosidad o no luminosidad de un objeto, independientemente de la cantidad de luz que refleje.

La constancia de color es la habilidad de reconocer colores, independientemente del fondo o de las condiciones de iluminación. A un niño con problemas en esta área le va a ser difícil estabilizar sus logros en el aprendizaje. Es posible que aprenda a reconocer un número o una letra; pero, al cambiar el contexto, no será capaz de reconocerlo. El test tiene un puntaje máximo de 17 puntos.

- **Sub-test 4:** percepción posición, espacio: Mide la apreciación de la relación de un objeto con el observador.

Espacialmente, al menos, la persona es siempre el centro de su propio mundo y percibe los objetos como estando detrás, adelante, arriba, abajo o a un lado.

La adecuada percepción de los objetos en relación al cuerpo depende de la adecuada percepción y conocimiento del propio cuerpo.

Un niño con problemas en la percepción de posición en el espacio presenta muchas dificultades; la más evidente es la distorsión y confusión de los signos, no capta su orientación arriba, abajo, izquierda, derecha.

- **Sub-test 5:** percepción de las relaciones espaciales: mide la habilidad de un observador para percibir la posición de dos o más objetos en relación con el mismo y en la relación entre ellos.

La falla en la habilidad de percibir las relaciones espaciales entre los objetos altera el aprendizaje escolar, puesto que altera la secuencia lógica en las palabras y en los números. Así, el 341 se confundiría con el 143 o con el 314.

A continuación se presentan ejercicios que tienen como objetivo desarrollar la calidad de la memoria visual, como también aumentar el grado de retención y la capacidad de reproducción de los contenidos:

- Presentar a los niños objetos pequeños de uso común, tales como un auto, dado, taza, cuchara de juguete, lápiz, peineta, reloj, etc. Asegurarse que los reconoce y denomina. Estos objetos se presentan de a dos, se le dice: "Pon atención, míralos bien. Cierra los ojos". El educador tapa un objeto con una caja

cuando el niño tiene sus ojos cerrados. A continuación le pide que le diga el nombre del objeto tapado. Este ejercicio se puede complicar, aumentando progresivamente, el número de objetos.

- Presentar dos, tres o cuatro objetos sobre una bandeja mostrarlos durante cinco segundos, retirarlos y pedirle al niño que los nombre.

- Utilizar láminas donde se presenten objetos familiares. El número de objetos representados va aumentando en forma progresiva, hasta llegar a cinco objetos. Se le pide que denomine los objetos de izquierda a derecha. Se retira la lámina y se le solicita que los nombre, de ser posible en el mismo orden. Se puede aumentar el grado de dificultad de este ejercicio mostrando láminas en blanco y negro, suprimiendo la denominación de los objetos y presentando la lámina durante 5 segundos.

- Utilizar las tarjetas del ejercicio anterior y elaborar tarjetas más pequeñas en que se presenten, por separado, cada uno de los objetos de las láminas. Presentar a continuación, una a una, las tarjetas durante un tiempo determinado para la reconstrucción de la lámina modelo. Si el niño presenta dificultad en la memorización de las figuras, se le puede pedir que las nombre mientras se le presenta la lámina; o se puede aumentar el tiempo de exposición de la misma.

- Dibujar en el pizarrón un objeto, figuras geométricas, formas de letras y números. Pedirle que miren con atención la figura durante diez segundos. Borrarla y pedirles que la reproduzcan. Inicialmente debe presentarse una figura a la vez. La producción puede efectuarse con palitos o fósforos, en mesa de arena o con papel y lápiz.

- Presentar una a una, una serie de tarjetas con líneas verticales coloreadas. La progresión está determinada por el número de líneas verticales y por el número de colores utilizados.
- La utilización de tarjetas con variados dibujos, presentados en parejas, se le pide al niño que identifique la posición donde se encuentra la pareja de la figura.

2.3.2 Evaluación visual a realizar en el sistema

Analizando las distintas evaluaciones que los expertos utilizan en el caso de la memoria visual a corto plazo, también se elaboro una prueba para ser implementada en la computadora para medir el nivel de avance del niño.

La prueba consiste en lo siguiente:

Se le presentan varias tarjetas al niño, y como en el caso de la evaluación de la memoria auditiva, el número de estas variara tomando en cuenta los mismos factores tomados en la evaluación auditiva.

De las figuras que al niño se presenten inicialmente, luego de un intervalo de tiempo que se gradúa dependiendo del nivel de la prueba se le presentan al niño una serie de figuras entre las cuales se encuentran las que fueron presentadas inicialmente de las cuales el debe indicar por medio del *mouse* que figuras le fueron presentadas primeramente.

La prueba al igual que la prueba auditiva, podrá realizarse en 7 niveles distintos, en cada nivel se presentan un número definido tarjetas, por grupo de niveles se definen los tiempos de espera y por nivel el número de tarjetas que se presentan posteriormente para que dentro de ellas el niño identifique las que fueron mencionadas.

Tabla IV. Evaluación Visual

Nivel	No. De Tarjetas Iniciales a Presentar	Intervalo de Tiempo de Espera en Segundos	No. De Tarjetas a Finales a presentar
Desconocido	1	10	2
Nivel 1	2	10	4
Nivel 2	3	18	6
Nivel 3	4	18	8
Nivel 4	5	15	10
Nivel 5	6	15	12
Nivel 6	7	12	14

Según el nivel hasta el cual el niño logre avanzar en la prueba se procederá a dar un diagnóstico y a presentar una serie de ejercicios que deben realizarse para que el niño mejore su memoria auditiva a corto plazo.

2.3.3 Tipos de herramientas audiovisuales específicas a utilizar

Se tendrá pleno uso del *mouse* evitando en lo posible el uso del teclado, utilizando cuando sea necesario herramientas de audio, necesarias para la interrelación del niño con el programa.

3. DISEÑO DEL SISTEMA EXPERTO DE APOYO AL EDUCADOR PARA MEJORAR Y DESARROLLAR LA MEMORIA A CORTO PLAZO EN NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN COMPRENDIDOS EN LA EDAD DE 7 A 12 AÑOS

3.1 Introducción

En los capítulos anteriores se han definido los conceptos necesarios para la implementación del sistema así como también se pudo observar el papel importante que juega la computación en la educación, así como la poca atención que se ha brindado en el área de la informática en la ayuda a personas afectadas con el síndrome de Down.

3.2 Procedo de deducción

En la mayoría de casos el niño debe de sustentar varias pruebas psicológicas para definir con claridad su nivel psicológico, el desarrollo de un niño con síndrome de Down es igual al de un niño normal solamente que se da con mayor lentitud, en otras palabras, un niño puede tener una edad de 9 años pero su desarrollo psicológico puede ser de un niño de 7 años, es por ello que es importante saber cual es el grado de avance psicológico que el niño posee para que no se le exija al niño mas de lo que el esta en capacidad de dar.

De manera general el proceso de evaluación, diagnóstico y Recomendaciones de la memoria visual y auditiva a corto plazo se realiza de la siguiente forma.

- **Indicación del Nivel Psicológico del Paciente**

El diagnóstico previo de un experto que indica el nivel psicológico que posee el paciente es el punto de partida, aunque no es necesario forzosamente saberlo, si es de gran ayuda y puede usarse de referencia. Esta información podrá ser proporcionada al sistema mediante un combo en el cual se tienen indicados seis niveles psicológicos dentro de los cuales puede estar el paciente, con opción a no indicar ningún nivel psicológico, la clasificación de niveles se hizo en base a la información proporcionada por experto, basados en la edad del niño y clasificación general que realizan los expertos.

- **Indicación del Tipo de Prueba del Paciente**

El paciente puede ser sometido a una prueba de la memoria visual o a una prueba de la memoria auditiva según desee realizarlo la persona que este pasando la evaluación. El tipo de prueba en el sistema, podrá ser elegido mediante un check box, por default se realizará la prueba de memoria visual.

- **Realización de la Prueba**

En el paso anterior se elige la prueba a la que el paciente será sometido, en esta fase el paciente sustenta la prueba según la solicitud del evaluador, se procede a pasarle la prueba, utilizando las herramientas audio visuales que visual BASIC nos permite utilizar y que son necesarias.

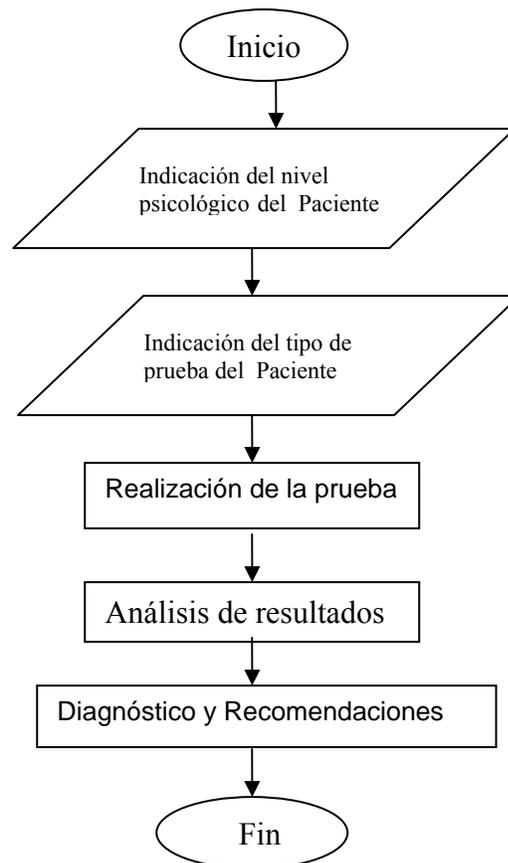
- **Análisis de Resultados**

En la prueba se pueden obtener varios resultados, dependiendo del tiempo en que el paciente se tarde en resolver la prueba, el número de aciertos o desaciertos que tuvo, así como también el Orden en que resolvió la prueba, estos parámetros son los que el experto utiliza para dar un diagnóstico y son los que el sistema tomará para evaluar el grado de desarrollo de la memoria visual a corto plazo o auditiva según sea el caso.

- **Diagnóstico y Recomendaciones**

Como con toda prueba, luego de analizar los resultados obtenidos se podrá emitir un diagnóstico basados en los resultados de la prueba y se darán recomendaciones que debe seguir el educador para lograr una mejora en la memoria visual o auditiva del niño.

Figura I. Diagrama de flujo del proceso de evaluación



3.3 Diseño audio visual de la prueba para la medición de la memoria auditiva a corto plazo a utilizar en el sistema experto

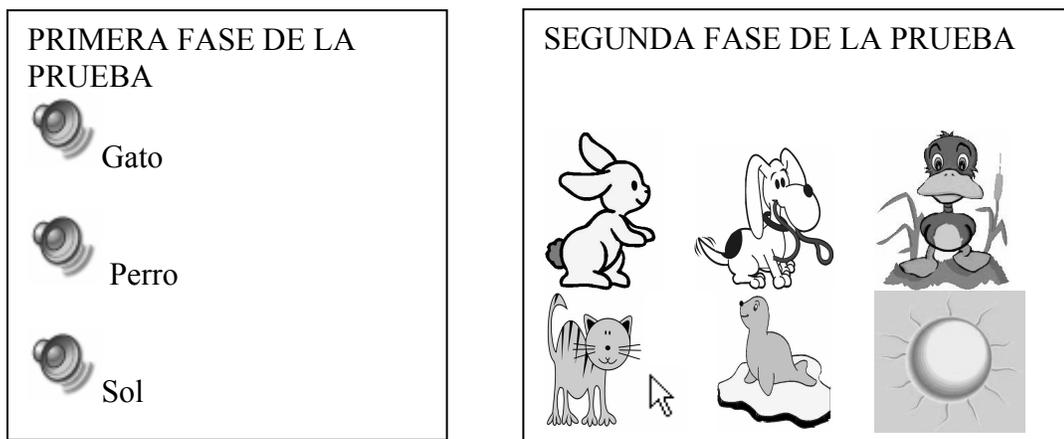
Como se puede apreciar en el capítulo anterior, hay varios tests que se utilizan para medir las distintas capacidades psicológicas de un individuo.

Dependiendo de la edad y del nivel psicológico en el que se encuentre la persona se definen los grados de dificultad y el tipo de pruebas que se le van a presentar para que el pueda sustentarlas.

En el caso de la medición de la memoria auditiva a corto plazo se definió la forma en que se realizara la prueba auditiva, se tomará en cuenta el tiempo con que el niño resuelva la prueba, cuantos intentos realice y si lo hizo en orden o no. Los factores mencionados con anterioridad son los que expertos utilizan para definir el grado de avance del niño y que ejercicios deben de ponerle para mejorar su memoria, por lo tanto luego de definir el grado de desarrollo de la memoria del niño, se presentan varias sugerencias sobre que ejercicios ponerle al niño con el objetivo de mejorar el desarrollo de su memoria.

Continuación se puede observar la manera en que se presentaran las figuras al niño.

Figura II. Análisis Prueba Auditiva

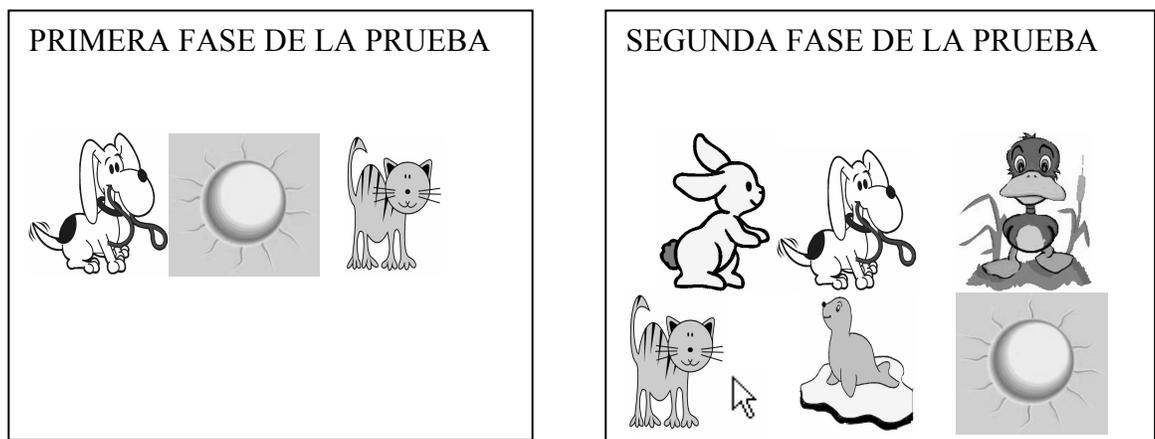


3.4 Diseño audio visual de la prueba para la medición de la memoria auditiva a corto plazo a utilizar en el sistema experto

Al igual que la memoria auditiva a corto plazo se ha podido apreciar que existen varios test para medir el desarrollo de la misma en un individuo, en este caso, analizando los distintos métodos se definió en el capítulo anterior la prueba de la memoria visual a corto plazo que se realizará en el sistema experto, se tomaran en cuenta los aspectos que se toman en cuenta para la memoria auditiva a corto plazo.

En la siguiente figura se puede observar la manera en que se presentarán al niño las figuras.

Figura III. Análisis prueba visual



3.5 Ejercicios audio visuales a utilizar en el sistema experto para el mejoramiento de la memoria a corto plazo en el niño con S.D. comprendido en la edad de 7 a 12 años dependiendo su nivel psicológico

Luego que el niño sustente la prueba correspondiente, se procederá a realizar un archivo de texto en el que se le indiquen a la persona que realiza la prueba, según el tiempo en que el niño realizó la prueba, los intentos que hizo para encontrar las figuras y el orden en que las fue localizando, los ejercicios que debe de poner al niño para que su memoria visual y auditiva, según el caso mejore.

En los ejercicios sugeridos para el mejoramiento de la memoria a corto plazo tanto visual como auditiva se tomaron en cuenta los siguientes:

En el caso de la memoria visual se contemplaron ejercicios que además de desarrollar la calidad de la memoria visual tienen a su vez como objetivo aumentar el grado de retención y la capacidad de reproducción de los contenidos, entre estos se tienen:

Presentar a los niños objetos pequeños de uso común, tales como auto, un dado, una tasa o cuchara de juguete, lápiz, peineta, reloj, animalito, etc. Asegurarse que los reconoce y denomina

3.6 Herramientas audio visuales a utilizar

Se utilizará Windows media player para la prueba auditiva, el sistema se realizará en Visual Basic y dado el nivel de complejidad de los datos a manipular para dar el diagnóstico del experto se vio la necesidad de utilizar un lenguaje de sistemas expertos.

3.7 Reglas

Aciertos: Contiene el número de aciertos máximo que podrán tenerse dependiendo el nivel y tipo de prueba a la que se este sometiendo al niño, posee como atributos el número de nivel, el número de aciertos y el tipo de prueba que se esta realizando.

Desaciertos: Contiene el número de desaciertos máximo aceptado que podrán tenerse dependiendo el nivel y tipo de prueba a la que se este sometiendo al niño, posee como atributos el número de nivel, el número de desaciertos y el tipo de prueba que se esta realizando.

Tiempo: Representa el tiempo prudente que se considera necesario para realizar una prueba dependiendo el nivel y el tipo de prueba que se esta realizando, contiene el número de nivel, el tiempo necesario considerado y el tipo de prueba para la cual es necesaria esta información

Orden: Nos servirá para representar el grado de orden requerido según el nivel, en el que el niño debe ir identificando los sonidos o las figuras encontradas, dependiendo de la prueba que se este realizando y el nivel de evaluación al que el paciente sea sometido.

3.9 Diseño de la interfaz gráfica

Es necesaria la creación de una interfaz grafica que facilite la realización de la prueba al niño de tal manera que sea lo más amigable posible y a la vez se pueda mantener la atención del niño, ya que los niños con síndrome de Down con facilidad pueden perder la atención.

De esta forma la Interfaz presenta al evaluador la pantalla de ingreso de la información inicial correspondiente al nivel psicológico del niño y el tipo de prueba que se le desea pasar.

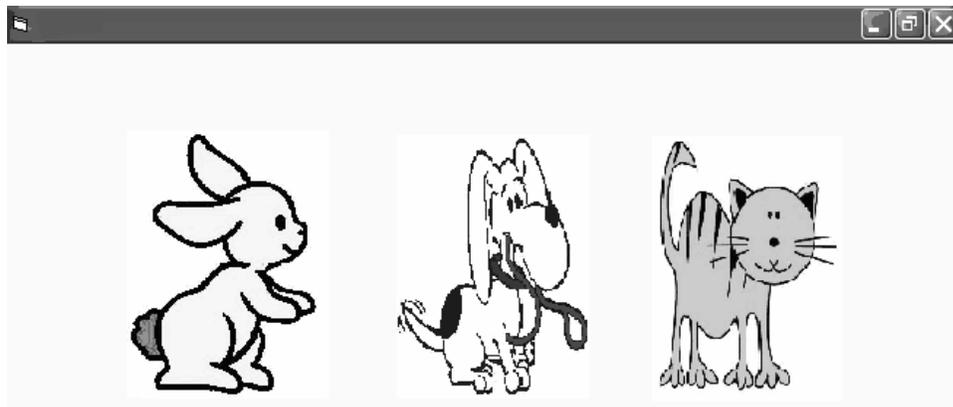
Como ejemplo se presenta la pantalla inicial y la elección de un nivel Psicológico dos.

Figura IV Pantalla Inicial del Sistema



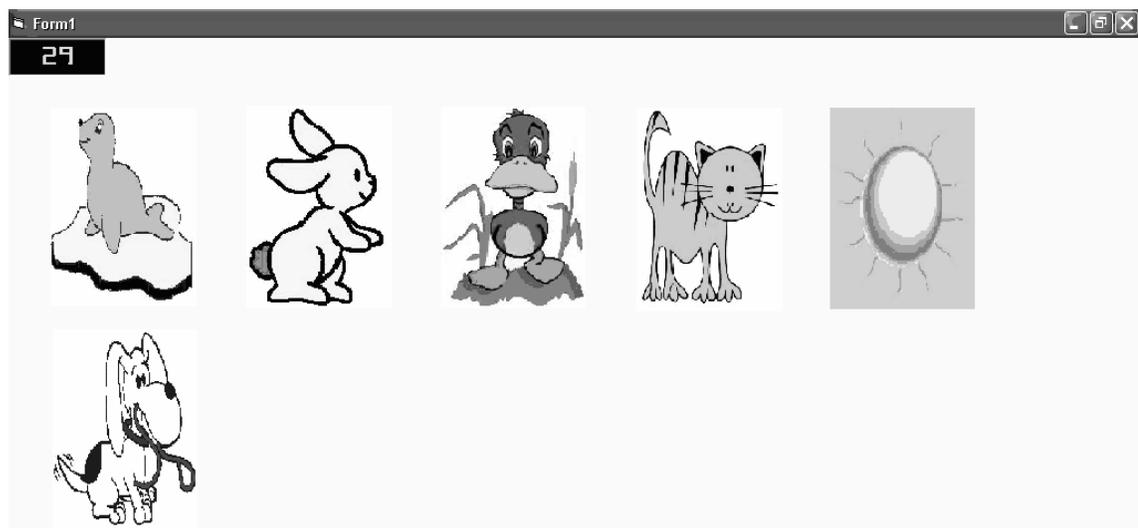
Al presionar el Botón de aceptar se le presentará al niño una pantalla inicial de evaluación. Para el ejemplo anterior, la pantalla que se presentaría sería similar a la que se presenta en la figura V.

Figura V Pantalla Inicial de la Prueba



Luego de esperar unos segundos, dependiendo del nivel psicológico del niño, se presenta ante el niño una nueva pantalla donde el indica las figuras que le fueron mencionadas con anterioridad o las presentadas, dependiendo de la prueba que este sustentando.

Figura VI. Segunda Parte de la prueba



Luego de esto, el niño debe de escoger entre las figuras que se le presentan las figuras que se le presentaron en la pantalla anterior o que le fueron mencionadas. Dependiendo el Orden en que escoja las tarjetas, el tiempo que tarde en identificarlas y el número de intentos que realice para identificarlas podrá pasar a un nivel más alto, o se terminará la prueba. El educador podrá Leer el archivo al cual se enviaran los resultados de la evaluación conforme la prueba y las sugerencias para que se pueda mejorar la memoria del niño.

3.10 Iteración y ayuda de las herramientas audio visuales

Por cada acierto o Desacierto que el niño realice se procederá a felicitarlo audiblemente utilizando Windows media player interactuando con Visual Basic, haciendo uso de esta manera de las herramientas audiovisuales que facilita Windows y Visual Basic.

3.11 Requerimientos básicos

Para que el funcionamiento correcto del programa hay varios requerimientos mínimos que debe de cumplir la computadora en la cual se instale el programa.

a. *HARDWARE*

Computadora Pentium III de 900 MHZ

128 de Memoria Ram.

Tarjeta de video de 32 MB.

Tarjeta de sonido.

Mouse

Bocinas

b. **SOFTWARE**

Windows 98 o versión posterior

Note Pad.

c. **RECURSOS HUMANOS**

Una persona encargada de pasar al evaluación.

El niño al que se le va a pasar la evaluación.

CONCLUSIONES

1. La Inteligencia Artificial en el área de sistemas expertos y la educación especial juntas pueden llegar a permitir avanzar en la recuperación y mejora de las personas discapacitadas en áreas como la tratada en este trabajo de graduación.
3. Es necesaria la implementación de Sistemas Informáticos que presten auxilio a los educadores especiales y padres de familia para lograr la superación de las personas con alguna discapacidad de manera eficaz y en tiempo breve.
4. Durante el análisis pudimos contribuir a establecer una forma de evaluación de los niños con síndrome de Down y a establecer un standard de ponderación para poder concluir resultados claros y concluyentes.
5. Debido a lo compleja que es el área de la educación especial y lo poco explorada que está por parte de la inteligencia artificial, aún queda un gran campo por cubrir con el fin de ayudar a las personas con determinadas discapacidades a través de la aplicación de técnicas como el razonamiento basado en casos, redes neuronales y robótica.

RECOMENDACIONES

Se puede ampliar el diseño y así crear una aplicación del sistema para examinar otras áreas que influyan en el aprendizaje y ayudar a su mejoramiento.

1. Utilizar este trabajo para ayudar a desarrollar otros sistemas expertos orientados al mejoramiento de diversas áreas cognitivas de las personas con determinadas discapacidades.
2. La utilización de Sistemas expertos para ayudar a los expertos en educación especial en la evaluación y diagnóstico de los pacientes podría ayudar grandemente a la mejoría de los éstos debido a que el sistema experto se podría elaborar basado en el conocimiento de grandes expertos en el área lo cual ayudaría a dar pronósticos acertados y recomendaciones concisas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Berryman, Julia C. PSICOLOGÍA DEL **DESARROLLO**. Santa fe de Bogotá, 1994.
2. Wadsworth, Barry J. TEORÍA DE PIAGET DEL **DESARROLLO COGNOSCITIVO Y AFECTIVO**. México, Editorial Diana, 1989.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ELECTRÓNICAS

1. <http://www.iidisability.org/esp/bib/acctec/infor.htm>
2. <http://www.medynet.com/usuarios/PrevInfad/Down.htm#INMUNIZACIONES>
3. <http://www.niee.ufrgs.br/lcieep/ponencias/dos-4.htm>
4. <http://www.fortunecity.com/skyscraper/chaos/279/docs/sistexpertos.htm>
5. <http://ciberconta.unizar.es/LECCION/teruel/INICIO.HTML> Manual de uso del programa Teruel, una red neuronal autoorganizada.
6. http://www.zonapediatrica.com/Zonas/N_especiales/Down_preescolar.html
7. <http://www.geocities.com/Athens/Pantheon/4689/down2.ht>
8. <http://members.fortunecity.com/elcoledigital/id23.htm>
9. http://www.down21.org/salud/neurobiologia/aprend_sd_2.htm

BIBLIOGRAFÍA

1. Calderón Gonzalez, R. **El niño con disfunción cerebral. Trastornos del lenguaje, aprendizaje y atención.** México: Editorial Limusa 1990.
2. Condemarín G., Mabel. Chadwick W., Mariana/ Milicic M., **MADUREZ ESCOLAR. MANUAL DE EVALUACIÓN Y DESARROLLO DE LAS FUNCIONES BÁSICAS PARA EL APRENDIZAJE ESCOLAR.** Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello, 1996.
3. García Sanchez, J.N. **Dificultades de aprendizaje e intervención psicopedagógica.** Barcelona: Editorial Ariel, 2001.
4. García Sicilia, J.. Ibáñez, Elena. Linaza, José. Marchesi, Álvaro. Mayor, Juan. Monfort, Marcos. Palao Esteve, S.J.. Pelechano, V.. Polaino, A.. Sáez Narro, N.. Santafé, Consuelo. Vega, José Luis. **PSICOLOGÍA EVOLUTIVA Y EDUCACIÓN INFANTIL.** Madrid: Editorial Santillana, 1989.
5. Tannhauser, Miriam T.. Rincón, María Lucrecia. Feldman, Jacobo. **PROBLEMAS DE APRENDIZAJE PERCEPTIVOMOTOR. MÉTODOS Y MATERIALES ESCOLARES.** Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1996.
6. Wadsworth, Barry J. **TEORÍA DE PIAGET DEL DESARROLLO COGNOSCITIVO Y AFECTIVO.** México: Editorial Diana, 1989.

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

1. Downcantabria <http://www.downcantabria.com/psicologia.htm>. 2004.
2. Flórez Jesús, **Aprendizaje y síndrome de Down.** http://www.down21.org/salud/neurobiologia/aprend_sd_memoria_1.htm , 2004
3. Martinez Amaia A.. Gasteiz Victoria.. **Síndrome de Down, Necesidades Educativas y Desarrollo del Lenguaje.** [http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-2459/es/contenidos/informacion/dif7/es_2082/adjuntos/libros/\(8\)%20Down/CAST/SINDOWN.pdf](http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-2459/es/contenidos/informacion/dif7/es_2082/adjuntos/libros/(8)%20Down/CAST/SINDOWN.pdf) 1997.
4. Castillo Enrique, Gutiérrez José Manuel, Hadi Alis S. **Sistemas Expertos y modelos de redes probabilísticas.** <http://personales.unican.es/gutierjm/papers/BookCGH.pdf>

ANEXOS

CÓDIGO FUENTE DEL MODULO INICIAL DEL SISTEMA EXPERTO EN VISUAL BASIC

```
Private Sub aceptar_Click()  
  If StrComp(c1.Text, "") <> 0 Then  
    dif_nivel = 1  
    QUE_NIVEL = Inicio.c1.ListIndex + dif_nivel  
  
    If Visual.Value = True Then  
      mem_visual.Visible = True  
    Else  
      mem_audit.Visible = True  
    End If  
  Else  
    MsgBox ("DEBE ESCOGER UNA OPCIÓN")  
  End If  
End Sub  
  
Private Sub Form_Load()  
  c1.Clear  
  
  c1.AddItem "Nivel Desconocido", 0  
  c1.AddItem "Nivel 1", 1
```

```

c1.AddItem "Nivel 2", 2
c1.AddItem "Nivel 3", 3
c1.AddItem "Nivel 4", 4
c1.AddItem "Nivel 5", 5
c1.AddItem "Nivel 6", 6
Visual.Value = True
End Sub

```

CÓDIGO FUENTE DEL MODULO DE LA PRUEBA AUDITIVA Y VISUAL EN VISUAL BASIC

```

Public final As Integer
Public nivel As Integer
Dim cont As Integer
Public tiempo As Integer
Public intentos As Integer
Public asciertos As Integer
Public tiempo_prueba As Integer
Public Orden As Integer
Dim pos() As tarjeta
Dim pos2() As tarjeta

Private Sub memoria_dos()
Dim a, b, posi, c, d, picture
pos2 = pos
ReDim pos2(1 To (nivel) * 2)
For a = 1 To nivel
    pos2(a).pintura = pos(a).pintura
    pos2(a).pos = -1
    p(a).Visible = False
Next a

For a = 1 To nivel * 2

Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
posi = Int((nivel * 2 * Rnd) + 1)
c = 0
For d = 1 To a
    If pos2(d).pos = posi Then
        c = 1
    End If
Next d
Loop While c = 1
pos2(a).pos = posi
picture = pos2(a).pintura
If StrComp(picture, "", 1) = 0 Then
Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
picture = a1.path + "\" + a1.List(Int((50 * Rnd)))
c = 0
For d = 1 To nivel * 2

```

```

    If pos2(d).pintura = picture Then
        c = 1
    End If
    Next d
    Loop While c = 1
End If
pos2(a).pintura = picture
Load p2(a)
p2(a).picture = LoadPicture(pos2(a).pintura)
If Fix(pos2(a).pos / 5) = 0 Then
    p2(a).Left = 600 + (pos2(a).pos) * 1600
    p2(a).Top = 960
Else
    If pos2(a).pos = nivel * 2 Then
        p2(a).Top = 960
        p2(a).Left = 600
    Else
        p2(a).Top = 960 + 2200 * Fix(pos2(a).pos / 5)
        p2(a).Left = 600 + (pos2(a).pos - Fix(pos2(a).pos / 5) * 5) * 1600
    End If
End If
p2(a).PaintPicture p2(a).picture, 0, 0, 1500, 2000
p2(a).Visible = True
Next a

```

```

t2.Enabled = True
tiem.Visible = True
End Sub

```

```

Private Sub c_Click()
fallo.Stop
c.Visible = False
inicia_prueba
End Sub

```

```

Private Sub continuar_Click()
Unload mem_visual
Load mem_visual
End Sub

```

```

Private Sub inicia_prueba()
Me.Width = 10000
Me.Height = 10000
Me.Left = (Me.Width - Me.Width) / 2 ' Centrar el formulario
horizontalmente.
Me.Top = (Me.Height - Me.Height) / 2 ' Centrar el formulario
verticalmente.

```

```

Me.picture = LoadPicture("c:\memoria\otros\2.jpg")
Dim a, b, posi, c, d, pic
For a = 1 To nivel
Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.

```

```

posi = Int((nivel * Rnd) + 1)
c = 0
For d = 1 To a
  If pos(d).pos = posi Then
    c = 1
  End If
Next d
Loop While c = 1
pos(a).pos = posi
Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
pic = a1.path + "\" + a1.List(Int((50 * Rnd)))
c = 0
For d = 1 To a
  If StrComp(pos(d).pintura, pic, 1) = 0 Then
    c = 1
  End If
Next d
Loop While c = 1
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
pos(a).pintura = pic
Load p(a)
p(a).picture = LoadPicture(pos(a).pintura)
If Fix(pos(a).pos / 5) = 0 Then
  p(a).Left = 600 + (pos(a).pos) * 1600 '2640
  p(a).Top = 960
Else
  If pos(a).pos = nivel Then
    p(a).Top = 960
    p(a).Left = 600
  Else
    p(a).Top = 960 + 2200 * Fix(pos(a).pos / 5) '3000 2500
    p(a).Left = 600 + (pos(a).pos - Fix(pos(a).pos / 5) * 5) * 1600 '2640
  End If
End If
p(a).PaintPicture p(a).picture, 0, 0, 1500, 2000
p(a).Visible = True
Next a
t.Enabled = True
tiempo = 0
End Sub

Private Sub Form_Load()
Me.Visible = True
continuar.Visible = False
a1.path = "c:\memoria\dibujos\"
t.Enabled = False
t.Interval = 1000
t2.Enabled = False
t2.Interval = 1000
Orden = 0
'final = 10

```

```
nivel = QUE_NIVEL
cont = 0
asciertos = 0
intentos = 0
tiem.Visible = False
tiem.Text = 0
```

```
Select Case nivel ' Evalúa Nivel.
Case 1 To 2
    final = 10
Case 3 To 4
    final = 18
Case 5 To 6
    final = 15
Case Else
    final = 12
End Select
```

```
ReDim pos(1 To nivel)
If nivel = Inicio.c1.ListIndex + dif_nivel Then
fallo.FileName = "c:\memoria\sonidos\inicio_visual.wav"
fallo.Play
Else
c.Visible = False
inicia_prueba
End If
End Sub
```

```
Private Function buscar_ascierto(picture As String) As Integer
Dim i As Integer
Dim c As Integer
c = 0
i = 1
```

```
Do While c = 0 And i <= nivel
If StrComp(pos(i).pintura, picture, 1) = 0 Then
'c = 1
c = pos(i).pos
buscar_ascierto = c
```

```
End If
i = i + 1
Loop
buscar_ascierto = c
End Function
```

```
Private Sub p2_Click(Index As Integer)
Dim arch As String
Dim i As Integer
Dim acer As Integer
acer = buscar_ascierto(pos2(Index).pintura)
```

```

If acer > 0 Then
  Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
  arch = Int((6 * Rnd))
  acerto.FileName = "c:\memoria\sonidos\" + arch + ".wav"
  If (p2(Index).Appearance = 0) Then
    p2(Index).Appearance = 1
    acerto.AutoStart = True
    asciertos = asciertos + 1
    If acer = asciertos Then
      Orden = Orden + 1
    End If
    intentos = intentos + 1
    If (asciertos = nivel) Then
      t2.Enabled = False
      For i = 1 To nivel * 2
        p2(i).Visible = False
      Next
      If intentos <= nivel + 1 And Orden >= nivel - 1 Then
        MsgBox ("¡¡¡¡FELICITACIONES PASAS AL SIGUIENTE NIVEL!!!!..." + " INTENTOS
=>" + Str(intentos) + " DESHACIERTOS =>" + Str(intentos - asciertos) + "Orden ->" +
Str(Orden))
        Call TERMINA_NIVEL
      Else
        MsgBox ("¡¡¡¡F E L I C I T A C I O N E S!!!!...TERMINASTE " + " INTENTOS =>" +
Str(intentos) + " DESHACIERTOS =>" + Str(intentos - asciertos) + "Orden ->" + Str(Orden))
        MsgBox ("GENERADO DIAGNOSTICO.....")
        Unload Me
      End If
    End If
  End If
Else
  acerto.FileName = "c:\memoria\sonidos\6.wav"
  fallo.AutoStart = True
  intentos = intentos + 1
End If
End Sub
Private Sub t_Timer()
  tiempo = tiempo + 1
  If tiempo = final Then
    t.Enabled = False
    Call memoria_dos
  Else
    cont = cont + 1
    If cont > nivel Then
      cont = 1
    End If
    p(cont).Appearance = 1
    If cont = 1 Then
      p(nivel).Appearance = 0
    Else
      p(cont - 1).Appearance = 0
    End If
  End If
End Sub

```

```

End If

End If
End Sub

Private Sub t2_Timer()
    tiem.Text = tiem.Text + 1
End Sub

Public final As Integer
Public nivel As Integer
Public cont As Integer
Public tiempo As Integer
Public intentos As Integer
Public asciertos As Integer
Public tiempo_prueba As Integer
Public Orden As Integer
Dim pos() As tarjeta
Dim pos2() As tarjeta
Dim path As String
'Dim deshaciertos As Integer

Private Sub memoria_dos()

Dim a, b, posi, c, d, picture
a1.path = "c:\memoria\dibujos\"
path = "c:\memoria\sonidos\sonido\"
pos2 = pos

ReDim pos2(1 To (nivel) * 2)
For a = 1 To nivel
    'Instr(1, SearchString, SearchChar, 0)
    'Left(UnaCadena, 1)
    'PrimeraPalabra = Mid(MiCadena, 1, 12) ' Devuelve "Demostración".
    pos2(a).pintura = "c:\memoria\dibujos\"
    pos2(a).pintura = pos2(a).pintura + Left(Mid(pos(a).pintura, Len(path) + 1, Len(pos(a).pintura)),
    InStr(1, Mid(pos(a).pintura, Len(path) + 1, Len(pos(a).pintura)), ".WAV", 1))

    'Left(Mid(pos(a).pintura, Len(path) + 1, Len(pos(a).pintura)), InStr(1, pos(a).pintura, ".wav", 1))
    pos2(a).pintura = pos2(a).pintura + ".jpg"
    pos2(a).pos = -1
    ' p(a).Visible = False
Next a

For a = 1 To nivel * 2

Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
posi = Int((nivel * 2 * Rnd) + 1)
c = 0
For d = 1 To a
    If pos2(d).pos = posi Then

```

```

        c = 1
    End If
Next d
Loop While c = 1
pos2(a).pos = posi
picture = pos2(a).pintura
Dim archivo As String
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
archivo = a1.List(Int((40 * Rnd)) + 1)
If StrComp(picture, "", 1) = 0 Then
Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
archivo = a1.List(Int((40 * Rnd)) + 1)

picture = a1.path + "\" + archivo

c = 0
For d = 1 To nivel * 2
If StrComp(pos2(d).pintura, picture, 1) = 0 Then
c = 1
End If
Next d
Loop While c = 1 Or (StrComp(picture, "", 1) = 0 And c = 0)
End If
'Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
'-----ARREGLA ACA
pos2(a).pintura = picture
Load p2(a)
p2(a).picture = LoadPicture(pos2(a).pintura)
If Fix(pos2(a).pos / 5) = 0 Then
p2(a).Left = 600 + (pos2(a).pos) * 1600
p2(a).Top = 960
Else
If pos2(a).pos = nivel * 2 Then
p2(a).Top = 960
p2(a).Left = 600
Else

p2(a).Top = 960 + 2200 * Fix(pos2(a).pos / 5)
p2(a).Left = 600 + (pos2(a).pos - Fix(pos2(a).pos / 5) * 5) * 1600
End If
End If
p2(a).PaintPicture p2(a).picture, 0, 0, 1500, 2000
p2(a).Visible = True

Next a

Me.Width = 10000
Me.Height = 10000
Me.Left = (Me.Width - Me.Width) / 2 ' Centrar el formulario
horizontalmente.

```

```

Me.Top = (Me.Height - Me.Height) / 2 ' Centrar el formulario
verticalmente.
t2.Enabled = True
tiem.Visible = True
End Sub
Private Sub inicia_prueba()
    Dim x
    Dim ini
    Dim z
Me.picture = LoadPicture("c:\memoria\otros\2.jpg")
Dim a, b, posi, c, d, pic
For a = 1 To nivel
Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
posi = Int((nivel * Rnd) + 1)
c = 0
    For d = 1 To a
        If pos(d).pos = posi Then
            c = 1
        End If
    Next d
Loop While c = 1
pos(a).pos = posi
Do
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
pic = a1.path + "\" + a1.List(Int((25 * Rnd)))
c = 0
    For d = 1 To a
        If StrComp(pos(d).pintura, pic, 1) = 0 Then
            c = 1
        End If
    Next d
Loop While c = 1
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
pos(a).pintura = pic
Load son1(a)

son1(a).FileName = pos(a).pintura
son1(a).AutoStart = True

x = son1(a).ActiveMovie.Duration
ini = Timer
Do While Timer < ini + x + 1
    z = z + 1
Loop
Next a
'COMMAND1.Visible = False
t.Enabled = True
tiempo = 0

End Sub

```

```

Private Sub c_Click()
fallo.Stop
c.Visible = False
inicia_prueba
End Sub

Private Sub continuar_Click()
Unload mem_audit
Load mem_audit
End Sub

Private Sub Form_Load()
Me.Visible = True
Me.PaintPicture Me.picture, 0, 0, 3405, 4230
continuar.Visible = False
son1(0).FileName = "c:\memoria\sonidos\1.wav"
son1(0).AutoStart = True
a1.path = "c:\memoria\sonidos\sonido"
t.Enabled = False
t.Interval = 1000
t2.Enabled = False
t2.Interval = 1000
Orden = 0
final = 3
cont = 0
asciertos = 0
intentos = 0
tiem.Visible = False

tiem.Text = 0
nivel = QUE_NIVEL

Select Case nivel ' Evalúa Nivel.
Case 1 To 2 ' 8 segundos y 4 por tarjeta
    final = 8
Case 3 To 4 ' 5 segundos y 4 por tarjeta
    final = 15
Case 5 To 6
'2 segundos y 1.75 por tarjeta
    final = 25
Case Else
    final = 28
End Select

ReDim pos(1 To nivel)
c.Visible = True

If nivel = Inicio.c1.ListIndex + dif_nivel Then

fallo.FileName = "c:\memoria\sonidos\inicio_audio.wav"
fallo.Play

```

```

Else
c.Visible = False
'Me.picture = LoadPicture("c:\memoria\otros\2.jpg")
inicia_prueba
End If

End Sub

Private Sub t_Timer()
tiempo = tiempo + 1
If tiempo = final Then
t.Enabled = False
'MsgBox tiempo
Call memoria_dos
End If
End Sub

Private Sub t2_Timer()
tiem.Text = tiem.Text + 1
End Sub
Private Sub DIAGNOSTICO()

End Sub

Private Sub p2_Click(Index As Integer)
Dim arch As String
Dim i As Integer
Dim acer As Integer
acer = buscar_ascierto(pos2(Index).pintura)
'If buscar_ascierto(pos2(Index).pintura) > 0 Then
If acer > 0 Then
Randomize ' Inicializa el generador de números aleatorios.
arch = Int((6 * Rnd))
' acerto.Enabled = True
acerto.FileName = "c:\memoria\sonidos\" + arch + ".wav"

If (p2(Index).Appearance = 0) Then
p2(Index).Appearance = 1
acerto.AutoStart = True
asciertos = asciertos + 1
If acer = asciertos Then
Orden = Orden + 1
End If
intentos = intentos + 1
If (asciertos = nivel) Then
t2.Enabled = False
For i = 1 To nivel * 2
p2(i).Visible = False
Next
If intentos <= nivel + 1 And Orden >= nivel - 1 Then

```

```

                MsgBox ("iiiiFELICITACIONES PASAS AL SIGUIENTE NIVEL!!!!..." + " INTENTOS
=>" + Str(intentos) + " DESHACIERTOS =>" + Str(intentos - asciertos) + "Orden ->" +
Str(Orden))
                Call TERMINA_NIVEL
                Else
                MsgBox ("iiiiF E L I C I T A C I O N E S!!!!...TERMINASTE " + " INTENTOS =>" +
Str(intentos) + " DESHACIERTOS =>" + Str(intentos - asciertos) + "Orden ->" + Str(Orden))
                MsgBox ("GENERADO DIAGNOSTICO.....")
                Unload Me
                End If

                End If
                End If
                Else
                acerto.FileName = "c:\memoria\sonidos\6.wav"
                fallo.AutoStart = True
                intentos = intentos + 1
                End If
                End Sub
                Private Function buscar_ascierto(picture As String) As Integer
                Dim i As Integer
                Dim c As Integer
                c = 0
                i = 1
                Dim cadena As String
                Dim path2 As String
                path2 = "c:\memoria\dibujos\"
                cadena = "c:\memoria\sonidos\sonido\"
                cadena = cadena + Left(Mid(picture, Len(path2) + 1, Len(picture)), InStr(1, Mid(picture,
Len(path2) + 1, Len(picture)), ".jpg", 1))
                cadena = cadena + "WAV"
                Do While c = 0 And i <= nivel
                If StrComp(pos(i).pintura, cadena, 1) = 0 Then
                c = i

                End If
                i = i + 1
                Loop
                buscar_ascierto = c
                End Function

```

```

public Type tarjeta
    pintura As String
    pos As Integer
End Type

```

```

Public QUE_NIVEL As Integer
Public dif_nivel As Integer

```

```

Public Sub TERMINA_NIVEL()
    QUE_NIVEL = QUE_NIVEL + 1

```

```
If Inicio.Visual = True Then
    mem_visual.continuar.Visible = True

Else
    mem_audit.continuar.Visible = True
End If

End Sub
```