



UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA
ESCUELA SUPERIOR DE INFORMÁTICA

**PROTOTIPO DE UN SISTEMA EXPERTO DE
AYUDA EN EL DIAGNÓSTICO DE
TRASTORNOS DEL NEURODESARROLLO
INFANTIL.**

ÍNDICE

1. Descripción.....	pág. 3
2. Estudio de viabilidad: test de slagel.....	págs.4-9
3. Adquisición del conocimiento.....	págs.10-17
4. Conceptualización.....	págs.18-20
5. Representación del conocimiento.....	págs. 21-23
6. Implementación.....	págs. 24-28
7. Evaluación.....	págs. 29-30

1. DESCRIPCIÓN

La finalidad del proyecto es el desarrollo de un prototipo de un sistema experto de ayuda en el diagnóstico de trastornos del neurodesarrollo infantil.

El diagnóstico se logrará a través de una serie de pruebas y test utilizados para verificar la existencia o no de discapacidad en el paciente y el tipo concreto de la misma.

El sistema experto no pretende reemplazar a los responsables en la toma de decisiones, sino el asesoramiento de los mismos.

- **ALCANCE**

Concretamente este sistema se centrará, dentro de los trastornos del neurodesarrollo, en las discapacidades intelectuales en los niños entre 3 y 6 años.

Las discapacidades intelectuales engloba el trastorno del desarrollo intelectual, retraso global del desarrollo y discapacidad intelectual no especificada.

Aunque para entender completamente el sistema se comentarán estos tres tipos de trastornos, este prototipo sólo se centrará en la distinción entre los distintos grados de discapacidad dentro del trastorno del desarrollo intelectual, consistente en discapacidad leve, moderada, severa o profunda.

- **LÍMITES**

El sistema no se centrará en el resto de trastornos del neurodesarrollo infantil, los cuales son: trastornos de la comunicación, trastorno del espectro autista, TDAH, trastorno del aprendizaje, trastornos motores y otros trastornos del neurodesarrollo.

2. ESTUDIO DE VIABILIDAD: TEST DE SLAGEL

Es necesario un estudio de viabilidad antes de construir un sistema experto para:

- Poder asegurar de una forma más o menos “**objetiva**” de que la tarea que se va a emprender es factible.
- “**Justificar**” la posible financiación del proyecto.

Para llevar a cabo este estudio de viabilidad se usará el **test de slagel**.

El test de slagel consta de **tres** etapas:

- Definición de características, donde es necesario considerar cuatro dimensiones (plausibilidad, justificación, adecuación y éxito)
- Asignación de pesos a las características
- Evaluación de cada aplicación candidata

• PLAUSIBILIDAD

Permite determinar si se cuenta con los medios necesarios para poder abordar el problema desde la perspectiva de la Ingeniería del Conocimiento.

Se analizan dos aspectos básicos, los cuales son las **características del experto** y las **características de la tarea** que lleva a cabo el experto.

Tablas. Plausibilidad

CAT.	IDEN	PESO (P)	VALOR (V)	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	P1	10	9	Existen expertos.	E
EX	P2	10	8	El experto asignado es genuino.	E
EX	P3	8	9	El experto es cooperativo.	D
EX	P4	7	7	El experto es capaz de articular sus métodos pero no categoriza.	D
TA	P5	10	8	Existen suficientes casos de prueba; normales, típicos, ejemplares, correosos, etc.	E
TA	P6	10	8	La tarea está bien estructurada y se entiende.	D
TA	P7	10	8	Sólo requiere habilidad cognoscitiva (no pericia física).	D
TA	P8	9	7	No se precisan resultados óptimos sino sólo Satisfactorios, sin comprometer el proyecto.	D
TA	P9	9	7	La tarea no requiere sentido común.	D
DU	P10	7	7	Los directivos están verdaderamente comprometidos con el proyecto.	D

$$VC1 = \prod_{i=1,2,5} (V_{pi} // V_{ui}) \left[\left(\prod_{i=1}^{10} P_{pi} * V_{pi} \right) \right]^{1/10}$$

$$VC1 = (9//7) * (8//7) * (8//7) *$$

$$[(10*9)*(10*8)*(8*9)*(7*7)*(10*8)*(10*8)*(10*8)*(9*7)*(9*7)*(7*7)] ^ (1/10) =$$

69,231

• JUSTIFICACIÓN

Se analizan aspectos tales como la **necesidad** de la experiencia y la **inversión** a realizar.

De la **inversión** se analizan los costes del sistema, la recuperación de la inversión, el valor de la tarea a realizar y si existen soluciones alternativas.

Tablas. Justificación

CAT.	IDEN. CAT.	PESO (P)	VALOR (V)	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	J1	10	8	El experto NO está disponible.	E
EX	J2	10	6	Hay escasez de experiencia humana.	D
TA	J3	8	6	Existe necesidad de experiencia simultánea en muchos lugares.	D
TA	J4	10	8	Necesidad de experiencia en entornos hostiles, penosos y/o poco gratificantes.	E
TA	J5	8	8	No existen soluciones alternativas admisibles.	E
DU	J6	7	8	Se espera una alta tasa de recuperación de la inversión.	D
DU	J7	8	9	Resuelve una tarea útil y necesaria.	E

$$VC2 = \prod_{i=1,4,5,7} (V_{ji} // V_{ui}) \left[\left(\prod_{i=1}^7 P_{ji} * V_{ji} \right)^{\frac{1}{7}} \right]$$

$$VC2 = (8//7)*(8//7)*(8//7)*(9//7)*$$

$$[(10*8)*(10*6)*(8*6)*(10*8)*(8*8)*(7*8)*(8*9)]^{\wedge (1/7)} = \mathbf{64,72}$$

- **ADECUACIÓN**

Se analiza si el problema es adecuado para ser resuelto con técnicas de IC.

Se analiza la naturaleza, complejidad y el tipo de tarea.

Tablas. Adecuación

CAT.	IDEN. CAT.	PESO (P)	VALOR (V)	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	A1	5	6	La experiencia del experto está poco organizada.	D
TA	A2	6	8	Tiene valor práctico.	D
TA	A3	7	7	Es una tarea más táctica que estratégica.	D
TA	A4	7	8	La tarea da soluciones que sirvan a necesidades a largo plazo.	E
TA	A5	5	7	La tarea no es demasiado fácil, pero es de conocimiento intensivo, tanto propio del dominio, como de manipulación de la información.	D
TA	A6	6	7	Es de tamaño manejable, y/o es posible un enfoque gradual y/o, una descomposición en subtareas independientes.	D
EX	A7	7	8	La transferencia de experiencia entre humanos es factible (experto a aprendiz).	E

Tablas. Adecuación

CAT.	IDEN. CAT.	PESO (P)	VALOR (V)	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
TA	A8	6	7	Estaba identificada como un problema en el área y los efectos de la introducción de un SE pueden planificarse.	D
TA	A9	9	8	No requiere respuestas en tiempo real "inmediato".	E
TA	A10	9	8	La tarea no requiere investigación básica	E
TA	A11	5	6	El experto usa básicamente razonamiento simbólico que implica factores subjetivos.	D
TA	A12	5	7	Es esencialmente de tipo heurístico.	D

$$VC3 = \prod_{i=4,7,9,10} (V_{ai} // V_{ui}) \left[\left(\prod_{i=1}^{12} P_{ai} * V_{ai} \right) \right]^{12}$$

$$VC3 = (8//7) * (8//7) * (8//7) * (8//7) *$$

$$[(5*6)*(6*8)*(7*7)*(7*8)*(5*7)*(6*7)*(7*8)*(6*7)*(9*8)*(9*8)*(5*6)*(5*7)] ^ (1/12) = 45,284$$

- ÉXITO

Se determinan las probabilidades "a priori" de éxito del sistema a desarrollar teniendo en cuenta la mentalización de los responsables, ubicación idónea del sistema, aceptabilidad de los responsables, concordancia con los expertos, etc.

Tablas. Éxito

CAT.	IDEN. CAT.	PESO (P)	VALOR (V)	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	E1	8	9	No se sienten amenazados por el proyecto, son capaces de sentirse intelectualmente unidos al proyecto.	D
EX	E2	6	7	Tienen un brillante historial en la realización de esta tarea.	D
EX	E3	5	8	Hay acuerdos en lo que constituye una buena solución a la tarea.	D
EX	E4	5	8	La única justificación para dar un paso en la solución es la calidad de la solución final.	D
EX	E5	6	9	No hay un plazo de finalización estricto, ni ningún otro proyecto depende de esta tarea.	D
TA	E6	7	9	No está influenciada por vaivenes políticos.	E
TA	E7	8	7	Existen ya SS.EE. que resuelvan esa o parecidas tareas.	D

Tablas. Éxito

CAT.	IDEN. CAT.	PESO (P)	VALOR (V)	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
TA	E8	8	8	Hay cambios mínimos en los procedimientos habituales.	D
TA	E9	5	8	Las soluciones son explicables o interactivas.	D
TA	E10	7	8	La tarea es de I+D de carácter práctico, pero no ambas cosas simultáneamente.	E
DU	E11	6	8	Están mentalizados y tienen expectativas realistas tanto en el alcance como en las limitaciones.	D
DU	E12	7	8	No rechazan de plano esta tecnología.	E
DU	E13	6	8	El sistema interactúa inteligente y amistosamente con el usuario.	D

Tablas. Éxito

CAT.	IDEN. CAT.	PESO (P)	VALOR (V)	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
DU	E14	9	7	El sistema es capaz de explicar al usuario su razonamiento.	D
DU	E15	8	8	La inserción del sistema se efectúa sin traumas; es decir, apenas se interfiere en la rutina cotidiana de la empresa.	D
DU	E16	6	8	Están comprometidos durante toda la duración del proyecto, incluso después de su implantación.	D
DU	E17	8	8	Se efectúa una adecuada transferencia tecnológica.	E

$$VC4 = \prod_{i=6,10,12,17} (V_{ei} // V_{ui}) \left[\left(\prod_{i=1}^{17} P_{ei} * V_{ei} \right)^{1/17} \right]$$

$$VC4 = (9//7) * (8//7) * (8//7) * (8//7) *$$

$$[(8*9)*(6*7)*(5*8)*(5*8)*(6*9)*(7*9)*(8*7)*(8*8)*(5*8)*(7*8)*(6*8)*(7*8)*(6*8)*(9*7)*(8*8)*(6*8)*(8*8)]^{1/17} = 53,086$$

$$VC = \begin{cases} \sum_{i=1}^4 VC_i / 4; & \text{si } \prod_{i=1}^4 VC_i \neq 0 \\ 0; & \text{en otro caso} \end{cases}$$

$$VC = (69,231 + 64,72 + 45,284 + 53,086)/4 = 58,08025$$

NORMALIZAR

$$\text{Valor máximo} = (89,161 + 86,365 + 62,783 + 66,542)/4 = 76,213$$

$$76,213 \rightarrow 100\%$$

$$58,08025 \rightarrow \mathbf{76,2\%}$$

3. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

La entrevista es el método más comúnmente utilizado en la adquisición del conocimiento. Las entrevistas pueden ser directas e indirectas y pueden contener cuestiones que son explícitas o implícitas.

Tipos de entrevistas:

- **Entrevistas estructuradas o dirigidas.** El ingeniero de conocimiento, en nuestro caso, se encarga de dirigir la entrevista en todo momento y hace preguntas al experto siguiendo un guión que va marcando las fases de la entrevista. Son preguntas cerradas que deben ser respondidas con la mayor claridad y brevedad posible.
- **Entrevistas no estructuradas.** Adecuadas en las primeras sesiones de Adquisición del Conocimiento para establecer el marco del dominio del conocimiento, conocer el lenguaje que usa el experto y tener una visión amplia del dominio. El ingeniero del conocimiento puede otorgar la iniciativa al experto en cualquier momento, por lo que deberemos desenvolvernos ante preguntas abiertas.
- **Entrevistas semi-estructuradas.** el ingeniero realiza una combinación de las dos anteriores. Por un lado realiza preguntas directas para obtener información precisa sobre nuestra candidatura, y por otro, preguntas indirectas para el sondeo de nuestras motivaciones e intereses.

ENTREVISTA 1:

Fecha: 16/03/2016

Hora: 19:00-20:00

Asistentes: M^a Isabel Fernández Marchante (Experto)

M^a Dolores Sesmero Pozo (Ingeniero del conocimiento)

Tipo de Entrevista: Al ser la primera entrevista se trata de una entrevista no estructurada

Conocimiento anterior a la entrevista: Al ser la primera entrevista con el experto no existe un conocimiento muy amplio del tema que se está tratando.

Objetivos: La primera entrevista es una pequeña toma de contacto con el experto, donde se pretende la adquisición de un conocimiento general de los tipos de discapacidad intelectual infantil y una pequeña distinción entre ellos, de forma que podamos contrastar los datos inicialmente investigados y obtengamos una orientación sobre cómo poder enfocar el sistema experto.

Planteamiento de la sesión: Se inicia con una breve explicación por parte del ingeniero del conocimiento del tema que se quiere tratar (en este caso las discapacidades intelectuales) y de todos los datos que se necesitan al respecto, y se pide al experto que ofrezca una visión general del mismo y que explique brevemente cómo se dividen dichas discapacidades y cuáles son las principales características que los diferencian entre ellas.

Recursos empleados: DSM – V

Análisis de la sesión:

El trastorno del desarrollo intelectual se pueden distinguir según su gravedad en:

- Leve
- Moderado
- Grave/Severo
- Profundo

Además también encontramos las que no se encuentran dentro de esas cuatro:

- Retraso global del desarrollo
- Discapacidad intelectual no especificada.

Los diversos niveles de gravedad se definen principalmente por el funcionamiento adaptativo en el dominio conceptual, social y práctico, y por las puntuaciones del coeficiente intelectual. Aunque también influye la existencia de comorbilidad.

El retraso global del desarrollo se reserva para individuos menores de 5 años cuando el nivel de gravedad clínica no se puede valorar de forma fiable durante los primeros años de la infancia. Se diagnostica cuando no cumple con lo el sujeto no cumple con

los hitos esperados en varios campos del funcionamiento intelectual, incluidos los niños demasiado pequeños para participar en pruebas estandarizadas.

La discapacidad intelectual no especificada se reserva para individuos mayores de 5 años cuando la valoración del grado de discapacidad intelectual es difícil o imposible mediante los procedimientos disponibles debido a deterioros sensoriales o físicos asociados (ceguera, sordera, discapacidad locomotora...).

En nuestro caso sólo nos centraremos en la distinción entre leve, moderado, severo y profundo.

La discapacidad leve se caracteriza por:

Dificultades en el aprendizaje de las aptitudes académicas relativas a la lectura, escritura, etc., posee un juicio social inmaduro para su edad sin embargo en el cuidado personal puede funcionar de forma apropiada.

La discapacidad moderada se caracteriza por:

Lentitud en el desarrollo del lenguaje y las habilidades pre académicas, el juicio social y la capacidad para tomar decisiones son limitadas y el individuo puede responsabilizarse de sus necesidades personales pero necesita un periodo largo de aprendizaje.

La discapacidad grave/severa se caracteriza por:

Poca comprensión del lenguaje escrito y hablado y necesita ayuda para poder realizar todas las actividades de la vida cotidiana.

La discapacidad profunda se caracteriza por:

Compresión muy limitada de la comunicación simbólica en el habla y la gestualidad y el individuo depende de otros en todos los aspectos del cuidado diario.

Los distintos grados de discapacidad poseen características que pueden estar muy relacionadas e incluso muchas ser iguales, por lo que para poder distinguir entre los distintos niveles nos centraremos principalmente en el coeficiente intelectual (CI) evaluado previamente al niño y en una serie de funciones adaptativas imprescindibles que debe de cumplir el niño para su edad.

Puntuaciones del coeficiente intelectual:

CI	Descripción
100	CI ideal (población general)
99-80	CI normal
80-70	CI límite
69-50	Retraso mental leve (educable)
49-35	Retraso mental moderado (entrenable)
34-20	Retraso mental severo (difícil desarrollo)
Menor de 20	Retraso mental profundo (graves dificultades)

En el caso de que el niño tenga un coeficiente igual o superior a 70 se considera un niño normal, pero si es muy próximo a 70 es aconsejable al paso de un tiempo realizar nuevamente las pruebas para poder determinarlo con mayor seguridad.

ENTREVISTA 2:

Fecha: 30/03/2016

Hora: 19:00-21:00

Asistentes: M^a Isabel Fernández Marchante (Experto)

M^a Dolores Sesmero Pozo (Ingeniero del conocimiento)

Tipo de Entrevista: Estructurada

Conocimiento anterior a la entrevista: Distinción entre los distintos tipos de discapacidades intelectuales y las características principales para poder distinguirlas entre ellas.

Objetivos: Aclarar todas las dudas que hayan podido surgir en la entrevista anterior y realizar un análisis detallado de las características que tiene cada uno de los tipos de discapacidad distinguidos con anterioridad.

Planteamiento de la sesión: Primero se intentan resolver las posibles dudas que pudieron surgir en otras entrevistas y después se continúa obteniendo en más detalle la información relevante de cada discapacidad.

Recursos empleados: DSM – V

Preguntas:

1. **¿Qué es lo primero que hay que tener en cuenta para saber el tipo de gravedad de la discapacidad?**

Lo primero que hay que mirar es el coeficiente intelectual (CI) del niño, el cuál si da menor de 70 ya se puede asegurar que tiene un grado de discapacidad pero aún no está englobado en ninguno definitivamente ya que puede variar en función de la comorbilidad y el funcionamiento adaptativo del niño.

Una vez obtenido el CI tenemos que saber si el niño posee comorbilidad con otro tipo de enfermedades, en el caso de que sea verdadero, sólo existe la posibilidad de mantenerse en el grado de discapacidad establecido por el CI o bajar de nivel a mayor gravedad si sus funciones adaptativas no son suficientes para un niño de su edad.

En el caso de que el niño no posea comorbilidad puede subir o bajar de nivel de discapacidad en función de las habilidades que tenga el niño en relación con las que debería de tener para su edad.

2. ¿Qué tipo de comorbilidad con otras enfermedades se deben tener en cuenta?

En principio cualquier tipo de enfermedad que esté relacionada o pueda provocar algún tipo de discapacidad intelectual.

3. ¿Cuáles son las funciones adaptativas que hay que tener en cuenta para poder subir o bajar de nivel de gravedad?

Las funciones adaptativas a tener en cuenta son las que debería de tener un niño normal para su edad.

A continuación se muestran las características de adaptabilidad de un niño normal con edad de 3-4, y 5-6 años.

FUNCIONES QUE DEBE CUMPLIR UN NIÑO DE 3-4 AÑOS

- Avisa cuando tiene ganas de hacer pipi o caca durante el día.
- Necesita poca ayuda para lavarse manos y cara.
- Con ayuda del adulto se lava los dientes.
- Se desnuda con poca ayuda del adulto.
- Utiliza cubiertos.
- Bebe solo con copa o taza.
- Tiene una hora establecida para ir a dormir.
- Capta expresiones emocionales de los otros.
- Le gusta jugar solo y con otros niños.
- Puede ser dócil y rebelde.
- Posee una conducta más sociable.
- "Crisis de independencia".
- Asume las diferencias sexuales.
- Juego simbólico.

FUNCIONES QUE DEBE CUMPLIR UN NIÑO 5-6 AÑOS

- Más independencia y con seguridad en sí mismo.
- Pasa más tiempo con su grupo de juego.
- Aparecen terrores irracionales.
- Va al baño cuando siente necesidad.
- Se lava solo la cara.
- Colabora en el momento de la ducha.
- Come en un tiempo prudencial.
- Juega tranquilo durante media hora, aproximadamente.
- Patea la pelota a una distancia considerable.
- Hace encargos sencillos.

Análisis de la sesión:

1. Lo primero que hay que comprobar es el CI del niño que será evaluado previamente a través de un test.
En el caso de que el test de superior a 70 se considera que el niño no posee ninguna discapacidad intelectual, pero en el caso de que esté muy próximo a 70, que está considerado dentro de la normalidad, es aconsejable una vigilancia continua y la elaboración de un nuevo test con el paso de unos años. Si el resultado del CI sea inferior a 70 ya que considera la existencia de una discapacidad pero tenemos que tener en cuenta el resto de características para englobarla concretamente en uno de los niveles.
2. Lo siguiente a tener en cuenta es la existencia o no de comorbilidad, ya que si posee comorbilidad con otras enfermedades el nivel de discapacidad no podrá subir sólo bajar dependiendo de las funciones adaptativas.

3. Por último tenemos que valorar las funciones adaptativas que es capaz de desarrollar el niño.

Si un niño está englobado en un nivel de discapacidad concreto por su coeficiente intelectual pero cumple el 70% o más de las funciones adaptativas para su edad puede subir de nivel a menor discapacidad siempre y cuando no posea comorbilidad.

Si el lugar de cumplir más del 70% cumple más del 30% se quedaría en el nivel que dicta su coeficiente intelectual.

Por último, si el niño cumple menos del 30% de las funciones adaptativas baja de nivel a un grado mayor de discapacidad, independientemente de que posea o no comorbilidad.

Por ejemplo, si el CI ha salido entre 20-34 que se considera retraso mental severo miraríamos la comorbilidad, en el caso de que no tenga comorbilidad se comprueba las funciones adaptativas de su edad ya que podría subir o bajar de nivel de retraso en función de esto. Si es capaz de desarrollar más del 70% de las habilidades sube un nivel a retraso mental moderado, si es capaz de hacer la mitad o menos se quedaría en el severo y si no es capaz de hacer el 30% como mínimo de estas funciones bajaría de nivel a retraso mental profundo. En el caso de que el niño posea alguna comorbilidad no podrá subir de nivel (menor discapacidad) sino que se mantiene en el que resulta del CI o baja en el caso de que no sea capaz de realizar ninguna o muy pocas de las habilidades.

Para un niño de 3-4 años, teniendo en cuenta la existencia de 14 funciones, se considerará como el 70% que cumpla 9 de las funciones adaptativas y el 30% que cumpla 3 de las mismas, independientemente de cuáles sean.

Para un niño de 5-6 años como también debe de cumplir las funciones que tienen los niños de menor edad tendría que cumplir 24 funciones en total, por lo que el 70% se considerarían 16 funciones y el 30% 7 funciones.

GLOSARIO

Juego simbólico: Llamamos juego simbólico a la capacidad de realizar representaciones mentales y jugar con ellas.

Crisis de la independencia: se caracteriza fundamentalmente porque los niños y niñas se vuelven rebeldes y caprichosos, se niegan a obedecer, quieren hacer todo por sí mismos.

Comorbilidad: presencia de uno o más trastornos además de la enfermedad o trastorno primario.

4. CONCEPTUALIZACIÓN

- **Diccionario de conceptos**

Tablas objeto-atributo-valor

- **Mapa de conocimientos**

Refleja el proceso de razonamiento del experto. Se suele representar con esquemas (similares a los “diagramas de flujo”).

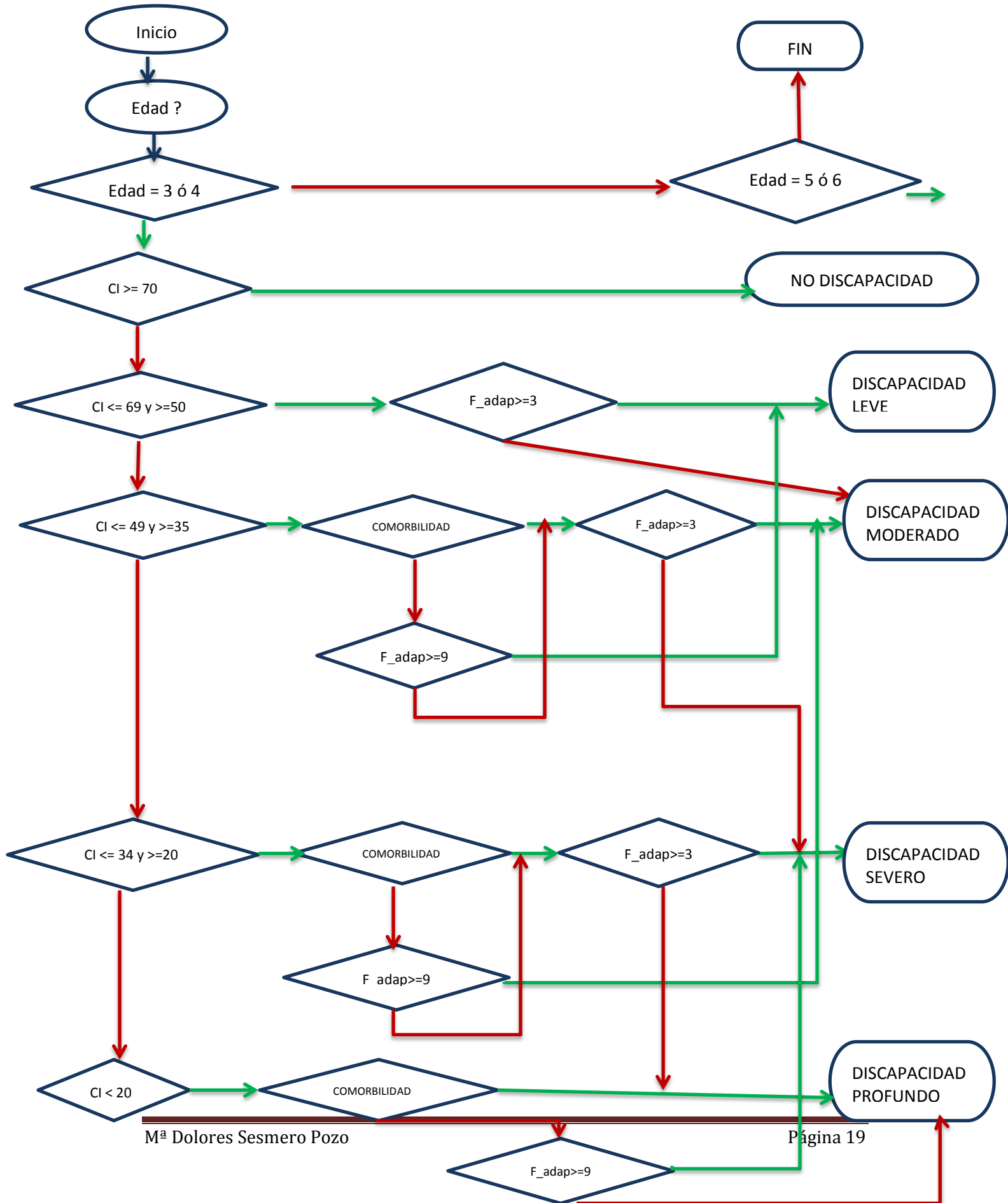
Tabla objeto-atributo-valor:

OBJETO	ATRIBUTO	VALOR
Niño	Edad	[3-6]
	Coeficiente intelectual	[0-100]
	Existencia de comorbilidad	0 o 1
	Avisa cuando tiene ganas de hacer pipi o caca durante el día.	0 o 1
	Necesita poca ayuda para lavarse manos y cara.	0 o 1
	Con ayuda del adulto se lava los dientes.	0 o 1
	Se desnuda con poca ayuda del adulto.	0 o 1
	Utiliza cubiertos.	0 o 1
	Bebe solo con copa o taza.	0 o 1
	"Crisis de independencia"	0 o 1
	Asume las diferencias sexuales.	0 o 1
	Juego simbólico.	0 o 1
	Tiene una hora establecida para ir a dormir.	0 o 1
	Capta expresiones emocionales de los otros.	0 o 1
	Le gusta jugar solo y con otros niños	0 o 1
	Puede ser dócil y rebelde.	0 o 1
	Posee una conducta más sociable.	0 o 1
	Más independencia y con seguridad en sí mismo.	0 o 1
	Pasa más tiempo con su grupo de juego.	0 o 1
	Aparecen terrores irracionales.	0 o 1
	Va al baño cuando siente necesidad.	0 o 1
	Se lava solo la cara.	0 o 1
	Colabora en el momento de la ducha.	0 o 1
	Come en un tiempo prudencial.	0 o 1
	Juega tranquilo durante media hora, aproximadamente.	0 o 1
	Patea la pelota a una distancia considerable.	0 o 1
	Hace encargos sencillos.	0 o 1

- El 0/1 de las funciones adaptativas equivaldría a responder no /si la cumple

Mapa de conocimiento

Representación del funcionamiento del sistema mediante un diagrama de flujo:



(*Para poder entender perfectamente el diagrama de flujo se tiene que tener en cuenta que las líneas de color verde son los caminos en los que la condición que se está comprobando en ese momento se cumple, y las de color rojo las que no se cumple dicha condición).

El camino al que te lleva cuando se cumple que la edad es 5 ó 6 años se construye haciendo las mismas comprobaciones que con edad de 3 ó 4 años pero lo único que cambia es en el número de funciones adaptativas que debe cumplir el niño (en lugar de 9 son 16 y de 3 son 7), proporcionando así las mismas conclusiones.

5. REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Este sistema tiene 5 salidas: no discapacidad, discapacidad leve, moderada, severa y profunda.

Hay que tener en cuenta que las funciones adaptativas de los niños de 3 y 4 años son 14 y de los niños de 5 y 6 años son 24.

- Si CI >70 -> no tiene discapacidad

Reglas para niños de 3 y 4 años:

- Si CI ≤ 69 y ≥ 50 y edad= 3 o 4 y funciones_adaptativas ≥ 3 -> discapacidad leve
- Si CI ≤ 69 y ≥ 50 y edad= 3 o 4 y funciones_adaptativas <3 -> discapacidad moderado
- Si CI ≤ 49 y ≥ 35 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas ≥ 9 -> discapacidad leve
- Si CI ≤ 49 y ≥ 35 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <9 y ≥ 3 -> discapacidad moderado
- Si CI ≤ 49 y ≥ 35 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <3 -> discapacidad severo
- Si CI ≤ 49 y ≥ 35 y edad= 3 o 4 y comorbilidad si y funciones_adaptativas ≥ 3 -> discapacidad moderado
- Si CI ≤ 49 y ≥ 35 y edad= 3 o 4 y comorbilidad si y funciones_adaptativas <3 -> discapacidad severo
- Si CI ≤ 34 y ≥ 20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas ≥ 9 -> discapacidad moderado
- Si CI ≤ 34 y ≥ 20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <9 y ≥ 3 -> discapacidad severo
- Si CI ≤ 34 y ≥ 20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <3 -> discapacidad profundo
- Si CI ≤ 34 y ≥ 20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad si y funciones_adaptativas ≥ 3 -> discapacidad severo
- Si CI ≤ 34 y ≥ 20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad si y funciones_adaptativas <3 -> discapacidad profundo

- Si CI <20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas >=9 -> discapacidad severo
- Si CI <20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <9 -> discapacidad profundo
- Si CI <20 y edad= 3 o 4 y comorbilidad si -> discapacidad profundo

Reglas para niños de 5 y 6 años:

- Si CI<=69 y >=50 y edad= 5 o 6 y funciones_adaptativas >= 7 -> discapacidad leve
- Si CI<=69 y >=50 y edad= 5 o 6 y funciones_adaptativas <7 -> discapacidad moderado
- Si CI<=49 y >=35 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas >=16 -> discapacidad leve
- Si CI<=49 y >=35 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <16 y >=7 -> discapacidad moderado
- Si CI<=49 y >=35 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <7 -> discapacidad severo
- Si CI<=49 y >=35 y edad= 5 o 6 y comorbilidad si y funciones_adaptativas >=7 -> discapacidad moderado
- Si CI<=49 y >=35 y edad= 5 o 6 y comorbilidad si y funciones_adaptativas <7 -> discapacidad severo
- Si CI<=34 y >=20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas >=16 -> discapacidad moderado
- Si CI<=34 y >=20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <16 y >=7 -> discapacidad severo
- Si CI<=34 y >=20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <7 -> discapacidad profundo
- Si CI<=34 y >=20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad si y funciones_adaptativas >=7 -> discapacidad severo
- Si CI<=34 y >=20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad si y funciones_adaptativas <7 -> discapacidad profundo

- Si CI <20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas >=16 -> discapacidad severo
- Si CI <20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad no y funciones_adaptativas <16 -> discapacidad profundo
- Si CI <20 y edad= 5 o 6 y comorbilidad si -> discapacidad profundo

6. IMPLEMENTACIÓN

A continuación se muestran sólo varias reglas que sirven para entender con facilidad el funcionamiento del sistema experto:

```
defrule preguntar1
  (or
    (niño 3 años)
    (niño 4 años)

  )
  (not(coeficiente intelectual ?x))
  (not(comorbilidad ?x))
  (not(funcion1 ?x))
  (not(funcion2 ?x))
  (not(funcion3 ?x))
  (not(funcion4 ?x))
  (not(funcion5 ?x))
  (not(funcion6 ?x))
  (not(funcion7 ?x))
  (not(funcion8 ?x))
  (not(funcion9 ?x))
  (not(funcion10 ?x))
  (not(funcion11 ?x))
  (not(funcion12 ?x))
  (not(funcion13 ?x))
  (not(funcion14 ?x))

=>
  (printout t "Introduzca el coeficiente intelectual" crlf)
  (assert (coeficiente intelectual (read)))
  (printout t "Introduzca si tiene comorbilidad (si/no)" crlf)
  (assert (comorbilidad (read)))
  (printout t "Avisa cuando tiene ganas de hacer pipi o caca durante el día (si: 1/no: 0) " crlf)
  (assert (funcion1 (read)))
  (printout t "Necesita poca ayuda para lavarse manos y cara " crlf)
  (assert (funcion2 (read)))
  (printout t "Con ayuda del adulto se lava los dientes " crlf)
  (assert (funcion3 (read)))
  (printout t "Se desnuda con poca ayuda del adulto " crlf)
  (assert (funcion4 (read)))
  (printout t "Utiliza cubiertos " crlf)
  (assert (funcion5 (read)))
  (printout t "Bebe solo con copa o taza " crlf)
  (assert (funcion6 (read)))
  (printout t "Tiene una hora establecida para ir a dormir " crlf)
  (assert (funcion7 (read)))
  (printout t "Capta expresiones emocionales de los otros " crlf)
  (assert (funcion8 (read)))
  (printout t "Puede ser dócil y rebelde " crlf)
  (assert (funcion9 (read)))
  (printout t "Posee una conducta más sociable " crlf)
  (assert (funcion10 (read)))
  (printout t "Le gusta jugar solo y con otros niños " crlf)
  (assert (funcion11 (read)))
  (printout t "Crisis de independencia " crlf)
  (assert (funcion12 (read)))
  (printout t "Asume las diferencias sexuales " crlf)
  (assert (funcion13 (read)))
  (printout t "Juego simbólico " crlf)
  (assert (funcion14 (read)))

)
```



```

(defrule preguntar2
  (or      (niño 5 años)
           (niño 6 años)
  )
  (not(coeficiente intelectual ?x))
  (not(comorbilidad ?x))
  (not(funcion1 ?x))
  (not(funcion2 ?x))
  (not(funcion3 ?x))
  (not(funcion4 ?x))
  (not(funcion5 ?x))
  (not(funcion6 ?x))
  (not(funcion7 ?x))
  (not(funcion8 ?x))
  (not(funcion9 ?x))
  (not(funcion10 ?x))
  (not(funcion11 ?x))
  (not(funcion12 ?x))
  (not(funcion13 ?x))
  (not(funcion14 ?x))
  (not(funcion15 ?x))
  (not(funcion16 ?x))
  (not(funcion17 ?x))
  (not(funcion18 ?x))
  (not(funcion19 ?x))
  (not(funcion20 ?x))
  (not(funcion21 ?x))
  (not(funcion22 ?x))
  (not(funcion23 ?x))
  (not(funcion24 ?x))

=>
  (printout t "Introduzca el coeficiente intelectual" crlf)
  (assert (coeficiente intelectual (read)))
  (printout t "Introduzca si tiene comorbilidad (si/no)" crlf)
  (assert (comorbilidad (read)))
  (printout t "Avisa cuando tiene ganas de hacer pipi o caca durante el día (si: 1/no: 0) " crlf)
  (assert (funcion1 (read)))
  (printout t "Necesita poca ayuda para lavarse manos y cara " crlf)
  (assert (funcion2 (read)))
  (printout t "Con ayuda del adulto se lava los dientes " crlf)
  (assert (funcion3 (read)))
  (printout t "Se desnuda con poca ayuda del adulto " crlf)
  (assert (funcion4 (read)))
  (printout t "Utiliza cubiertos " crlf)
  (assert (funcion5 (read)))
  (printout t "Bebe solo con copa o taza " crlf)
  (assert (funcion6 (read)))
  (printout t "Tiene una hora establecida para ir a dormir " crlf)
  (assert (funcion7 (read)))
  (printout t "Capta expresiones emocionales de los otros " crlf)
  (assert (funcion8 (read)))
  (printout t "Puede ser dócil y rebelde " crlf)
  (assert (funcion9 (read)))
  (printout t "Posee una conducta más sociable " crlf)
  (assert (funcion10 (read)))
  (printout t "Le gusta jugar solo y con otros niños " crlf)
  (assert (funcion11 (read)))
  (printout t "Crisis de independencia " crlf)
  (assert (funcion12 (read)))
  (printout t "Asume las diferencias sexuales " crlf)
  (assert (funcion13 (read)))
  (printout t "Juego simbólico " crlf)
  (assert (funcion14 (read)))
  (printout t "Más independencia y con seguridad en sí mismo " crlf)
  (assert (funcion15 (read)))
  (printout t "Pasa más tiempo con su grupo de juego " crlf)

```

```

(assert (funcion16 (read)))
(printout t "Aparecen terrores irracionales " crlf)
(assert (funcion17 (read)))
(printout t "Va al baño cuando siente necesidad " crlf)
(assert (funcion18 (read)))
(printout t "Se lava solo la cara " crlf)
(assert (funcion19 (read)))
(printout t "Colabora en el momento de la ducha " crlf)
(assert (funcion20 (read)))
(printout t "Come en un tiempo prudencial " crlf)
(assert (funcion21 (read)))
(printout t "Juega tranquilo durante media hora, aproximadamente " crlf)
(assert (funcion22 (read)))
(printout t "Patea la pelota a una distancia considerable " crlf)
(assert (funcion23 (read)))
(printout t "Hace encargos sencillos " crlf)
(assert (funcion24 (read)))
)

```

En mi base de hechos inicialmente sólo está introducida la edad del niño, por lo que con las reglas “preguntar1” y “preguntar2” lo primero que hace mi sistema es preguntar una serie de datos imprescindibles para determinar la discapacidad y mediante el “assert” se van introduciendo como hechos.

Todas las preguntas relativas a las funciones adaptativas se responden con un 1, en el caso de que se cumpla, o con un 0, en el caso de que no se cumpla.

En función de la edad se preguntan por una serie de funciones adaptativas u otras.

```

(defrule subeNivel1
  (or
    (niño 3 años)
    (niño 4 años)
  )
  (funcion1 ?a)
  (funcion2 ?b)
  (funcion3 ?c)
  (funcion4 ?d)
  (funcion5 ?e)
  (funcion6 ?f)
  (funcion7 ?g)
  (funcion8 ?h)
  (funcion9 ?i)
  (funcion10 ?j)
  (funcion11 ?k)
  (funcion12 ?l)
  (funcion13 ?m)
  (funcion14 ?n)
=>
  (assert (subeNivel_3_4años (+ ?a ?b ?c ?d ?e ?f ?g ?h ?i ?j ?k ?l ?m ?n)))
)

```

```

(defrule subeNivel2
  (or
    (niño 5 años)
    (niño 6 años)
  )
  (funcion1 ?a)
  (funcion2 ?b)
  (funcion3 ?c)
  (funcion4 ?d)
  (funcion5 ?e)
  (funcion6 ?f)
  (funcion7 ?g)

```

```

(funcion8 ?h)
(funcion9 ?i)
(funcion10 ?j)
(funcion11 ?k)
(funcion12 ?l)
(funcion13 ?m)
(funcion14 ?n)
(funcion15 ?o)
(funcion16 ?p)
(funcion17 ?q)
(funcion18 ?r)
(funcion19 ?s)
(funcion20 ?t)
(funcion21 ?u)
(funcion22 ?v)
(funcion23 ?w)
(funcion24 ?x)

=>
(assert (subeNivel_5_6años (+ ?a ?b ?c ?d ?e ?f ?g ?h ?i ?j ?k ?l ?m ?n ?o ?p ?q ?r ?s ?t ?u ?v
?w ?x)))
)

```

Con las reglas “subeNivel1” y “subeNivel2” se añaden dos nuevos hechos que nos dicen si sube de nivel de discapacidad el niño en función de la edad y el número de funciones adaptativas que cumpla.

```

(defrule discapacidad2
  (or (niño 3 años)
      (niño 4 años)
  )
  (coeficiente intelectual ?x)
  (test (and (>= ?x 50)
             (>= 69 ?x)))
  (subeNivel_3_4años ?y)
  (test (>= ?y 3))

=>
  (assert (discapacidad leve))
)

```

Con la regla “discapacidad2” se lleva a la conclusión de que el niño tiene discapacidad leve teniendo en cuenta la edad del niño, el coeficiente intelectual y si sube o no de nivel. Como se trata del CI que engloba la discapacidad leve no comprueba la existencia de comorbilidad ya que no puede subir de nivel a no tener discapacidad porque con un CI inferior a 70 tiene que tener al menos discapacidad leve.

```

(defrule discapacidad17
  (or (niño 5 años)
      (niño 6 años)
  )
  (coeficiente intelectual ?x)
  (test (and (>= ?x 20)
             (>= 34 ?x)))
  (comorbilidad no)
  (subeNivel_5_6años ?y)
  (test (>= ?y 16))

=>
  (assert (discapacidad moderado))
)

```

En la regla “discapacidad17” se puede observar que si influye la existencia o no de comorbilidad porque con un coeficiente de entre [20-34], correspondiente a una discapacidad severa, puede subir de nivel a discapacidad moderada, como se puede observar, en el caso de que no tenga comorbilidad y el número de funciones adaptativas sea igual o superior a 16 porque se trata de un niño de entre 5 y 6 años.

7. EVALUACIÓN

La evaluación de un SBC consiste en general en los siguientes procesos:

- Verificación del SBC.
- Validación del SBC.
- Evaluación de Usabilidad y Utilidad.
- Documentación y toma de decisiones respecto a los resultados de la Evaluación.

• VERIFICACIÓN

El sistema no posee redundancias ya que no tiene elementos sin conocimiento ni partes innecesarias, además en un sistema, teniendo en cuenta el propósito que se quería conseguir, completo y consistente.

• VALIDACIÓN

- Casos históricos con solución conocida: coeficiente intelectual menor que 20, que además tiene comorbilidad con otras enfermedades y es capaz de realizar pocas habilidades entonces posee discapacidad profunda, si se comprueban estos datos en el sistema la respuesta coincidiría.
- Casos aleatorios:
 - Edad: 4 años, CI: 25, comorbilidad: no, avisa cuando tiene ganas de hacer pipi o caca durante el día: si, con ayuda del adulto se lava los dientes: si, se desnuda con poca ayuda del adulto: si, bebe solo con copa o taza: si, tiene una hora establecida para ir a dormir: si, capta expresiones emocionales de los otros: si, le gusta jugar solo y con otros niños: si, posee una conducta más sociable: si, asume las diferencias sexuales: si, juego simbólico: si, entonces tiene discapacidad moderada.
 - Edad: 4 años, CI: 25, comorbilidad: no, y no es capaz de realizar ninguna de las funciones, entonces tiene discapacidad profunda.
 - Edad: 3 años, CI: 60, comorbilidad: si, necesita poca ayuda para lavarse manos y cara: si, con ayuda del adulto se lava los dientes: si, el resto de cosas no las cumple, entonces tiene discapacidad moderada.
- Casos de entradas inválidas:
 - Si introduces un CI negativo no mostrará ninguna solución, aunque el sistema terminará de preguntarte todas las cosas necesarias.
 - En el caso de que introduzcas tipo de datos que no son válidos se producirá un error y te mostrará un mensaje (ej.: introducir en el CI letras en lugar de un número).

- **USABILIDAD Y UTILIDAD**

El sistema proporciona los resultados esperados aunque en ciertas ocasiones no se obtenga lo ideal, como es el caso en el que se introduce un CI negativo donde directamente debería de no mostrar nada sin preguntar el resto de datos necesarios o cuando el CI es mayor de 70 debería mostrar directamente la no existencia de discapacidad.