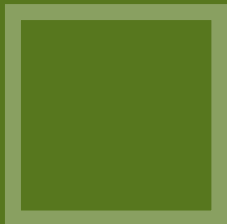
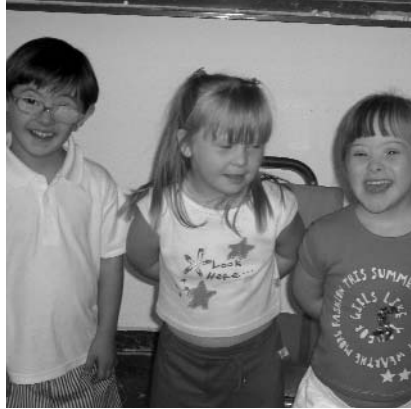


GANADOR DEL II PREMIO EN INVESTIGACIÓN NO MÉDICA EN SÍNDROME DE DOWN



Nuevas Tecnologías
y aprendizaje Matemático
en Niños con Síndrome de Down



A mi familia por su apoyo y amor.

A Carlos por compartir mi vida, con todo lo que ello supone.

A la Asociación Síndrome de Down de Jaén, por abrirme sus puertas.


Y por supuesto, a mis niños , Mil Gracias por soportarme.



*La mayoría de las ideas fundamentales
de la ciencia son esencialmente sencillas y,
por regla general, pueden ser expresadas en un
lenguaje comprensible para todos.*

Albert Einstein.





Desde un primer momento la Obra Social de Caja Madrid apostó por el proyecto de Down de España de crear un premio de investigación no médica que permitiera a otros profesionales de la Comunidad Científica promocionar sus investigaciones, así como divulgar dichos estudios.

Si los avances médicos son de gran importancia, también lo son otros aspectos como la atención temprana, la vida autónoma o la educación.


En este sentido, en el año 2002 hicimos entrega de los galardones de la primera edición. Este año los galardones están dotados económicamente con 9.000 euros para el trabajo ganador y con 3.000 euros para cada uno de los dos accésit. De este modo, el premio se convertía en uno de los de mayor cuantía entre los de su área.

El resultado de la segunda edición es este trabajo centrado en el aprendizaje matemático a través de las nuevas tecnologías. Un trabajo que pone de manifiesto cómo el proceso cognitivo de las personas con síndrome de Down mejora, en el campo de las matemáticas, utilizando materiales multimedia.

Confiamos que este volumen sea de utilidad para los profesionales de la educación y contribuya, en gran medida, a mejorar la calidad de vida de las personas con síndrome de Down.

Carlos María Martínez
Director de la Obra Social de Caja Madrid





Como presidente de DOWN ESPAÑA quisiera agradecer a la autora su excelente investigación.

Como padre de una persona adulta con síndrome de Down mi agradecimiento es mayor. Nada podía hacer imaginarme cuando mi hijo era pequeño, que un ordenador facilitaría el aprendizaje de una persona con discapacidad intelectual. Porque la revolución de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) ha llegado a todos los rincones y personas.

Hoy sé, y gracias a trabajos como los de la profesora Ortega Tudela, que los alumnos con necesidades educativas especiales tienen nuevas oportunidades de aprendizaje con materiales multimedia. Pero también que corremos el peligro de entrar en la denominada “brecha digital”. Es por ello que es de gran importancia la difusión entre la comunidad educativa de trabajos de esta índole que permitan a los alumnos desde un primer momento familiarizarse con las TIC.

También me congratulo que este premio haya recaído en parte en la Asociación Síndrome de Down de Jaén y Provincia, pues el grupo de trabajo para este estudio procede allí, siendo también un merecido homenaje para los miles de profesionales que trabajan en día a día en las setenta y cuatro entidades que componen DOWN ESPAÑA. Profesionales que dedican todo su tiempo y esfuerzo por la calidad y el aprendizaje de nuestros hijos.

A todos ellos y en especial a la autora de este libro, mi más sincero reconocimiento.

A esta felicitación se une el agradecimiento a la Obra Social de Caja Madrid y a todo su equipo encabezado por Carlos María Martínez, fieles promotores y divulgadores de los trabajos de investigación. Gracias por confiar en nosotros y apoyar el premio bianual de investigación no médica.

Pedro Otón Hernández
Presidente de DOWN ESPAÑA



CAPÍTULO

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN.	18
1. Conceptualización	18
2. Perfil estadístico del síndrome de Down	21
3. Características físicas del síndrome de Down	23
3.1. Características Fenotípicas	23
3.2. Características sensoriales	25
3.3. Características motoras	27
4. Características del Desarrollo cognitivo. Atención, percepción y memoria	27
5. Desarrollo del Lenguaje y comunicación	31
6. Desarrollo en las Áreas curriculares instrumentales: Lectura, escritura y matemáticas	32
7. Implicaciones educativas: El ordenador como instrumento facilitador	34



CAPÍTULO

EDUCACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS. UNA RESPUESTA A LA DIVERSIDAD.	40
1. El Software Educativo	42
2. Clasificación de los programas didácticos	42
3. Definición de Multimedia Educativo	46
4. Funciones del multimedia en el ámbito educativo	49
5. Características de los buenos programas educativos multimedia	51
6. Líneas de investigación sobre el uso del ordenador en Educación	60



CAPÍTULO

APRENDIZAJE DE LOS PRIMEROS CONCEPTOS MATEMÁTICOS	68
1. Primeros conceptos matemáticos: El número, el conteo y la cantidad. principios que los sustentan	70
1.1. Teoría de los Principios de Conteo	73
1.2. Teoría de los contextos de uso del número	78
2. Estudios más relevantes sobre la construcción de los esquemas de conteo	81
2.1. Categorías de Reglas de Prerrequisito	81
2.2. Categoría de Adquisición Directa	85
2.3. Otros estudios relacionados con la adquisición del número y la cantidad	88
3. Desarrollo del conteo y la cantidad en niños con Síndrome de Down	89

IV

CAPÍTULO

<i>PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</i>	<i>98</i>
1. Formulación del Problema de investigación	98
2. Justificación y diseño de la investigación	103

V

CAPÍTULO

<i>ESTUDIO</i>	<i>106</i>
1. Método	106
1.1. Diseño metodológico	106
1.2. Participantes	109
1.3. Instrumentos	110
2. Procedimiento	113
2.1. Evaluaciones	113
2.2. Proceso de enseñanza-aprendizaje	116
2.3. Temporalización y organización de tareas	117
2.4. Generalización	117
3. Resultados	118
3.1. Tareas presentadas con el material multimedia de diez elementos	118
3.2. Tareas presentadas con el material multimedia global	121
3.3. Tareas de detección de errores	124
3.4. Tareas de cantidad "dar x"	128
3.5. Tareas de generalización	129
3.6. Otros resultados obtenidos	131

VI

CAPÍTULO

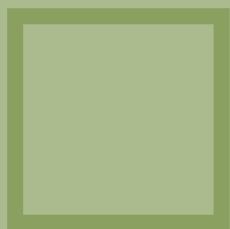
<i>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</i>	<i>136</i>
1. Tareas presentadas con material multimedia de diez elementos	137
2. Tarea presentada con material multimedia global	140
3. Tarea de detección de errores.	143
4. Tarea de cantidad "dar x"	146
5. Tarea de generalización	147
6. Otros resultados obtenidos	149
7. Conclusiones y futuras investigaciones	153

ANEXO

<i>Pág</i>
<i>158</i>

BIBLIOGRAFÍA

<i>Pág</i>
<i>172</i>



INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, el Síndrome de Down ha sido una de las causas de retraso mental más analizadas desde el ámbito de la investigación. Diferentes disciplinas han abordado el estudio de estas personas siempre con un objetivo claro, mejorar su calidad de vida. También en el ámbito de la Educación se está dando lugar a un aumento importante de los estudios que ponen su interés en estas personas. Se estudian sus estilos de aprendizaje, los métodos apropiados de enseñanza, la adaptación de materiales y, de forma prioritaria, las necesidades que presentan estas personas a las que se ha de dar respuesta para facilitar su incorporación a la vida activa en nuestra sociedad.

Estos retos propuestos pasan, irremediablemente, por ofrecer a las personas con Síndrome de Down una educación de calidad que atienda a todas sus facetas personales, que ofrezca respuestas a sus interrogantes y favorezca su futuro desenvolvimiento como persona activa dentro del grupo social en el que se encuentra.

Por otro lado, atendiendo a la actual situación de generalización de la tecnología por la que pasa nuestra sociedad, y de acuerdo con los principios de la educación, hemos de ser conscientes de la importancia de la formación

en el uso adecuado de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la vida de todos los ciudadanos y, entre ellos, los escolares. Esta necesidad incluye a las personas con Síndrome de Down incluso de forma más inminente, ya que las nuevas tecnologías pueden dar respuesta a muchas de las necesidades que estas personas poseen.

La importancia de ofrecerles una educación de calidad es la base principal del presente trabajo. Esta calidad de la educación implica, por un lado, el poner al servicio de las personas con Síndrome de Down todas las herramientas de las que dispone el sistema para satisfacer sus necesidades y, por otro, conseguir adecuarse a sus características. Es nuestro objetivo evaluar, hasta que punto, el ordenador y más concretamente el material multimedia, es un instrumento útil para la educación de estas personas.

Pero este no es el único pilar que fundamenta nuestro trabajo. A lo largo del tiempo el concepto que se tenía de las personas con Síndrome de Down ha cambiado notablemente. Somos conscientes de que en determinados momentos a estas personas se las consideraba no educables, con lo que no se ofrecía una respuesta educativa a



sus necesidades. Sin embargo, el estudio de sus características ha hecho que desde todos los ámbitos, hayan surgido iniciativas de trabajo para ofrecer más y mejores respuestas a estas personas. Se ha comprobado cómo son capaces de aprender de manera funcional determinados conceptos, así como, habilidades básicas como las de lectura y escritura. Sin embargo, a lo largo del tiempo se ha considerado que estas personas poseían una especial dificultad en el aprendizaje de los contenidos lógico-matemáticos. Al igual que en un primer momento se consideraba que no iban a ser capaces de aprender a leer y escribir, hoy en día muchos autores dudan de su capacidad para aprender contenidos matemáticos y se limitan a transmitirles determinadas estrategias memorísticas.

Sin embargo, al igual que hemos comprobado que mediante el uso de estrategias adecuadas, los niños con Síndrome de Down son capaces de aprender a leer y a escribir, consideramos que si se implementan metodologías apropiadas para su forma de aprender matemáticas, podríamos hacer que los alumnos con Síndrome de Down adquirieran los aprendizajes matemáticos. Es la escuela la que debe dar respuesta a las peculiaridades de sus alumnos, poniendo a su disposición todas aquellas herramientas que faciliten su aprendizaje.

Por tanto, pretendemos demostrar que utilizando una metodología adecuada a sus características, las personas con Síndrome de Down son capaces de aprender contenidos lógico-matemáticos y, proponemos el ordenador como herramienta facilitadora y optimizadora de dichos aprendizajes.

El trabajo que presentamos se articula en seis capítulos fundamentales. Los tres primeros tratan de introducir aquellos elementos teóricos fundamentales que serán el punto de partida de la posterior fase experimental. Concretamente, en el Capítulo I plantearemos un acercamiento al conocimiento de las características fundamentales de las personas con Síndrome de Down y a las implicaciones educativas que se derivan de estas. El Capítulo II se dedica a los aspectos teóricos y prácticos de la introducción del ordenador como herramienta de aprendizaje, centrándose en las posibilidades de este para personas con necesidades educativas especiales y en un material específico, el material multimedia educativo. Por último, en el Capítulo III abordaremos los conceptos matemáticos básicos del conteo y la cantidad, como elementos vertebradores de los contenidos que vamos a enseñar mediante la metodología del ordenador. Con estos tres capítulos intentaremos introducir aquellos aspectos teóricos que posteriormente serán relevantes para el desarrollo de la investigación.

En el Capítulo IV se presenta el planteamiento de la investigación, recogiendo las fundamentaciones que desde los capítulos anteriores guían el trabajo, así como el diseño íntegro de la misma. En el capítulo V, se recoge todo el proceso de investigación, desde su planteamiento metodológico hasta los resultados encontrados tras la realización del mismo. Por último en el capítulo VI se discuten los resultados encontrados y las implicaciones educativas derivadas del trabajo. Así mismo se comentan los posibles estudios que podrían llevarse a cabo en líneas futuras.



CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN

Es necesario conocer la realidad de la población a la que se dirige cualquier trabajo, para garantizar la adecuación y coherencia de la actuación. Por esto, el objetivo de este capítulo es analizar qué es actualmente el Síndrome de Down, sus capacidades en las distintas áreas, así como, las implicaciones educativas que de su estudio se derivan. A continuación se presentan las características, situación y necesidades de las personas con Síndrome de Down.

1. CONCEPTUALIZACIÓN

En 1866, John Langdon Down, escribió:

“El cabello no es negro, como el de un mongol auténtico, sino de color marrón, liso y escaso. La cara es plana y ancha y desprovista de prominencias. Las mejillas son redondeadas y se extienden hacia los lados. Los ojos están dispuestos en posición oblicua y los ángulos internos, más distantes uno de otro de lo normal.”

La fisura palpebral es muy estrecha... Los labios son grandes y gruesos con fisuras transversas. La lengua es grande, gruesa y muy arrugada, la nariz es pequeña...” (Down, 1866, 259-262).

El reconocimiento del Síndrome de Down es atribuido a este autor, que con esta definición presentó, con el nombre de mongolismo, una entidad clínica caracterizada por un aspecto asiático del rostro y que él, junto con otros médicos de la época señalaron como niños “sin acabar” (Fortes, 1996). Esta es la primera descripción realizada de una persona con Síndrome de Down. Desde la mencionada descripción hasta nuestros días, el concepto de Síndrome de Down ha avanzado y se ha estudiado desde diferentes áreas como la médica, la psicológica y la pedagógica, entre otras. Fue en 1959, cuando Lejeune, Turpin y Gautier lo identificaron como una enfermedad genética que se debía a la existencia de tres cromosomas 21 (en lugar de dos) en el núcleo de las células, considerándolo causa de las



alteraciones presentes en los sujetos con dicho síndrome.

Flórez (1999) define a las personas con Síndrome de Down, aludiendo a que en una persona determinada con este síndrome, y como consecuencia de su personal expresividad genética, se desarrollarían déficits concretos en dominios específicos, con variada intensidad, que originarían su propio fenotipo mental y conductual. Pero siempre dentro de un amplio marco preestablecido por las consecuencias de la alteración genética.

Actualmente se conoce que el fenómeno típico del síndrome se debe a la presencia por triplicado de la banda 21q 22, sin necesidad de que se encuentre todo el cromosoma, y que el problema puede producirse en la fase de meiosis de las células de la madre o del padre, o en una división celular de la mitosis, lo que dará lugar a diferentes tipologías de Síndrome de Down, dependiendo del número de células de su cuerpo que se encuentren afectadas por la trisomía (Lambert, J. y Rondal, J.A, 1982). Este origen genético del Síndrome de Down, puede venir dado por un triple mecanismo:

Por un lado puede presentarse una trisomía producida por la no disyunción de cromosomas (se produce en el 95% de los casos de personas con Síndrome de Down). En el momento de la meiosis, por diferentes razones, este cromosoma no se separa. Se da lugar a dos células haploides, una con 22 cromosomas, inviable, y otra con 24. Esta no disyunción, habitualmente es pregestacional, por lo que se dará lugar a un espermatozoide, o más frecuentemente, un óvulo con 24 cromosomas, que de ser fecundado originará una persona con Síndrome de Down. En este



caso todas las células de la persona están afectadas por la trisomía. Este tipo de Síndrome de Down, se conoce como Trisomía 21 libre. (Cunningham, 1990)

Una segunda causa de la trisomía puede ser la translocación (1-2% de las personas con Síndrome de Down). En este caso los brazos largos del cromosoma 21 se unen a otro cromosoma, habitualmente a los pares 13, 14 o 15. Así, el material sobrante del cromosoma 21 impedirá su desarrollo y crecimiento y, producirá las características del Síndrome de Down.

La tercera causa es el Mosaicismo (2-3% de los casos). Este aparece cuando una persona tiene una mezcla de células trisómicas y no trisómicas. Se produce por una disyunción, postfecundación, en el curso de las primeras divisiones del cigoto. Por lo cual, no todas las células serán trisómicas. Sólo un porcentaje de ellas lo serán y el resto no tendrán esta trisomía. La mezcla de células trisómicas y normales puede variar desde un número muy bajo hasta cerca de un 100%. Esto dependerá de la división celular en que se haya producido la no disyunción. Así mismo, se pueden encontrar células trisómicas en unos tejidos del cuerpo y en otros no. Esta alteración puede provocar que una persona tenga características físicas del Síndrome de Down, pero que no haya ninguna célula trisómica en el estudio cromosómico de las células de la sangre. Esto puede hacer pensar que las personas con Mosaicismo, tendrán un Síndrome de Down menos severo. Sin embargo pueden tener las mismas alteraciones que un “no mosaico”. Diversos estudios se han llevado a cabo para comprobar si existen diferencias entre los niños con trisomía 21 por translocación y aquellos que tienen la

trisomía 21 libre o la trisomía 21 mosaico. En general no existen resultados definitivos en este sentido. Por otro lado, este es el único caso en que puede haber transmisión hereditaria. Aunque sólo puede demostrarse en uno de cada cien casos que el síndrome fue heredado del padre o de la madre, en todos estos casos el niño tendrá el cariotipo de trisomía 21 por translocación. Pero no todos los casos de trisomía 21 por translocación, se heredan. (Cunningham, 1990). No se puede concretar nada, dado que la rareza del Síndrome de Down por mosaicismo hace que sea difícil contar con los suficientes casos como para poder realizar estudios comparativos (Cunningham, 1990). Si bien, sí suele observarse, que los casos más brillantes dentro de las personas con Síndrome de Down suelen tener mosaicismo (Macías, 1999). Así mismo, se observa que este grupo generalmente, tiene características físicas del Síndrome de Down menos marcadas o en menor número y una actividad mental y desarrollo del lenguaje ligeramente más alto que los que tienen trisomía libre.

Los especialistas afirman que existe una multiplicidad de factores etiológicos que interactúan entre sí dando lugar a la trisomía. No obstante, aún no se conoce con exactitud la manera en que se relacionan. Se baraja la posibilidad de diferentes factores de riesgo entre los que cabe destacar (Arraiz, 1994):

Edad de los padres: Se supone una relación entre la edad de la madre y la incidencia del síndrome. Aumenta significativamente la posibilidad del nacimiento de un niño con Síndrome de Down, cuando la edad de la madre supera los 35 años. (Fortes, 1994).



Factores Hereditarios: Existe un factor genético importante en la etiología del Síndrome de Down en el caso de la existencia de familiares con el mismo.

Factores ambientales: Enfermedades y trastornos maternos como la hepatitis y la rubéola materna; elevados índices de inmunoglobulina y tiroglobulina en la sangre de la madre; deficiencias vitamínicas y desórdenes tiroideos pueden ser causas que aumenten la incidencia del Síndrome de Down. Junto a estas enfermedades, la exposición a radiaciones y algunos agentes químicos que pueden determinar mutaciones genéticas, como el alto contenido en flúor del agua y la polución atmosférica, son algunos de los factores ambientales que posiblemente actúan como intervinientes en la etiología del Síndrome de Down (Fortes, 1994).

NACIDOS CON SÍNDROME DE DOWN POR CADA 100.000 NACIDOS EN ALGUNOS PAÍSES DE LA UNIÓN EUROPEA, 1995-2000

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Alemania	73'6	73'9	70'9	70'4	72'9	—
Austria	29'3	20'3	20'2	18'5	25'6	21'7
Bélgica	107'3	94'7	105	207'1	176'9	—
Dinamarca	60'2	—	—	—	—	—
España	116'9	104	115	—	—	—
Finlandia	130	103'8	101'1	113'8	100'7	94'5
Portugal	—	93'3	93'8	—	—	—
Reino Unido	49'9	49'5	—	—	—	—
Suecia	123'9	137'7	125	119'1	140'6	110'6

Tabla 1. Fuente: Plan de Acción para las personas con Síndrome de Down en España.

2. PERFIL ESTADÍSTICO DEL SÍNDROME DE DOWN

El Estudio Colaborativo Español de Malformaciones Congénitas¹ recoge que durante el período 1980-1997 se diagnosticó Síndrome de Down a aproximadamente 13 de cada 10.000 nacidos. A lo largo de ese período se aprecia una tendencia a la disminución de la incidencia que ha hecho que en los últimos años la proporción de recién nacidos con Síndrome de Down haya descendido hasta valores cercanos al 11 por 10.000, en comparación con el 16,5 por 10.000 nacidos en 1988. Con la excepción de las hipospadias, el Síndrome de Down es la alteración genética más frecuente de las registradas por el mencionado estudio. (FEISD, 2002)

Si se comparan los datos recogidos en España con los disponibles de otros países de nuestro entorno (Tabla 1), se observa que países como Bélgica, Finlandia, Portugal, Suecia y España, presentan una incidencia similar, mientras que en otros como Austria, Reino Unido, Dinamarca o Alemania la incidencia observada es sensiblemente inferior (Base de Datos Europea Salud para Todos, HFA-DB).

Según el Plan de Acción para las personas con Síndrome de Down (FEISD,2002), una de las posibles razones que explican las diferencias entre unos países y otros, podría radicar en la desigual presencia de factores de riesgo. Uno de estos factores de riesgo que pueden variar en los distintos países es la edad de la madre.

¹ El Estudio Colaborativo Español de Malformaciones Congénitas es un programa de investigación clínica y epidemiológica organizado por la Dra. María Luisa Martínez-Frías en 1976, y que desde entonces ha controlado más de un millón quinientos mil nacimientos en hospitales españoles.

En este sentido, se muestra que las tasas de incidencia del Síndrome de Down tienden a ser más altas cuando aumenta la proporción de nacidos vivos de madres mayores de 35 años. De hecho, España es, después de Irlanda, el país de la Unión Europea en el que nacen más niños de madres mayores de 35 años (FEISD, 2002). Según la Encuesta sobre Discapacidades, Deficiencias y Estado de Salud de 1999, realizada por el Instituto Nacional de Estadística, se estima que viven en España algo más de 32.000 personas con Síndrome de Down. De éstas, alrededor de 15.800 serían mujeres frente a los aproximadamente 16.400 varones de la población. La distribución de estas personas por grupo de edad y sexo, en 1999, puede verse reflejada en la tabla 2 (FEISD, 2002)

Se puede observar como el porcentaje de ambos sexos en las personas con Síndrome de Down es aproximadamente el mismo. Además, se comprueba como está creciendo la esperanza de vida de esta población (el 10'8% supera los cuarenta y cinco años).

Otro dato de interés es el referente a los estudios cursados por las personas con Síndrome de Down. Así, la FEISD (2002), muestra que la proporción de personas con Síndrome de Down funcionalmente analfabetas ha descendido hasta el 10'9% entre los menores de 15 años y que cada vez son más las personas que reciben educación en centros ordinarios dotados de recursos de apoyo y no en centros de Educación Especial. Estos datos se pueden contrastar en las tablas 3 y 4.

DISTRIBUCIÓN DE LAS PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN POR GRUPO DE EDAD Y SEXO. ESPAÑA, 1999.

GRUPO DE EDAD	MUJERES	VARONES	TOTAL
00 a 04	947	572	1.519
05 a 09	1.997	1.571	3.568
10 a 14	866	1.061	1.926
15 a 19	1.690	1.705	3.395
20 a 24	1.971	2.408	4.379
25 a 29	2.007	1.819	3.826
30 a 34	2.000	3.112	5.111
35 a 39	1.539	1.119	2.658
40 a 44	537	1.733	2.270
45 a 49	923	331	1.254
50 a 54	886	334	1.220
55 y más	428	554	982
Total	15.790	16.319	32.108

Tabla 2. Fuente: Plan Nacional para las personas con Síndrome de Down en España. (FEISD, 2002)





DISTRIBUCIÓN DE LAS PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN MAYORES DE 10 AÑOS POR NIVEL DE ESTUDIOS TERMINADOS Y GRUPOS DE EDAD.

EDAD AÑOS	ANALFABETO	SIN ESTUDIOS	ESTUDIOS PRIMARIOS O EQUIVALENTE	ESTUDIOS SECUNDARIOS Y F.P.
10 a 14	10'9%	45'4%	43'7%	
15 a 19	31'0%	42'0%	27'0%	
20 a 34	65'1%	24'0%	10'1%	0'7%
35 y más	79'2%	13'9%	6'8%	

Tabla 3: Fuente FEISD, 2002

DISTRIBUCIÓN DE LAS PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN MAYORES DE 10 AÑOS SEGÚN EL TIPO DE CENTRO DE ESCOLARIZACIÓN Y EDAD.

EDAD AÑOS	NINGUNO O SIN DATOS	CENTRO EN RÉGIMEN ORDINARIO SIN APOYO ESPECIAL	CENTRO EN RÉGIMEN ORDINARIO CON APOYO ESPECIAL	CENTRO DE EDUCACIÓN ESPECIAL
10 a 14	10'9%		75'3%	13'8%
15 a 19	13'3%	13'8%	28'6%	44'2%
20 a 34	58'1%	10'7%	6'6%	24'6%
35 y más	67'1%	13'0%	6'2%	13'7%

Tabla 4: Fuente FEISD, 2002

En estos momentos asistimos a una mejora cualitativa y cuantitativa en la vida de las personas con Síndrome de Down, son múltiples los programas de acción encaminados a un avance desde el punto de vista de la salud, del trabajo, de la inserción social, educativa,...Para mantener este ritmo de atención y respuesta a las necesidades especiales de esta población, consideramos que la investigación para su conocimiento ha de ser uno de los puntos fundamentales de la acción.

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SÍNDROME DE DOWN

3.1. CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS

Aunque no se conocen todavía los mecanismos patogénicos responsables de los hallazgos fenotípicos que se observan en el Síndrome de Down, es la presencia de estos tres cromosomas 21 la responsable de la alteración del desarrollo durante la embriogénesis y la organogénesis. Sin embargo, las peculiaridades físicas no se identifican en todos los niños con Síndrome de Down de un modo regular. Ninguno de los rasgos observados en estos niños debe ser considerado patognómico de esta alteración cromosómica.

Algunos de estos rasgos físicos cambian con el tiempo. Determinadas características se ven aumentadas, otras permanecen a lo largo del desarrollo y otras tienden a desaparecer conforme crece el niño. Además, y como se señaló con anterioridad, no todas las personas con Síndrome de Down presentan todos estos rasgos y tampoco en el mismo grado. Para presentar un acercamiento a las características fenotípicas de esta población se analizarán de forma general según su localización.

CRÁNEO: El cráneo del niño con Síndrome de Down es más pequeño, con diámetro anteroposterior acortado. Se encuentra braquicefalia en el 80% de los niños (Rett, 1977) e incluso se observa microcefalia en otros. Por otro lado, se puede presentar hipoplasia de los huesos de la línea media de la cara. Sterlling (1976) señala que los ojos, la nariz y la boca, no sólo son pequeños sino que están agrupados más juntos en el centro de la cara.

OJOS: Es uno de los rasgos más llamativos de las personas con Síndrome de Down. Las fisuras palpebrales suelen ser oblicuas y con frecuencia existen pliegues epicánticos y una depresión del puente nasal. Ya Down, en 1866, observó las manchas de Brushfield como pequeñas manchas blancas en el borde del iris. Estas manchas, son áreas salientes blancogrisáceas en la superficie del iris, pero no siempre se observan en sujetos con Síndrome de Down.

NARIZ: Las características de la nariz en estos niños, son su pequeño tamaño y la depresión del puente nasal. Esto da lugar al perfil facial chato que destaca como una de las características más consonantes.

OREJAS: Con frecuencia se observa una estructura anormal y una disminución del tamaño de las orejas. Pueden ser cortas o tener una implantación más baja y oblicua de forma unilateral o bilateral. Muy frecuentemente se dan estrechamientos del conducto auditivo y anomalías estructurales del oído medio y de la cadena de huesecillos, lo que puede provocar graves pérdidas de audición.

LABIOS Y LENGUA: En el periodo neonatal no se encuentran anomalías. Conforme crece el niño, los labios se hacen más prominentes, gruesos y se agrietan. Las comisuras de la boca están con frecuencia inclinadas hacia abajo. Existe una protusión de la lengua. La estrechez de paladar y el ensanchamiento de los bordes alveolares que hacen que la cavidad oral tenga un menor tamaño. En algunos casos esto se une a una macroglosia, aunque esta no es generalizada para todas las personas con Síndrome de Down.

CUELLO: El cuello suele aparecer corto y ancho. En ocasiones hay un exceso de piel y de tejido subcutáneo en la región posterior del cuello.

ABDOMEN: Con frecuencia suele aparecer distendido y saliente como consecuencia de la disminución del tono muscular. Aparecen hernias umbilicales aunque en la mayoría de los casos sufren una involución gradual con corrección espontánea (Pueschel, 1984).

EXTREMIDADES: Por lo general son más cortas, sobre todo en la porción distal. Los huesos metarcapianos y las falanges pueden ser de un 10 a un 30% más cortos. Suelen describirse manos y pies como cortos y anchos. Pueden poseer un único pliegue palmar transversal en la mitad de la superficie palmar. (Cunningham, 1990)

Si se estudian otras características de las personas con Síndrome de Down, se observará que también presentan alteraciones bucales importantes para una buena articulación, y normalmente independientemente de su paladar ojival y la presencia de una cavidad bucal más pequeña. Las personas con Síndrome de Down pueden presentar una implantación dentaria inadecuada, por lo que se encuentran una dificultad añadida para la producción del lenguaje que es posible suprimir.

Las alteraciones respiratorias pueden influir desde el punto de vista del desarrollo del trabajo con estas personas, ya que pueden ser causa de fatiga y en muchos casos de absentismo escolar, debido a la predisposición que suelen presentar a las enfermedades infecciosas de las vías respiratorias inferiores.



Las alteraciones cardiovasculares también son importantes y de gran incidencia en las personas con Síndrome de Down y, al igual que las alteraciones respiratorias pueden provocar fatiga y favorecer el absentismo escolar. Así mismo, se dan alteraciones endocrinológicas y en el aparato digestivo.

Una vez analizados los estigmas fenotípicos, se han de observar más detenidamente cuales son las características que hacen que la persona con Síndrome de Down pueda presentar dificultades de cara al aprendizaje. Para favorecer una visión específica se analizarán características sensoriales, motoras y cognitivas.

3.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

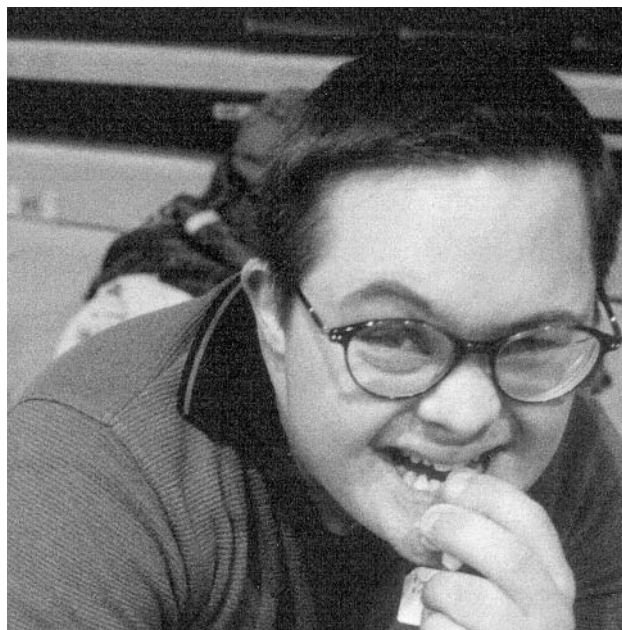
En cuanto a los problemas oftalmológicos, son corrientes las anomalías oculares y orbitarias en las personas con Síndrome de Down. (Pueschel y Sustrova, 1997). A excepción del humor vítreo, se han descrito anomalías estructurales en todos los tejidos oculares. Pero no existe una expresión ocular fenotípica específica del síndrome. La naturaleza de estas anomalías sugiere que el ojo se ve afectado tardíamente en su desarrollo embriológico, observándose afecciones como: Queratocono, glaucoma infantil, anomalías en el iris (manchas de Brushfield y Nódulos

de Wolfflin), cataratas congénitas, anomalías en la retina, anomalías en el nervio óptico, estrabismo, ambliopía, nistagmo y errores de refracción.

Los rasgos oculares son muy importantes para el diagnóstico del Síndrome de Down y siguen siendo, también, una fuente destacada de discapacidad para estas personas. Las cataratas y el queratocono son las causas principales de pérdida de visión. Afortunadamente, todas estas alteraciones son corregibles y su tratamiento mejora significativamente la calidad de vida de las personas con Síndrome de Down. Sin embargo, se ha de tener en cuenta, la presencia de estas dificultades visuales a la hora de proponer una metodología de aprendizaje. Estas alteraciones condicionarán todas las acciones educativas propuestas para estas personas.

Por otro lado, las personas con Síndrome de Down tienen un mayor riesgo de padecer ciertas alteraciones otorrinolaringológicas y audiológicas. Entre ellas se encuentran las siguientes: malformaciones congénitas; mayor frecuencia de enfermedades de la nariz, senos, cavidad oral, nasofaringe, laringe y oídos y pérdida de la sensibilidad auditiva. En los niños y adultos con Síndrome de Down, se debe examinar cuidadosamente y de forma rutinaria la existencia de problemas otorrinolaringológicos y de alteraciones de la audición. Uno de los problemas más comunes y molestos que se observa en estas personas es la rinorrea persistente, junto a la obstrucción nasal, que dificulta la respiración y la correcta articulación de determinados fonemas.

Así mismo, en los alumnos con Síndrome de Down se



da en un muy alto porcentaje la pérdida de audición por factores que van desde las acumulaciones de cerumen a alteraciones que afectan a todas las partes del oído externo, medio e interno. A raíz de esto, se suelen dar pérdidas auditivas que oscilan entre el 6'8 y el 56'7 %, siendo la patología de conducción la causa más frecuente. Se observa también deterioro neurosensorial en un porcentaje significativo de niños y adultos, e incluso pérdida auditiva mixta y anomalías en el procesamiento central de la información auditiva (Dahle y Baldwin, 1994), que poseen una marcada importancia de cara a la modalidad de enseñanza llevada a cabo con estas personas.

Estas alteraciones otorrinolaringológicas y auditivas



son también factores a tener en cuenta a la hora de programar el trabajo con los alumnos con Síndrome de Down, pues pueden suponer dificultades para procesar los estímulos auditivos que se les presentan. Si se tiene en cuenta que en nuestra tradición educativa se da una gran importancia a la enseñanza oral, parece necesario que en estos alumnos empiecen a tomar fuerza otras formas de enseñar que aprovechen diferentes canales de comunicación como pueden ser el visual o el táctil. A pesar de esto, no se ha de olvidar la necesidad de continuar paralelamente con el trabajo auditivo para facilitar la rehabilitación de este canal de información.

3.3. CARACTERÍSTICAS MOTORAS

En cuanto a las alteraciones del aparato motor, se ha de señalar que existe desde el nacimiento del niño una hipotonía congénita que va a marcar su posterior desarrollo, de no trabajarse desde la atención temprana. Sin embargo, y de cara al proyecto que nos ocupa, uno de los mayores problemas que se observan es la dificultad en la psicomotricidad fina, debido a la anatomía de sus manos. Los niños con Síndrome de Down presentan dificultades a la hora de realizar los movimientos que se exigen para coger un lápiz o manipular un ratón de ordenador, ya que sus manos son mucho más anchas y sus dedos suelen ser cortos y gruesos, con una implantación baja del pulgar (Troncoso, Del Cerro y Ruiz, 1999). La hipotonía muscular y la laxitud ligamentosa influyen en la pobre sujeción de instrumentos y en la presión necesaria para la realización de

múltiples tareas. Además, los problemas que tienen su origen en el sistema nervioso central explican las dificultades de interiorización y de producción simultánea de determinados movimientos. Esto puede comprobarse, en las actividades que requieren coordinación motora gruesa y fina. Es necesario tener en cuenta siempre sus dificultades en prensión y presión a la hora de diseñar actividades para las personas con Síndrome de Down. Así mismo, estos autores hacen hincapié en que es necesario trabajar asiduamente la coordinación visomanual en la que también presentan dificultades estas personas.

■ 4. CARACTERÍSTICAS DEL DESARROLLO COGNITIVO.

ATENCIÓN, PERCEPCIÓN Y MEMORIA

Al analizar las consecuencias cerebrales que provoca el exceso de carga genética en las células, se observa que se producen alteraciones estructurales y funcionales en el sistema nervioso central (Rondal, Perera, Nadel y Comblain, 1996). Así, a nivel macroscópico, el cerebro de una persona con Síndrome de Down pesa menos, es más achatado y presenta surcos y circunvoluciones menos pronunciados. Además, la corteza cerebral es más delgada que en sujetos sin este síndrome.

Mediante el análisis microscópico, podemos observar que además de ser una corteza cerebral más delgada, está formada por menos células. Células que a su vez poseen alteraciones en el número de ramificaciones, y de interconexiones con otras células, lo que provoca dificultades en la transmisión del impulso nervioso. La propagación de

respuestas se hace de forma más lenta en el cerebro de una persona con Síndrome de Down. De esto se deduce una conclusión práctica desde el punto de vista educativo: Para una persona con Síndrome de Down los estímulos han de presentarse más lentamente, es necesario poder medir la velocidad de presentación de estímulo, ya que su comprensión se realiza de forma más lenta por la disminución de ramificaciones e interconexiones entre neuronas. (Macias, 1999). Estas alteraciones ocurren en todas las personas con Síndrome de Down, aunque su grado varía desde leve hasta grave.

También desde un punto de vista neuroquímico se presentan diferencias sustanciales. Observamos que la capacidad de liberar neurotransmisores (noradrenalina, acetilcolina, dopamina...) está disminuida. Las personas con Síndrome de Down suelen presentar problemas en las moléculas receptoras en el mesencéfalo y los tubérculos cuadrigéminos, lo que parece estar relacionado con las dificultades en atención (Rondal, Perera, Nadel y Comblain, 1996). Al analizar los trastornos neurológicos, y en función de los datos morfológicos y funcionales obtenidos del estudio del cerebro de personas con este síndrome, se pueden observar correlaciones entre estos hallazgos y algunos de los problemas de conducta y aprendizaje que frecuentemente aparecen (Flórez, 1992). Sin embargo, es necesario recordar que las deficiencias o anomalías que se observan en la formación y función del sistema nervioso de las personas con Síndrome de Down varían extraordinariamente de un individuo a otro, tanto en la ubicación dentro del cerebro, como en la extensión e intensidad en

que se manifiestan. En segundo lugar no se puede olvidar que el Sistema Nervioso se desarrolla a un ritmo determinado, y que los procesos de desarrollo en el Síndrome de Down son más lentos debido, muy probablemente, a la patología propia de la trisomía que tienen estas personas (Le Gall, 1995). Aunque esto no tiene porque ser una limitación en sí misma.

Según autores como Flórez (1990, 1991), las áreas y núcleos cerebrales cuyas deficiencias tendrán mayor repercusión sobre el desarrollo neuropsicológico de la persona con Síndrome de Down, son la corteza cerebral, el lóbulo temporal, las áreas de asociación, el hipocampo, el mesencéfalo y el cerebelo.

Así mismo, las alteraciones observadas a nivel neuronal que se producen en el cerebro de una persona con Síndrome de Down, son las siguientes: Menor número de neuronas (especialmente granulares); Reducción de espinas y conexiones sinápticas; Alteración en la transmisión sináptica; Menor organización de redes neuronales; Mielinización más lenta; Cambios en la ontogenia de receptores de neurotransmisores y menor interacción de interáreas. Debido a estas alteraciones, se producen disfunciones en el funcionamiento del cerebro de las personas con Síndrome de Down. Así mismo, se observa que estas personas presentan algún tipo de anomalía en el funcionamiento de los siguientes mecanismos y procesos (Florez, 1997):

-Mecanismos de atención, del estado de alerta y de las actitudes de iniciativa, en los que intervienen núcleos y sistemas mesencefálicos, áreas de la corteza frontal y temporal y de la corteza prefrontal.



-Procesos implicados en la elaboración del lenguaje, tanto en sus componentes conceptuales (léxico, semántica, pragmática) como computacionales (fonología, morfo-sintaxis).

-Sistemas de procesamiento de la información sensorial, en mayor grado la de naturaleza auditiva que la de naturaleza visual.

-Procesos de memoria a corto y largo plazo que dependen de las áreas sensoriales, tanto primarias como asociativas, del hipocampo y de la corteza prefrontal.

-Procesos de correlación, análisis, cálculo y pensamiento abstracto, que dependen primariamente de la

corteza prefrontal y de su interrelación con otras estructuras.

-Procesos que influyen en la consolidación y expresión del temperamento.

Las alteraciones que sufren las personas con Síndrome de Down en la corteza cerebral dan lugar a trastornos en las dimensiones cognitiva (afectando a procesos como los de atención y percepción), motora y afectiva (trastornos de la emoción y el afecto). En la tabla 5, se resume esta relación. (Flórez, 1999a)

Tabla 5

RELACIÓN ENTRE PATOLOGÍA CEREBRAL Y CONDUCTA COGNITIVA EN LAS PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN. EN FLÓREZ, 1999^a.

ESTRUCTURAS AFECTADAS EN EL S.N.C.	CONDUCTA COGNITIVA
I. ATENCIÓN, INICIATIVA	
Mesencéfalo. Interacciones talamocorticales. Interacciones de corteza frontoparietal.	Tendencia a la distracción. Mala diferenciación entre estímulos viejos y nuevos. Dificultad para mantener la atención y realizar una tarea específica. Menor capacidad para autoinhibirse. Menor iniciativa en el juego.
II.- MEMORIA A CORTO PLAZO: PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Áreas sensoriales de asociación. Corteza prefrontal.	Dificultad para procesar tipos específicos de información sensorial y organizar las respuestas.
III. MEMORIA A LARGO PLAZO	
Hipocampo. Interacciones corticohipocámpicas.	Menor capacidad para consolidar y evocar la memoria. Disminución de la memoria declarativa.
IV. RELACIÓN Y ANÁLISIS	
Corteza prefrontal en interacción bidireccional con otras estructuras corticales y subcorticales.	Hipocampo. Insuficiencia para integrar e interpretar la información. Organizar una integración secuencial nueva y deliberada. Realizar una conceptualización y programación internas. Conseguir operaciones cognitivas secuenciales. Elaborar pensamiento abstracto y cálculo numérico.

Como ya se ha indicado, las deficiencias neuroquímicas descritas con anterioridad, pueden alterar los mecanismos de atención y de vigilia. Así como la disfunción en el número y formación de neuronas en diversas áreas corticales y en el hipocampo, repercute en una perturbación profunda de los procesos cognitivos en el Síndrome de Down. Éstas son áreas implicadas en los mecanismos responsables de la atención, el procesamiento de la información, la integración, así como de la memoria a corto y largo plazo (Flórez, 1990). El déficit de memoria a corto plazo es una de las mayores diferencias de los niños con Síndrome de Down en relación a sujetos de la misma edad cronológica sin dicho síndrome (Arraiz, 1994). Este retraso se presenta desde edades muy tempranas y sea cual sea la modalidad de presentación o la tarea controlada. También se ha considerado que la escasa utilización de las estrategias de memoria (repetición y organización) puede, al menos en parte, explicar los problemas de memoria de estos niños.

Son corrientes en las personas con Síndrome de Down, los problemas de atención, su tendencia a la distracción, y la dificultad para permanecer constante en la realización de una tarea. Ante un nuevo estímulo, la atención exige, como mínimo, cierto grado de capacidad para desprenderse de aquello a lo que hasta entonces el individuo prestaba atención, para orientarse ante el nuevo estímulo, interpretarlo, retenerlo y reaccionar mediante los sistemas de atención ejecutiva; esto ocurrirá siempre que el estímulo sensorial alcance adecuadamente las áreas sensoriales específicas y éstas sean capaces de procesarlo efi-

cientemente. En las personas con Síndrome de Down, existen alteraciones en los mecanismos por los que se consigue desprenderse de lo que ocupa la atención para prestarla y orientarla hacia el nuevo centro de interés (Flórez, 1999b). Así mismo, la percepción requiere inicialmente un mínimo de desarrollo de la atención e implica, además, el funcionamiento preciso de grandes áreas corticales de asociación en el cerebro. La capacidad de discriminar y distinguir unos estímulos de otros, o por el contrario, asociarlos, exige la presencia de redes nerviosas cada vez más intrincadas y más relacionadas unas con otras. De nuevo, la relativa pereza y pobreza en el desarrollo intercomunicativo de las estructuras nerviosas en el cerebro de las personas con Síndrome de Down, va a afectar de manera marcada estas áreas corticales de asociación, y va a explicar el desarrollo de la capacidad perceptiva en estas personas (Troncoso, Del Cerro y Ruiz, 1999). Les resulta difícil procesar, retener y evocar la información visual y auditiva. Esta dificultad abarca tanto a los sistemas de recepción, como a los de ejecución, si bien se ha observado repetidas veces que en general las modalidades auditivas están más afectadas que las visuales.

Los estudios de Pueschel y cols. en 1990, junto con investigaciones anteriores revelaron que los niños con Síndrome de Down suelen tener un mejor rendimiento en el procesamiento visual que en el procesamiento auditivo. Al analizar estos resultados, Pueschel propone la siguiente explicación (Pueschel y Sustrova, 1997, pp. 95):



“La mielinización de las fibras nerviosas se produce en el caso de tejidos neuronales específicos en momentos diferentes del desarrollo del sistema nervioso central. Es bien sabido que las fibras nerviosas de la asociación auditiva se mielinizan relativamente tarde durante la maduración neuronal cuando puede producirse un daño peroxidativo aumentado. Así pues, la perturbación selectiva del metabolismo de los radicales libres de oxígeno puede afectar adversamente a la formación de la mielina en los tramos nerviosos e implicados en el procesamiento auditivo”.

Estas personas ejecutan peor las tareas en respuesta a las órdenes orales que a las visuales (Lincoln y cols., 1985; Marcell y Armstrong, 1982; Pueschel y cols, 1990, Rondal y cols, 1997). Un aspecto importante que se deduce de estas investigaciones y de otras relacionadas con la modalidad de procesamiento en niños con Síndrome de Down, es la posibilidad de optimizar el aprendizaje de estas personas ofreciéndoles modalidades de enseñanza que atiendan a sus capacidades y características. Han de tenerse en cuenta dos cosas: Primero, que la modalidad preferida de procesamiento de la información guarda una relación muy estrecha con el estilo de aprendizaje. Y segundo, que la investigación sostiene la mayor efectividad del aprendizaje cuando coincide la modalidad de enseñanza con el estilo de procesamiento preferido por la persona. Congruentemente con esto, los profesionales deberían usar

fundamentalmente el canal visual para hacer llegar la información a los alumnos con Síndrome de Down. Aunque se han de seguir utilizando los demás canales como aportes auxiliares de información y a modo de reeducación de los mismos.

Junto con el procesamiento visual y auditivo, Pueschel (1988) descubrió que la memoria visual de las personas con Síndrome de Down, también es mejor que la memoria auditiva. Cunningham (1995) sostiene que ello era debido precisamente a las diferencias entre el procesamiento de ambas informaciones. Por su parte, Sue Buckley (1995) reitera que la memoria visual es más eficaz que la auditiva y que este es, quizás, uno de los motivos por los que les gusta aprender usando el ordenador, ya que se presenta la información, principalmente por el canal visual.

5. DESARROLLO DEL LENGUAJE Y COMUNICACIÓN

Si se hace referencia al lenguaje en las personas con Síndrome de Down, se observa que éste se va a ver afectado por diferentes anomalías. Así, el desarrollo fonético y fonológico está alterado en el tiempo y, a veces, está incompleto aunque sigue una evolución parecida al patrón habitual. En este aspecto se da una amplia variabilidad entre los individuos, debido a las diferencias en los déficits auditivos, en el grado de hipotonía, en alteraciones morfológicas de órganos fonatorios, aparato respiratorio, etc.

En los aspectos léxicos, semánticos y fonológicos, se considera que se suele dar una relación estrecha entre desarrollo cognitivo y lingüístico (Arraiz, 1994). A este respecto, se observa que la mayoría de los niños con Síndrome



de Down, presentan un retraso en el desarrollo del vocabulario. Las primeras palabras no suelen aparecer antes de los veinte meses, o los dos años, o incluso más tarde. Hay que volver a hacer hincapié, en las diferencias individuales en esta población. Lo mismo ocurre con el desarrollo de la estructura semántica básica, que es similar en niños con y sin Síndrome de Down, aunque, una vez más, mucho más lento en la población que nos ocupa.

Los componentes de comprensión también se ven alterados en algunos aspectos (Troncoso, Del Cerro y Ruiz, 1999), debido en ocasiones a las dificultades de percepción de determinados estímulos. Así, los enunciados utilizados con estas personas han de ser claros y concisos, con un vocabulario cercano y significativo para ellos (Ortega,

2001). Esta característica ofrece una nueva implicación educativa: la necesidad de que los programas educativos planteados en su enseñanza deban presentar un lenguaje estructurado en frases cortas y concretas y utilizando un vocabulario adecuado a la edad y necesidades de los alumnos a los que van dirigidos.

Sin embargo, los aspectos morfosintácticos son los más alterados en estas personas (Del Barrio, 1991). Algunos de los problemas concretos que se presentan son por ejemplo, la ausencia de uso de las terminaciones de los verbos para marcar las relaciones temporales y la correspondencia del número. Estas personas tienen dificultades en la concordancia de género y número en pronombres, así como en la utilización de los pronombres indefinidos. Aparecen problemas en la distinción artículo determinado-indeterminado, y puede decirse que utilizan con menos frecuencia estructuras sintácticas complejas y están menos integradas en su actuación lingüística.

En resumen, el lenguaje se va a ver afectado en todos sus componentes, aunque la singularidad del niño en lo que respecta a características físicas, cognitivas y ambientales determinará el nivel de capacidad lingüística.

■ 6. DESARROLLO EN LAS ÁREAS CURRICULARES INSTRUMENTALES: LECTURA, ESCRITURA Y MATEMÁTICAS

El que los niños con Síndrome de Down aprendan a leer y a escribir va más allá de la simple adquisición de un nivel funcionalmente útil de lectura y escritura. Diferentes autores sostienen que los niños con Síndrome de Down



pueden aprender a leer y que dicho progreso también puede contribuir a desarrollar destrezas del lenguaje, destrezas perceptivas auditivas y la función de la memoria motriz, áreas en las que los niños con Síndrome de Down suelen presentar dificultades (Buckley, Bird y Byrne, 1997; Fowler, 1990; Hulme y Mackenzie, 1992).

El nivel de lectura que puede conseguir el alumnado con Síndrome de Down, no se puede determinar hoy de manera exacta. Dos estudios publicados en el Reino Unido en la década de los ochenta indican un progreso limitado en la lectura en los primeros años escolares. Así, Casey y cols. (1988) siguieron el progreso de 36 niños con Síndrome de Down, 18 de ellos asistentes a colegios ordinarios en régimen de integración y 18 asistentes a centros de educación especial. Los niños no presentaban diferencias significativas al comienzo de su escolarización. Después de dos años, el 90% de las niñas y el 67% de los niños asistentes a colegios ordinarios obtenían una buena puntuación en la Prueba de Lectura de Neale. Sin embargo los niños asistentes a centros específicos quedaban rezagados en un 44% de niños y un 33% de niñas. Esto hace suponer a los autores que las diferencias entre ambos grupos radicaban en el tipo de enseñanza de la lectura ofrecida por los diferentes tipos de escuela. Por otro lado, Lorenz y col. (1985) exponen que a los cinco años de edad, el 47% de los niños podían leer su propio nombre y el 19% leían entre cinco y diez palabras; a los seis años las cifras para los dos niveles de alcance eran del 63% y el 32% y a los siete años del 75% y el 44%. Otros datos vienen dados por estudios de casos individuales llevados a cabo por diferentes autores como

Butterfield en 1961 y los estudios realizados en el Centro Sarah Duffen, en el cual desde 1981 se está recogiendo información de niños con Síndrome de Down que adquieren un importante nivel de lectura y escritura. A raíz del progreso de Sarah Duffen, descrito por su padre (Duffen, 1976), se comenzó a explorar que tal vez fuese útil empezar a enseñar a los niños con Síndrome de Down a leer desde los dos o tres años de edad, ya que se consideraba que el alcanzar los niveles funcionales en lectura y escritura podría acelerar el aprendizaje de otras dimensiones, entre ellas, las referentes al lenguaje.

Otra de las cuestiones más debatidas en la enseñanza de la lectura a las personas con Síndrome de Down, es si existe la necesidad de utilizar un método específico para su enseñanza y que difiera del utilizado con los niños sin este síndrome. Buckley, Bird y Byrne (1997), plantean la posibilidad de utilizar los mismos métodos, pero sin perder de vista la relativa demora en el conocimiento del lenguaje y las destrezas de memoria de los niños con Síndrome de Down, junto con sus características perceptivas y atencionales. Una vez más, se muestra cómo a partir del conocimiento de las necesidades de las personas con Síndrome de Down, se pueden ofrecer métodos de enseñanza que faciliten su aprendizaje.

Estos autores defienden que la enseñanza de la lectura de todos los niños debería empezar por presentar un pequeño vocabulario “a vista” o global, escogiendo palabras y oraciones que los niños utilizan diariamente en su habla y alentándolos a construir sus propias frases y oraciones. Lo siguiente, mientras se siguen incluyendo más palabras en

este vocabulario, sería enseñar correspondencias grafema-fonema, para mostrar la manera de acceder a una nueva palabra a través de la lectura de sus grafemas. Así mismo, se propone que debe haber desde el comienzo una enseñanza de la escritura de las palabras globales presentadas. Coherentemente con lo anterior, autores como Frith (1985) y Gathercole y Baddeley (1993) confirman este método en investigaciones que muestran como todos los niños pasan de una etapa logográfica (reconocimiento de palabras globales), a una etapa alfabética (reconocimiento y correspondencia grafema-fonema, lo que hace que el niño acceda al significado de la palabra a partir de su sonido) y a continuación a una etapa ortográfica. Frith (1985) subraya que es la actividad de escribir y de deletrear la que hace posible el cambio de la etapa logográfica a la alfabética.

En la actualidad, los diferentes autores muestran que los niños con Síndrome de Down pueden conseguir un nivel útil de capacidad de lectura y escritura. Así mismo, plantean la necesidad de comenzar con la lectura en el momento en que el niño tiene una comprensión mínima de las palabras, ya que cuanto antes se pueda establecer un vocabulario global, mayor será el beneficio para su lenguaje y su desarrollo cognitivo.

Desgraciadamente, este interés por el área de la lectura y la escritura en Síndrome de Down por parte de los investigadores, se enfrenta a los escasos estudios realizados en el aprendizaje de las matemáticas. No es extraño comprobar como en la mayoría de los escritos dedicados a las personas con Síndrome de Down nos encontramos con grandes apartados dedicados a la lectura y

escritura, mientras que prácticamente no se menciona el aprendizaje de los conceptos lógico-matemáticos. Es a partir de la década de los 90 cuando comienza a observarse un interés por el cómo aprenden los alumnos con Síndrome de Down estos contenidos. Sin embargo a pesar de este auge, aún no se ha llegado a planificar la enseñanza de esta materia, ya que se tiende a enfatizar la especial dificultad que estas personas presentan en el pensamiento matemático. La investigación propuesta en este trabajo plantea que no existe una especial dificultad en esta área, ya que entendemos que no se han llevado a cabo métodos específicos de enseñanza que se adecuen a las características de esta población y de ahí que no se hayan obtenido resultados satisfactorios con esta población. Pretendemos mostrar que las personas con Síndrome de Down adquieren mejor y más rápidamente estos contenidos cuando se utilizan para su enseñanza métodos adecuados basados en el conocimiento de sus peculiaridades y motivaciones. En el capítulo III se analizarán los estudios más relevantes sobre el aprendizaje de estos contenidos en Síndrome de Down, sentando así las bases para la planificación de la presente investigación.

■ 7. IMPLICACIONES EDUCATIVAS:

EL ORDENADOR COMO INSTRUMENTO FACILITADOR

Del análisis de las características de las personas con Síndrome de Down, se deducen una serie de implicaciones educativas que es necesario destacar y que potenciarán el uso del ordenador como herramienta optimizadora



de la enseñanza aplicada a estas personas. A lo largo del capítulo se han ido reseñando las características más importantes que influyen en el acceso a la información por parte de las personas con Síndrome de Down. A continuación, se hará un recorrido, a modo de resumen, sobre estas implicaciones y el cómo el ordenador se presenta como herramienta de peso para facilitar el acceso al currículo para esta población.

Por un lado, las dificultades en atención presentadas por estas personas hacen que sea imprescindible que en el estilo de enseñanza utilizado se adopten instrucciones claras y muy detalladas (Macías, 1999). Es importante hacer que estos alumnos entiendan lo que se les pide y sólo así se conseguirá el éxito en la meta que se les propone. Esta necesidad también viene respaldada por las dificultades que presentan en el procesamiento de la información visual y auditiva (más acentuadas en la auditiva). Se ha analizado cómo los niños con Síndrome de Down prefieren el canal visual para recibir la información, y cómo el ordenador facilitará las posibilidades de percepción y procesamiento de la información, dada la capacidad de presentación de estímulos de ambos tipos que ofrece.

Es necesario reseñar que, en la organización de tareas en el aula, es conveniente presentar las actividades secuenciadas según el grado de dificultad. Este planteamiento favorece la interiorización del aprendizaje cuando se parte de lo más simple a lo más complejo; así, sería conveniente comenzar manipulando objetos o presentán-

doles representaciones lo más reales posible que favorecerán la posterior representación mental. Los estudios de Char (1989) y Olson² (1988) muestran un mayor acceso a la información cuando se presentan tareas organizadas en el ordenador, incluso mejor que ante tareas manipulativas, ya que se favorece la representación mental de sucesos gracias al dinamismo que ofrece este material.

La enseñanza debe apoyarse en los rasgos menos deficitarios del niño, y los aprendizajes deben intentar conseguir la máxima superación de sus déficits, por lo que es mucho más efectivo el uso de programas educativos que faciliten la individualización. El uso del ordenador potenciaría en gran medida esta individualización, al posibilitar multitud de entornos de enseñanza y favorecer la adecuación del proceso al ritmo y estilo de aprendizaje del niño.

Esta herramienta también puede contrarrestar las dificultades en motivación y fatiga que pueden presentarse en el alumno con Síndrome de Down. En este capítulo se han descrito las deficiencias en atención y comprensión que muestran estas personas. Se ha observado que pueden dar lugar a un sentimiento de cansancio e incluso frustración cuando se le plantean actividades monótonas y con un cierto grado de dificultad. Al presentar actividades con el ordenador podemos aprovechar sus posibilidades lúdicas y motivadoras para favorecer un aprendizaje mucho más atractivo para el alumno. Diferentes investigaciones muestran las posibilidades que presenta el ordenador como instrumento

² Reseñados en el Capítulo II.

de enseñanza por su alto componente lúdico y motivador, cabe señalar la investigación llevada a cabo por Chen y Bernard-Opitz (1993), en la que se muestra una tasa de entusiasmo más elevada en el caso de la enseñanza asistida por ordenador que en el caso de la enseñanza personal.

Los alumnos con Síndrome de Down, ante una situación de aprendizaje, necesitan más tiempo y realizar más práctica. El ordenador puede ser un profesor tremendamente paciente y repetitivo que puede facilitar este aspecto, proporcionando al alumno múltiples posibilidades de aprendizaje y evaluación. Todo esto haría pensar en los programas educativos multimedia, como grandes facilitadores del aprendizaje en estos niños, siempre que cumplan ciertos requisitos de adaptabilidad a las características y necesidades de las personas con Síndrome de Down.

Una de las primeras inquietudes que se nos plantean ante la dificultad percibida en el área de las matemáticas es la posibilidad de que se observen estos resultados por el uso de estrategias poco dinámicas y motivadoras para este alumnado. Consideramos que la utilización de herramientas que faciliten la percepción de los contenidos, en muchos casos abstractos y complejos del área matemática, facilitará la adquisición de éstos por las personas con Síndrome de Down.

Se ha comprobado como el uso del ordenador en la educación de alumnos con necesidades educativas especiales, y más concretamente de los alumnos con Síndrome de Down, ofrece una serie de beneficios. Algunos de ellos son comunes en su aplicación a la educación en general y otros resultan específicos en la medida en que suponen

para el alumno un medio de acceso al currículo, que facilita su progreso escolar.

Para Pérez y Urbina (1997), la incorporación de las nuevas tecnologías al ámbito educativo influye de forma importante en los alumnos que presentan necesidades educativas especiales, fundamentalmente por dos razones: Por una parte en lo referido a la realización de las adaptaciones necesarias de estas nuevas tecnologías en función de las características especiales de cada alumno; y, por otra, por el uso que se haga de los elementos tecnológicos en función de las diversas necesidades que plantee cada alumno, con la finalidad de facilitarse el acceso a las mismas en las mejores condiciones posibles.

Si se centra el análisis en las personas con Síndrome de Down se observa que este material ofrece una gran versatilidad y flexibilidad, lo cual permite múltiples aplicaciones con objetivos diversos, así como la aplicación a cada caso particular. Incluso es posible el uso de un mismo aparato o programa para varios niños, con sólo cambiar las adaptaciones a la hora de trabajar.

Del mismo modo, el ordenador facilita la individualización de la enseñanza, adecuando las tareas al nivel de competencias de cada alumno y de acuerdo con su propio ritmo de aprendizaje. Posibilita la repetición del ejercicio y la autocorrección al poder comprobar los resultados de inmediato.

El ordenador ofrece al alumno la posibilidad de aumentar el grado de autonomía e independencia personal, al poder trabajar sólo y necesitar menos ayuda de otros. Permite una mayor rapidez y calidad en el resultado del trabajo,



lo que ahorra al niño considerable esfuerzo y contribuye a eliminar el sentido de fracaso.

Así mismo, el ordenador puede almacenar datos de logros de cada niño y permite en ocasiones establecer un control más objetivo sobre el progreso del alumno y la validez del programa. Sin embargo, no se puede considerar que el ordenador es la panacea de la enseñanza para personas con Síndrome de Down.

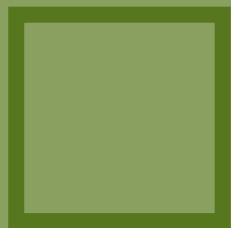
En el mercado encontramos multitud de programas educativos multimedia que en muchas ocasiones no son accesibles a estas personas por determinadas características técnicas de presentación de la información, como por ejemplo el número de distractores, el tipo de letra utilizado o la complejidad del vocabulario presentado, etc. (Ortega, 2001). Estas barreras que pueden presentar los programas multimedia se pueden eliminar fácilmente, favoreciendo así el uso de estos programas por las personas con Síndrome de Down. Sin embargo para detectar estos elementos que reducen el rendimiento de estos programas, para el colectivo que nos ocupa, es necesario conocer sus necesidades y estilos de aprendizaje y a partir de estos identificar las características de los programas que dificultan su empleo.

La Escala de Evaluación de Material Multimedia para personas con Síndrome de Down (Ortega y Parras, 2002), permite analizar el material multimedia, (en este trabajo lo utilizaremos con el material multimedia para la enseñanza de las primeras habilidades matemáticas) y evaluar así, los programas existentes que puedan favorecer el aprendizaje en las personas con Síndrome de Down. Esta escala

fundamenta su elaboración en el conocimiento profundo de las características de estas personas, y a partir de este acercamiento propone diferentes cuestiones que han de tenerse en cuenta a la hora de implementar cualquier tipo de material multimedia con ellas.

Todo lo expuesto con anterioridad hace que pensemos en la posibilidad de la mejora en la educación de las personas con Síndrome de Down utilizando como herramienta el material multimedia. El uso de este material hace que los contenidos matemáticos adquieran una dimensión más palpable para el alumnado con Síndrome de Down. Este material multimedia posibilita el acercamiento a diferentes contenidos abstractos que pueden presentar dificultades para estas personas. Así mismo, de este análisis se desprende la necesidad de que los materiales utilizados en la enseñanza de las personas con Síndrome de Down han de ser estudiados y analizados en profundidad, para facilitar su adaptación y la oferta de respuesta a las necesidades planteadas. El análisis de todas estas cuestiones ha sido la base para la planificación del trabajo que nos ocupa.

Usando las posibilidades que posee el ordenador y estudiando las características del aprendizaje de estas personas, consideramos que se puede realizar un programa de enseñanza de las matemáticas que favorezca las potencialidades de estos alumnos. Creemos que uniendo el estudio de las personas con Síndrome de Down a las posibilidades que nos ofrecen las nuevas tecnologías, y más concretamente el material multimedia se pueden implementar nuevas estrategias que faciliten su aprendizaje en el área lógico-matemática.



CAPÍTULO II



EDUCACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS. UNA RESPUESTA A LA DIVERSIDAD.

Las nuevas tecnologías están generando una verdadera revolución que afecta tanto a las actividades relacionadas con la producción y el trabajo como a las actividades ligadas a la educación y la formación. Bernal (1997) afirma que la revolución tecnológica de nuestro tiempo es el principal factor del cambio social.

La escuela no puede quedar al margen de los cambios repentinos que sufre la sociedad. No puede continuar ajena a las necesidades planteadas por la reestructuración del acceso a la información que ofrecen los nuevos canales de comunicación. La escuela ha de formar a la persona integralmente, de manera que no puede olvidarse la enseñanza en estas tecnologías que facilitarán la preparación de los alumnos como ciudadanos activos dentro de la sociedad actual. Así mismo, es necesario educar en la actitud crítica ante la avalancha de información que producen estos nuevos medios y es labor de la escuela fomentar esta situación.

Según Góngora (1998), las nuevas tecnologías se constituyen en nuevas herramientas para la construcción, estructuración, procesamiento, almacenamiento y distribución de información. Lo cual, representa un alto potencial para el sector educativo. Estas nuevas tecnologías optimizan algunas de las propiedades de otros medios audiovisuales que

resultan especialmente interesantes para apoyar estrategias instruccionales específicas gracias a las posibilidades de simulación e interactividad que presentan.

La simulación de fenómenos permite a los estudiantes observar el comportamiento de determinados sucesos evitando las posibles necesidades de un desplazamiento y disminuyendo el costo material y personal de los mismos.

Así mismo, la interactividad tiene gran importancia en el proceso de enseñanza aprendizaje ya que se constituye, en sí misma, en un contenido educativo; el alumno debe desarrollar las herramientas cognitivas y procedimentales necesarias para interactuar con determinadas maneras de estructurar la realidad, como los sistemas hipermediales. No podemos sino remitirnos a la afirmación de Cabero (1996), en la que pone de manifiesto que se recuerda el 10% de lo que se ve, el 20% de lo que se oye, el 50% de lo que se ve y se oye, y el 80% de lo que se ve, oye y hace.

La década de los 80 se caracterizó por un intento generalizado de dar, reconocer y facilitar a todas las personas el derecho a una educación pública y gratuita en igualdad de condiciones y con independencia de las características individuales del sujeto. Este hecho dio paso a la expresión *necesidades educativas especiales*, centrando una mayor



atención en el ámbito educativo que en las diferencias presentadas por los sujetos.

En la década de los noventa, se comienza a hablar de una *educación para la diversidad*. Este término hace referencia a un espectro más amplio de situaciones y posibilidades. Y en gran medida, también se refiere, a las soluciones que pueden ofrecer las nuevas tecnologías como respuesta a las necesidades de una educación para la diversidad.

Cabero y otros (2000:253), señalan que cuando se habla de medios de comunicación y nuevas tecnologías aplicadas a las personas con necesidades educativas especiales hay que hacer referencia a una doble necesidad. Por un lado, estas personas se deben beneficiar de las posibilidades de los medios utilizados en un marco general y por otro, existe una necesidad de diseñar y producir medios específicos que puedan ser de ayuda y beneficio para estas personas. Así mismo, afirman que para atender a la diversidad de estudiantes, los centros educativos han de poseer multiplicidad de materiales y de actuaciones con los mismos, para facilitar un enfoque multimedia de la enseñanza. Estos autores, afirman que las tecnologías de la información y la comunicación favorecen que estos sujetos puedan comunicarse con los demás, tanto desde la perspectiva de poder superar las barreras espaciales, como la traducción de sus pensamientos e ideas a sistemas simbólicos comprensibles para otras personas. Gracias a estas posibilidades, las tecnologías de la información y la comunicación ofrecen y favorecen efectos significativos sobre el rendimiento académico, la motivación y el ahorro de tiempo en la realización de tareas. Estos beneficios de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación son utilizados de base fundamental para este trabajo.



1. EL SOFTWARE EDUCATIVO

Dentro del marco teórico que engloba la investigación que aquí se presenta, hemos de considerar, junto con Marquès (1997) las expresiones software educativo, programas educativos y programas didácticos, para designar en un todo los programas de ordenador creados explícitamente para ser utilizados como medio didáctico para la optimización de los procesos de enseñanza aprendizaje.

Marquès señala cinco características esenciales que estos programas comparten. Este autor, afirma que estos materiales han sido elaborados con una finalidad didáctica; utilizan el ordenador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades propuestas por el programa; Permiten un intercambio de información continua entre las ejecuciones de los alumnos y los feedback ofrecidos por el ordenador, rasgo indiscutible de su interactividad; Se adaptan al ritmo y necesidades de cada uno de los usuarios, facilitando la individualización del proceso enseñanza-aprendizaje; y por último y no menos importante, son fáciles de usar, requiriendo unos conocimientos informáticos mínimos que permiten el uso de los mismos prácticamente a todo el alumnado.

Abascal y Gardezabal (2001: 245) sostienen que existe un retraso en la utilización de aplicaciones informáticas para personas con discapacidades cognitivas. Estos autores afirman que este hecho viene dado por un tópico que sostiene que *“para usar un computador hay que ser especialmente inteligente”*. Sin embargo, aseveran que estas personas son las que mayores beneficios pueden sacar de las aplicaciones informáticas.

2. CLASIFICACIÓN DE LOS PROGRAMAS DIDÁCTICOS

Los programas educativos pueden versar de las más diferentes materias (idiomas, geografía, dibujo, lectura, matemáticas, etc), usando además múltiples formatos de presentación y ejecución que se adecuan a las necesidades de la materia, así como a las del alumnado al que este programa vaya dirigido. Por esto, nos encontramos software educativo que para presentar la información recrea espacios como un aula, un laboratorio, etc; Otros que simulan diferentes instrumentos de trabajo (calculadora, ordenador...) y otros que utilizando la imagen de un libro o un juego ofrecen la información a sus usuarios. Dada esta diversidad de formatos, también existen múltiples clasificaciones referidas a este tipo de materiales.

Algunos de los criterios para realizar la clasificación se basan en la consideración del tratamiento de los errores que cometen los estudiantes (Marquès, 1997).

Así, se puede realizar una distinción entre programas tutoriales directivos y programas no directivos. Los programas tutoriales directivos serían aquellos que hacen preguntas a los estudiantes y controlan su actividad. Mientras que en los programas no directivos, el ordenador adopta el papel de un instrumento o laboratorio a disposición de la iniciativa del alumno, de manera que el ordenador no juzga las acciones de los alumnos, se limita a procesar los datos que estos introducen y a mostrar las consecuencias de sus acciones.



Otra clasificación hace referencia a la posibilidad de modificar contenidos del programa y distingue entre programas abiertos (proporcionan una estructura sobre la cual se puede añadir el contenido que se desee) y programas cerrados (no pueden modificarse).

A pesar de estas distinciones, Marquès (1997) propone una nueva clasificación en torno al grado de control del programa sobre la actividad de los alumnos y la estructura de su algoritmo, que afirma, es la que proporciona categorías más claras. Esta clasificación distingue entre cinco tipos de programas: Programas Tutoriales, Bases de Datos, Simuladores, Constructores y Programas Herramienta. A continuación pasamos a desglosar estos tipos de programas.

a) Programas Tutoriales: Estos programas en mayor o menor medida dirigen y/o tutorizan el trabajo de los alumnos. Se pretende el aprendizaje o refuerzo de determinados conocimientos, a partir de la presentación de informaciones y mediante la realización de ciertas actividades, previstas con anterioridad. En ocasión, estos programas sólo presentan ejercicios de refuerzo, sin ningún tipo de explicación conceptual previa. Estos programas se denominan Tutoriales de Ejercitación. Comparan las respuestas de los alumnos con patrones prefijados que poseen como correctos. Realizan una labor de guía del aprendizaje y fomentan el refuerzo o la práctica más o menos rutinaria de determinados aprendizajes, así como su evaluación. En algunos casos una evaluación negativa, puede dar lugar a la presentación de nuevos ejercicios de



repetición. Marquès distingue cuatro categorías dentro de estos programas tutoriales, dependiendo de la estructura de su algoritmo:

Programas lineales: Presentan al alumno una secuencia de información y/o ejercicios, con independencia de la corrección o incorrección de sus respuestas.

Programas ramificados: Siguen recorridos pedagógicos diferentes según el juicio que hace el ordenador sobre la corrección de las respuestas de los alumnos o según su decisión de profundizar en ciertos temas. Ofrecen mayor interacción, más opciones, pero la organización de la materia suele estar menos compartimentada que en los programas lineales y exigen un esfuerzo más grande al alumno. Entre estos se encuentran programas multinivel que estructuran los

contenidos en niveles de dificultad y previenen diversos caminos, y los programas ramificados en dientes de sierra, que establecen una diferenciación entre conceptos fundamentales y posterior profundización opcional.

Entornos Tutoriales: Proporcionan a los alumnos una serie de herramientas de búsqueda y procesamiento de la información que pueden utilizar libremente para construir la respuesta a las preguntas del programa. En algunos casos el programa evalúa si se han encontrado los elementos necesarios para dar la respuesta y el proceso de búsqueda de esa respuesta.

Sistemas Tutoriales Expertos: Tienen a producir un diálogo inteligente entre programa y estudiante. Simula el comportamiento de un tutor humano, guiando a los alumnos paso a paso en el proceso, analizando el estilo de aprendizaje y los errores que se cometen. Propone en cada caso la explicación o ejercicio más conveniente.

b) Bases de datos: Proporcionan unos datos organizados en un entorno estático, según determinados criterios, y facilitan su exploración y consulta selectiva. Estas bases de datos pueden tener una estructura jerárquica (unos datos subordinados a otros), relacional (están organizados mediante fichas o registros de una misma estructura y rango) y documental (utiliza descriptores y su finalidad es almacenar grandes volúmenes de información documental: revistas, periódicos, etc.). Se puede distinguir, según su forma de acceso a la información en:

Bases de datos convencionales: Tienen la información almacenada en ficheros, mapas o gráficos, que el

usuario puede recorrer según su criterio para recopilar información.

Bases de datos tipo sistema experto: Son bases de datos muy especializadas que recopilan toda la información existente de un tema concreto y además asesoran al usuario cuando accede buscando determinadas respuestas.

c) Simuladores: Presentan un modelo o entorno dinámico (con gráficos o animaciones interactivas) y facilitan su exploración y modificación por parte de los alumnos, que pueden realizar aprendizajes inductivos o deductivos mediante la observación y la manipulación de la estructura subyacente, aprenden en situaciones que frecuentemente resultarían difícilmente accesibles a la realidad. Posibilitan un aprendizaje significativo por descubrimiento. Se pueden diferenciar dos tipos de simulador:

Modelos físico-matemáticos: presentan de manera numérica o gráfica una realidad que tiene leyes representadas por un sistema de ecuaciones deterministas.

Entornos sociales: presentan una realidad regida por unas leyes no del todo deterministas. Se incluyen aquí los juegos de estrategia y de aventura, que exigen una táctica cambiante a lo largo del tiempo.

d) Constructores: Poseen un entorno programable. Facilitan a los usuarios unos elementos simples con los cuales pueden construir elementos más complejos o entornos. Facilitan a los alumnos la construcción de sus propios



aprendizajes, que surgirán a través de la reflexión que realizarán al diseñar programas y comprobar inmediatamente la relevancia de sus ideas. Se pueden distinguir dos tipos de constructores:

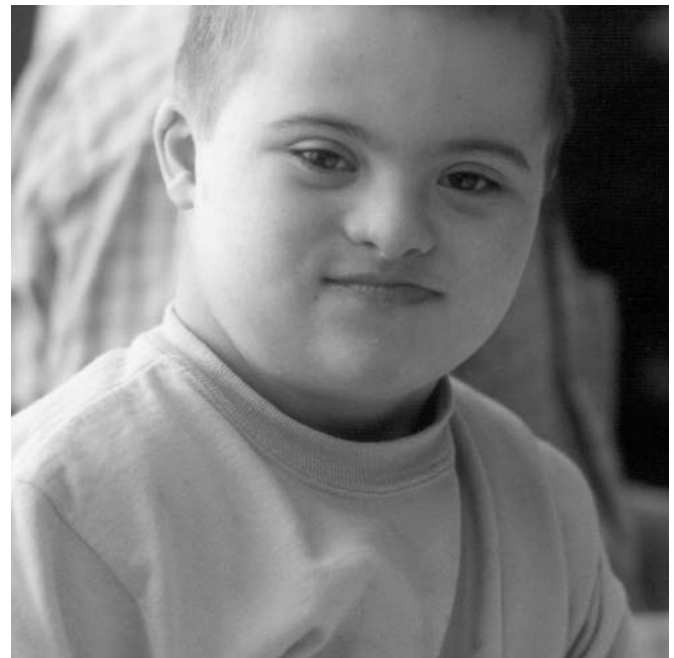
Constructores específicos: Ponen a disposición de los estudiantes una serie de mecanismos de actuación que les permiten llevar a cabo operaciones de un cierto grado de complejidad mediante la construcción de determinados entornos, modelos o estructuras, y de esta manera avanzan en el conocimiento de una disciplina o entorno específico.

Lenguajes de programación: Ofrecen laboratorios simbólicos en los que se puede construir un número ilimitado de entornos.

e) **Programas Herramienta:** Proporcionan un entorno instrumental con el cual se facilita la realización de ciertos trabajos generales de tratamiento de la información: escribir, calcular, etc. Los programas más utilizados de este grupo son: Procesadores de Textos; Gestores de bases de datos; Hojas de cálculo; Editores gráficos; Programas de comunicaciones; Programas de experimentación asistida y Lenguajes y sistemas de autor.

Dentro del software educativo que se ha expuesto, nos vamos a centrar en los programas tutoriales o simuladores que utilizando material multimedia se convierten en herramientas de enseñanza de contenidos curriculares. En adelante, se hablará de material Multimedia o Hipermedia, siguiendo a Salinas (1996) que realiza la aclaración

en torno al rigor, por el cual el término multimedia es redundante, ya que “media” en sí es un plural, por lo que propone el vocablo hipermedia en su lugar. Junto con él, otros autores como Jonassen (1989) o Ralston (1991) proponen la misma idea. Así, se define hipermedia como un hipertexto multimedia, donde los documentos pueden contener la capacidad de generar textos, gráficos, animación, sonido, cine o vídeo en movimiento. Siendo según Gayesky (1992) el multimedia, una clase de sistemas interactivos de comunicación conducidos por un ordenador que crea, almacena, transmite y recupera redes de información textual, gráfica visual y auditiva.



3. DEFINICIÓN DE MULTIMEDIA EDUCATIVO

En la primera reunión del Proyecto P.E.G.M.U.³ (Pedagogical Evaluation Methods Guidelines for Multimedia Applications), celebrada en la sede mundial de OLI-VETTI (Italia), se planteó la búsqueda de un significado concreto del término “Multimedia” y cómo se podía definir un material multimedia educativo. Así mismo, entre los objetivos principales del proyecto, se planteó la creación de instrumentos de evaluación del material educativo multimedia y la elaboración de un curso para profesores cuyo contenido permitiera la integración del material multimedia educativo dentro del currículo de enseñanza en cualquier país europeo.

Diferentes autores a lo largo de los años han intentado definir el material multimedia. El Multimedia sugiere la unión de distintos lenguajes (imagen, sonido, informática,...) en un mismo medio de comunicación como es el ordenador. En este sentido, Cabero y Duarte (1999) delimitan los conceptos hipertexto, hipermedia y multimedia, caracterizándolos por la no secuencialidad, ni linealidad de la información. Esto precisamente los hace diferentes de otros modos de organización de la información como la impresa, audiovisual o informática. Permi-

ten al sujeto, en función de sus intereses o necesidades, recorrer la información presentada en el medio de forma no preconfigurada y establecida por el diseñador o productor del medio.

Por su parte, Tolhurst (1999) los diferencia de la siguiente forma:

Hipertexto.- Como una organización no lineal de acceso a la información textual.

Hipermedios.- Como uniones interactivas de información que está presentado en múltiples formas que incluyen texto, imágenes y múltiples formatos.

Multimedia.- Se refiere a los múltiples formatos de medios para la presentación de la información.

Prendes (1996) expone que, si se hace referencia a documentos lineales multicódigos en los cuales el usuario no tiene margen de libertad para poder decidir su propio itinerario de navegación, lo más adecuado sería utilizar el concepto de presentación multimedia, mientras que si se hace referencia a medios que además de integrar texto, imagen y sonido, permiten la libre navegación del usuario sería más correcto hablar de hipermedios. Son hipermedios estos últimos porque combinan los lenguajes diversos del multimedia y la estructura de nodos y enlaces de los hiper-

³ El proyecto europeo PEGMU es una iniciativa de un consorcio de diversos centros educativos y universidades de distintos países europeos dentro del marco genérico de “Leonardo” y promovido por la Comisión Europea, que desde 1998 tiene como objetivo principal el asesoramiento y formación del profesorado en el uso de multimedia educativa. El consorcio del proyecto lo conforman Holbaek Technical School (Dinamarca), EPRL (Portugal), Ponty Pridd (Gales) y el Colegio Irabia de Pamplona (España). Más información en: <http://www.irabia.org>



textos. El hipermedio, por tanto, sería un multimedia con estructura de hipertexto o dicho de otro modo, un multimedia interactivo.

Basándose en esta definición, Cabero (1999) nos señala tres características definitorias de los materiales multimedia: Integración de diversos formatos (textual, gráfico, sonoro) y de grandes volúmenes de información; Facilidad de acceso a la información; Interactividad. Así mismo, nos hace ver que lo significativo no es sólo la combinación de diferentes sistemas simbólicos, sino la posibilidad de ofrecer distintos itinerarios de recorrido de información para facilitar la participación del usuario. (Cabero y cols., 2001)

Hoy en día cuando hacemos referencia al material multimedia hablamos de la integración de dos o más medios de comunicación que pueden ser controlados o manipulados por el usuario vía ordenador (Bartolomé, 1994).

En nuestro trabajo, haremos referencia a material multimedia, como aquel material que presenta la información a partir de diferentes modalidades (visual, auditiva, icónica...) y que permite la actuación libre del usuario en la elección de su propio itinerario de aprendizaje.

Si nos centramos en sus componentes, existen diferentes nomenclaturas y estructuraciones. Jonassen y Wang (1990) hablan de cuatro elementos básicos que son los nodos, conexiones o enlaces, las redes de ideas y los itinerarios.

El nodo, es el elemento característico del hiperme-

dia. Consiste en fragmentos de texto, gráficos, vídeo u otra información. El tamaño de un nodo varía desde un simple gráfico o unas pocas palabras hasta un documento completo y son la unidad básica de almacenamiento de información. La modularización de la información permite al usuario del sistema determinar a que nodo de información acceder con posterioridad. Las conexiones o enlaces, son interconexiones entre nodos que establecen la interrelación entre la información de los mismos. Los enlaces en hipermedia son generalmente asociativos. Llevan al usuario a través del espacio de información a los nodos que se han seleccionado, permitiéndole navegar a través de la base de información hipermedia. Pueden darse distintos tipos de conexiones: de referencia (de ida y vuelta), de organización (que permiten desenvolverse en una red de nodos interconectados), un valor, un texto, hay conexiones explícitas e implícitas, etc.

La red de ideas, proporciona la estructura organizativa al sistema. La estructura del nodo y la estructura de conexiones forman una red de ideas o sistemas de ideas interrelacionadas o interconectadas.

Por último, los itinerarios, que pueden ser determinados por el autor, el usuarios/alumno, o basándose en una responsabilidad compartida. Los itinerarios de los autores suelen tener la forma de guías. Muchos sistemas permiten al usuario crear sus propios itinerarios, e incluso almacenar las rutas recorridas para poder rehacerlas, etc... Algunos sistemas graban las rutas seguidas para posteriores revisiones y anotaciones.



Uno de los elementos que incide en la potenciabilidad que puede presentar un sistema hipertexto para el aprendizaje hace referencia a las vías mediante las cuales los autores y usuarios interaccionan con los sistemas. Según Salinas (1996) esta interacción viene determinada por la interfaz de usuario, que es la responsable de la presentación de nodos y de recoger acciones y respuestas de los alumnos. Y por otro lado, por el control de navegación, que constituye el conjunto de herramientas puestas al servicio de los sujetos para ordenar y posibilitar el intercambio de información, a través del reconocimiento de las acciones del alumnado, controlando el nivel de acceso y proporcionando información de las acciones del alumno. Estas formas de interacción potenciarán los efectos positivos del material multimedia en el aprendizaje. Según este autor, el multimedia será efectivo instruccionalmente en la medida en que comprometa activamente al estudiante en un proceso comunicativo en forma de diálogo. De esta importancia de fomentar la interacción entre programa y usuario, se deduce en gran medida la diferencia entre presentación multimedia y multimedia interactivo que propone el autor. Se habla de presentación multimedia, cuando se usa la potencialidad de este material para ofrecer una información en la que el usuario no participa. Mientras que cuando se ofrecen al alumno trayectorias alternativas y los distintos medios presentan la información en función de la respuesta o elección del usuario, hacemos referencia a multimedia interactivo. Los dos sistemas presentan gran aplicabilidad en la enseñanza, pero las características de cada uno de ellos fomentan la actividad del alumnado de manera diferente.



■ 4. FUNCIONES DEL MULTIMEDIA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

Distintos autores describen las funciones del material multimedia partiendo de su diferenciación. Así, por ejemplo, Bartolomé (1994) distingue entre dos grandes grupos de multimedia, según su función sea la de formar, o la de informar. Dentro de los multimedia dedicados a la información se encuentran las bases de datos, los libros multimedia, las enciclopedias, los diccionarios, etc. Mientras que en los multimedia dedicados a la formación, entrarían programas de ejercitación, tutoriales, programas orientados hacia la resolución de problemas, simuladores y videojuegos. Sin embargo, en algunos programas es muy difícil saber con exactitud hasta dónde llega la información y dónde empieza la formación.

Ciertamente, la introducción del ordenador en las aulas está planteando nuevas formas de trabajo al tratarse de un recurso educativo con gran versatilidad, que permite la interacción del alumno con su medio escolar. Es necesario enfatizar la importancia que tiene el ser conscientes de que las limitaciones y ventajas de cualquier material, no son solamente problema del propio programa. Muchas de las limitaciones que poseen son consecuencia de un mal uso, una inadecuada evaluación previa o simplemente un desconocimiento de sus potencialidades. Por muy bueno que sea un material, si no se es consciente de qué presenta y quiénes pueden ser sus usuarios y se implementa sin una evaluación previa, puede ser un total fracaso. En cambio, un programa menos ambicioso, pero totalmente adecuado para el alumnado, y del que el

profesorado tenga un conocimiento pleno de todas sus potencialidades y limitaciones, puede ofrecer un resultado óptimo. No se ha de olvidar que el programa interacciona en un contexto físico, tecnológico, psicológico, didáctico, humano y organizativo que repercutirá en los resultados que se consigan.

Entre las ventajas del material multimedia se pueden destacar las siguientes (Marquès, 1997).

- Posibilidad de una mayor adaptación a las características, actitudes y aptitudes de los usuarios.
- Posibilidad de una mayor adaptación a las características del contenido en sí, ofreciendo un mismo hecho desde diferentes sistemas simbólicos.
- Posibilita la interconexión de información de diferente índole y naturaleza.
- Facilita el acceso a la información con gran rapidez.
- Despierta actitudes positivas en el estudiante, atracción, motivación, carácter lúdico...
- Desarrolla la aplicación de nuevas estrategias de aprendizaje, no basadas en el aprendizaje memorístico.
- Facilita el dinamismo en el aula, ya que puede ser compartido por más de un alumno.

Dentro de las limitaciones que cabe señalar del material multimedia educativo, se observan las siguientes:

- Se necesitan unos conocimientos mínimos de informática, no tanto para su manejo, como para la construcción colaborativa del conocimiento.
- Pueden darse problemas de desorientación y desbordamiento cognitivo.

- Algunos programas se fijan más en lo estético que en los principios pedagógicos y didácticos, lo que pone en peligro su carácter educativo.
- En otros, la forma en que están diseñados puede dificultar la localización de la información específica.
- Pueden requerir un hardware muy especializado.
- Y por último, puede existir cierto grado de dificultad para encontrar programas que se adecuen al currículo establecido por la Administración.

Los diferentes tipos de materiales multimedia creados hacen que el alumno que emplea este medio de aprendizaje lo haga de forma interactiva y multisensorial (Ulizarna, 1999). Es capaz de “navegar” por las distintas opciones que le proporciona un documento multimedia, ver su contenido, escuchar las explicaciones e interactuar con el medio realizando ejercicios y activando su aprendizaje. El profesor Pere Marquès (1997) propone que los programas didácticos, cuando se aplican a la realidad educativa, realizan las funciones básicas propias de los medios didácticos en general y además, en algunos casos, según la forma de uso que determina el profesor pueden proporcionar funcionalidades específicas. Entre las funciones que pueden desarrollar nos encontramos las siguientes:

En primer lugar realiza una función informativa, a través de sus actividades presenta unos contenidos que proporcionan información estructuradora de la realidad a los estudiantes. Presentan la realidad y la ordenan. Posteriormente, realizan una función instructiva, orientando

y regulando el aprendizaje de los estudiantes. Promueven determinadas actuaciones en los alumnos, encaminadas a facilitar el logro de unos objetivos educativos específicos. Así mismo, realizan una función motivadora, ya que los estudiantes, generalmente, se sienten atraídos e interesados por todo el software educativo, dado que estos programas suelen incluir elementos para captar la atención de los alumnos, mantener su interés y focalizarlo. Función evaluadora, la interactividad que permite a estos materiales responder inmediatamente a las acciones y respuestas de los estudiantes, los hace especialmente adecuados para evaluar el trabajo que se va realizando con ellos. Presentan también una Función investigadora, ofrecen a los alumnos interesantes entornos donde investigar y experimentar con diferentes parámetros. La Función expresiva, viene dada por la posibilidad que presentan los ordenadores de procesar símbolos, mediante los cuales representamos nuestros conocimientos y nos comunicamos. Poseen así mismo, una Función Metalingüística, ya que mediante el uso de los sistemas operativos y los lenguajes de programación, los estudiantes pueden aprender lenguajes propios de la informática. Función lúdica, dado que el trabajo con ordenadores, a menudo, tiene unas connotaciones lúdicas y festivas para los alumnos. Y por último una Función Innovadora, aunque no siempre sus planteamientos pedagógicos resulten innovadores, se pueden considerar materiales didácticos con esta función, ya que la tecnología utilizada es reciente y a la vez permite muy diversas formas de uso que pueden fomentar la innovación educativa en el aula.



Para nosotros, todas las funciones que hemos visto se fundirían en una gran función de Enseñanza. Estos materiales gracias a su versatilidad y posibilidades educativas, han de poseer la función de formar en diferentes facetas al alumno. No deben ser únicamente transmisores de información, sino además, estructuradores de respuestas, por parte del alumnado.

■ 5. CARACTERÍSTICAS DE LOS BUENOS PROGRAMAS EDUCATIVOS MULTIMEDIA

Según Marqués (2001), los materiales multimedia formativos son eficaces, facilitan el logro de sus objetivos, y ello es debido, supuesto un buen uso por parte de los estudiantes y profesores, a una serie de características que atienden a diversos aspectos funcionales, técnicos y pedagógicos. No se puede afirmar que un determinado material es bueno o malo, en sí mismo, todo dependerá del uso que de él se haga, de la manera cómo se utilice en cada situación concreta, y de las personas a las que vaya dirigido.

Las características que señala Marqués pueden resumirse en los siguientes apartados:

1.- Facilidad de uso e instalación: Para que en realidad los programas puedan ser utilizados por un gran número de usuarios, deben ser fáciles de usar y autoexplicativos, sin que sean necesarias grandes tareas de preparación. Es necesario que posean ayudas on-line para solucionar problemas, mapas del programa, posibilidad de movilidad, facilidad en la instalación y desinstalación...

2.- Versatilidad (Adaptación a diversos contextos): Han de ser fácilmente integrables con otros medios didácticos en los diferentes contextos formativos, adaptándose a diferentes entornos, estrategias didácticas o usuarios. Para facilitar esta adaptación, los programas multimedia deben ser a su vez: **Programables**, permitiendo la modificación de algunos parámetros como el grado de dificultad, tiempo de respuestas, número de usuarios simultáneos, idioma, etc. **Abiertos**; permitiendo la modificación de los contenidos de las bases de datos. Que incluyan sistemas de evaluación y seguimiento (control) con informes de las actividades realizadas por los estudiantes: temas, nivel de dificultad, tiempo invertido, errores, itinerarios seguidos para resolver los problemas... Qué permitan continuar con los trabajos empezados con anterioridad. Que promuevan el uso de otros materiales y la realización de actividades complementarias.

3.- Calidad del entorno audiovisual: El atractivo de un programa depende en gran manera de su entorno comunicativo. Algunos de los aspectos que han de tenerse en cuenta son: Diseño general claro y atractivo de las pantallas, sin exceso de texto y que resalte a simple vista los hechos notables; Calidad técnica y estética en sus elementos (Títulos, menús, ventanas, iconos, botones, espacios de texto-imagen, formularios, barras de navegación, barras de estado, elementos hipertextuales, fondo...); Elementos multimedia: gráficos, fotografías, animaciones, vídeos, voz, música...; Estilo y lenguaje, tipografía, color, composición, metáforas del entorno...; Adecuada integración de medios, sin sobrecargar la pantalla, etc.

4.-*La calidad en los contenidos:* Han de tenerse en cuenta consideraciones pedagógicas sobre la selección y estructuración de los contenidos según las características de los usuarios. También se observará que la información que se presente debe ser correcta y actual; Los textos no deben tener faltas de ortografía y la construcción de las frases debe ser correcta; No debe haber mensajes discriminatorios, ni tendenciosos; La presentación y la documentación debe ser adecuada.

5.-*Navegación e interacción:* Los sistemas de navegación y la forma de gestionar las interacciones con los usuarios determinarán en gran medida su facilidad de uso y amigabilidad. Conviene tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Mapa de navegación. Buena estructuración del programa que permite acceder bien a los contenidos, actividades, niveles y prestaciones en general
- Sistema de navegación: Entorno transparente que permite que el usuario tenga el control. Eficaz pero sin llamar la atención sobre sí mismo.
- La velocidad entre el usuario y el programa (animaciones, lectura de datos...) resulta adecuada.
- El uso del teclado. Los caracteres escritos se ven en la pantalla y pueden corregirse errores.
- El análisis de respuestas. Que sea avanzado y no de lugar a errores por espacios, caracteres...
- La gestión de preguntas, respuestas y acciones...
- Ejecución del programa. La ejecución del programa es fiable, no tiene errores de funcionamiento y detecta la ausencia de los periféricos necesarios.

6.-*Originalidad y uso de tecnología avanzada:* Los programas deben presentar entornos originales, bien diferenciados de otros materiales didácticos y que utilicen las crecientes potencialidades del ordenador y de las tecnologías multimedia e hipertexto en general, yuxtaponiendo dos o más sistemas simbólicos de manera que el ordenador resulte intrínsecamente potenciador del proceso de aprendizaje, favorezca la asociación de ideas y la creatividad, permita la práctica de nuevas técnicas, la reducción del tiempo y del esfuerzo necesarios para aprender y facilite aprendizajes completos y significativos.

7.-*Capacidad de motivación:* Para que el aprendizaje significativo se realice es necesario que el contenido sea potencialmente significativo para el estudiante y que este tenga la voluntad de aprender significativamente, relacionando los nuevos contenidos con el conocimiento almacenado en sus esquemas mentales. Las actividades de los programas deben despertar y mantener la curiosidad y el interés de los usuarios hacia la temática de su contenido, sin provocar ansiedad y evitando que los elementos lúdicos interfieran negativamente en los aprendizajes. También conviene que atraigan a los profesores y les animen a utilizarlos.

8.-*Adecuación a los usuarios y a su ritmo de trabajo:* Los buenos programas tienen en cuenta las características iniciales de los estudiantes a los que van dirigidos y los progresos que vayan realizando. Cada sujeto construye sus conocimientos sobre los esquemas cognitivos que ya posee, y utiliza determinadas técnicas. Esta adecuación se manifestará en tres ámbitos:



- Contenidos: Extensión, estructura y profundidad, vocabulario, estructuras gramaticales, ejemplos, simulaciones y gráficos. Los contenidos deben ser significativos para los estudiantes y estar relacionados con situaciones y problemas de su interés.
- Actividades: tipo de interacción, duración, elementos motivacionales, mensajes de corrección de errores y de ayuda, niveles de dificultad, itinerarios, progresión y profundidad de los contenidos según los aprendizajes realizados ...
- Entorno de comunicación: Pantallas, sistema de navegación, mapa de navegación...

9.- *Potencialidad de los recursos didácticos*: Los buenos programas didácticos multimedia utilizan potentes recursos didácticos para facilitar los aprendizajes de sus usuarios. Entre estos recursos se pueden destacar: Proponer diversos tipos de actividades que permitan diversas formas de utilización y de acercamiento al conocimiento; Utilizar organizadores previos al introducir los temas, síntesis, resúmenes y esquemas; Emplear diversos códigos comunicativos: usar códigos verbales (su construcción es convencional y requieren un gran esfuerzo de abstracción) y códigos icónicos (que muestran representaciones más intuitivas y cercanas a la realidad); Incluir preguntas para orientar la relación de los nuevos conocimientos con los conocimientos anteriores de los estudiantes; Tutorizar las acciones de los estudiantes, orientando su actividad, prestando ayuda cuando lo necesitan y suministrando refuerzos.

10.- *Fomento de la iniciativa y el autoaprendizaje*: Las actividades de los programas educativos deben potenciar el desarrollo de la iniciativa y el aprendizaje autónomo de los usuarios, proporcionando herramientas cognitivas para que los estudiantes hagan el máximo uso de su potencial de aprendizaje, puedan decidir las tareas a realizar, la forma de llevarlas a cabo, el nivel de profundidad de los temas y puedan autocontrolar su trabajo. Facilitarán el aprendizaje a partir de los errores, mediante la tutorización, proporcionando oportunas ayudas y refuerzos. Y estimularán el desarrollo de habilidades metacognitivas y estrategias de aprendizaje.

11.- *Enfoque pedagógico actual*. Las documentaciones de los programas deben estar en consonancia con las tendencias pedagógicas actuales, para que su uso en las aulas y demás entornos educativos sea adecuado.

12.- *La documentación*: Aunque los programas sean fáciles de usar y autoexplicativos, conviene que tengan una información que detalle sus características, forma de uso y posibilidades didácticas; P.e.- Ficha resumen, con las características básicas del programa; Manual del usuario; con la presentación del programa, datos sobre su instalación, objetivos, contenidos, destinatarios, modelo de aprendizaje, opciones, funcionalidades...Y sugiriendo posibles actividades complementarias; Guía didáctica, con sugerencias didácticas, ejemplos de utilización que proponen estrategias de uso e indicaciones para su inserción curricular. Puede incluir fichas de actividades complementarias, test de evaluación, bibliografía relativa al contenido...



13.- *Esfuerzo cognitivo*: Las actividades de los programas, contextualizadas a partir de los conocimientos previos e intereses de los alumnos, deben facilitar aprendizajes significativos y transferibles a otras situaciones mediante una continua actividad mental en consonancia con la naturaleza de los aprendizajes que se pretenden.

A esto se ha de unir la multitud de estudios que a lo largo del tiempo se han realizado sobre la importancia de la actividad lúdica en el desarrollo de un niño. En las primeras etapas de la vida escolar, el niño necesita que el juego esté, de una u otra forma, incluido en sus actividades de clase. Los educadores son conscientes de este hecho y a menudo incorporan actividades lúdicas en el proceso de enseñanza- aprendizaje. Como reflejo

de esta situación y debido al aumento del uso del ordenador como instrumento educativo, el software que se está diseñando en los últimos años intenta aportar una serie de actividades de aprendizaje, utilizando en la gran mayoría de los casos, actividades con carácter lúdico y sobre todo muy atractivas para las personas a las que va dirigido.

Los programas intentan combinar elementos formativos y a la vez entretenidos, convirtiéndose en elementos muy útiles en el entorno educativo gracias a la motivación que despiertan en el alumnado.

Se suele considerar que un programa es adecuado cuando une a la potencia necesaria para desarrollar una cierta actividad y la mayor sencillez de uso. Un buen equilibrio entre estas variables suele definir la calidad del producto informático (Navarro, 1981).



Al hablar de software educativo, no sólo se han de tener en cuenta estas características, sino que a la vez es necesario exigir cierta dosis de aspectos atractivos, sin los cuales el instrumento educativo podría llegar a convertirse en algo aburrido para el niño y tener mayores dificultades para cumplir el objetivo para el que fue creado.

Se ha hablado de la motivación como un requisito «sine qua non» del aprendizaje (Navarro, 1981). Ciertamente, que ésta puede estar basada en distintas perspectivas según las personas y su edad. Sin embargo, cuando se trata de niños y más aún, cuando son niños con Síndrome de Down, el impulso motivador se consigue a menudo mediante la presentación lúdica de las diversas actividades escolares.

Esta es una de las razones por las que el software educativo pretende presentar, en mayor o menor medida, un aspecto exterior llamativo que frecuentemente incluye imágenes, sonido, colores y movimiento, todo ello unido al contenido educativo.

Este aspecto lúdico, no se da en el mismo grado en todo el software educativo. En algunos aparece tan evidente y sofisticado que puede llegar incluso a anular el contenido educativo y convertirse en un mero pasatiempo. En otros, se muestra de una forma atenuada y divertida de manera que el niño aprende con la sensación de estar jugando y su objetivo se ve cumplido. (Bright y Harvey, 1984).

En otros programas, prima el contenido educativo sobre el lúdico aunque, según los casos, se intenten introducir elementos llamativos con el fin de que su empleo se convierta en una actividad más placentera.

De todo esto se deduce que es importante la elección del material, pero no se ha de olvidar que aún más importante es poder controlar la calidad del software educativo que se ofrece, tomándose este análisis de calidad como un primer examen por el que ha de pasar dicho material. Ya Ferrández y Sarramona en 1984, escriben sobre la importancia del control de calidad del material educativo. En el caso que ellos analizaban se trataba de textos escolares. Analizan la gran proliferación de editoriales que publican textos educativos, de modo que se le plantea al profesor *“la dificultad de escoger entre la variada gama de textos escolares con que cuenta en el mercado editorial como reflejo del crecimiento desorbitado de la información impresa”*. Estos autores añaden: *“toda elección de los textos escolares ha de ser consciente y por motivos estrictamente didácticos”*. (p. 324)

Sin embargo, en ocasiones la elección de los medios no se realiza siguiendo los principios didácticos que harán el material más adecuado para los alumnos, sino que nos dejamos llevar por diferentes aspectos no tan relevantes como pueden ser aspectos puramente estéticos.

Para la investigación propuesta hemos de concretar aún más los requerimientos que ha de tener un programa educativo multimedia accesible al colectivo que nos ocupa. Dadas las características diferenciadoras de la población de personas con Síndrome de Down, consideramos que los programas educativos multimedia que se empleen para su enseñanza deben poseer unos requisitos esenciales que faciliten el aprendizaje de los contenidos propuestos en estos materiales o aún más básico, que posibiliten el uso por parte de personas con Síndrome de Down de este material evaluado.



Así, las dificultades de visión y audición de estas personas, las dificultades en su psicomotricidad fina, junto con las limitaciones en lenguaje expresivo y comprensivo y aquellas derivadas de sus déficits en memoria auditiva frente a la visual, consideramos que han de tenerse en cuenta como pautas determinantes a la hora de la elección del material multimedia empleado. Enumeramos a continuación algunas de estas características, Ortega (2001):

Posibilidad de programación por parte del profesor: Dada la necesidad de una enseñanza individualizada, se considera de gran importancia que el profesor pueda manipular el programa de forma que pueda cambiar el orden de los ejercicios, su dificultad, añadir información, suprimirla o modificarla.

Información al profesor: El profesor o la familia en el caso de utilizarse dentro del ámbito del trabajo en casa, deben tener la suficiente información para poder extraer el máximo partido al material educativo multimedia.

Ayudas y repeticiones al alumno: Cuando nos referimos a personas con Síndrome de Down, hablamos de un colectivo que en muchas ocasiones necesitan información adicional para realizar un ejercicio, la repetición del enunciado o una simple aclaración de determinados aspectos, de ahí la importancia de que el material posea opciones de ayuda o tutorial para dar información adicional, ejemplos, o simplemente información sobre el desarrollo de la actividad por parte del alumno.

Almacenamiento de la información: A la hora de realizar un seguimiento del alumno, es necesario disponer de un banco de datos en el que se recojan las diferentes ejecuciones del alumno en sesiones anteriores. Esto justifica la necesidad de que el programa sea capaz de almacenar datos de ejercicios o sesiones concretas, como una opción para poder realizar un estudio de su aprendizaje.

Esquema de actividades: El mantener un esquema de actividades fijo, facilita al alumno la ubicación dentro del programa, contextualiza su ejecución y le ayuda a no distraer su atención con elementos nuevos que puedan suponer otro elemento a controlar. Si el alumno conoce todo el repertorio de estímulos atrayentes que le propone la tarea, centrará más la atención en la resolución del problema que se le plantea.

Número de intentos: Las características de las personas con Síndrome de Down hacen que los programas deban



darles oportunidades o un número de intentos adecuado a la hora de resolver los problemas. La excesiva exigencia, el dar el ejercicio por mal en el primer intento puede hacer caer al alumno en un sentimiento de “no saber” que tiende a provocar cierta aversión al trabajo. Es necesario darle la oportunidad de equivocarse, hacerle saber que ha cometido un error, pero que esta equivocación no supone ningún problema que no pueda solucionar ya que puede volver a intentarlo. Esto facilitará la confianza del alumno y fomentará el tratar de hacerlo bien.

Fácil uso para el alumno: Todo aquello que rodea a los ordenadores, suele tener un halo de complejidad, que puede ser difuminado en el momento en que tomamos un contacto real y constante con este instrumento. Para una persona con Síndrome de Down el ordenador puede ser una herramienta excesivamente compleja o por el contrario, puede ser un útil lúdico. La experiencia con niños con Síndrome de Down, muestra que el trabajo con el ordenador puede llegar a ser para ellos un juego con el que aprender, pero esto ha de ser apoyado por el material que se les presenta. Si este material requiere un excesivo trabajo de dominio (hipervínculos excesivamente pequeños, complejidad en imágenes o en el movimiento de ejercicio a ejercicio...) aparte del trabajo que supone la resolución del problema planteado, el alumno con Síndrome de Down verá el uso del ordenador como una prueba dura de superar, más que como una ayuda en su trabajo.

Carácter lúdico: Este aspecto es de suma importancia para aprovechar todas las potencialidades que nos presenta el ordenador y el material multimedia. El trabajo

ha de presentarse de forma atrayente para el alumno, ha de captar su atención con elementos motivantes para él, que fomenten su interés por la tarea, que favorezcan ver el trabajo que ha de realizar como una actividad que le brinda la oportunidad de aprender jugando.

Velocidad de presentación de estímulos: Las personas con este síndrome son menos rápidas en el procesamiento de información y requieren más tiempo para contestar. De ahí la importancia de que el material multimedia tenga una velocidad de presentación de estímulos adecuada o al menos modificable, y que a su vez no posea un tiempo límite de respuesta. De poseerlo, que el profesorado pueda modificarlo para hacerlo adecuado a las necesidades de estos alumnos.

Uso diferentes códigos: Así mismo, se destacaron las dificultades que poseen para recibir informaciones por dos códigos visual y auditivo, y señalamos la necesidad de potenciar uno frente a otro dadas sus menores complicaciones a la hora de dar significado a la información presentada por el canal visual. En el material multimedia debe primar una complementariedad de ambos lenguajes para así poder dar un mayor abanico de posibilidades para la comprensión del mensaje.

Adecuación de imágenes: Todo el material presentado por el canal visual (tanto imágenes como texto escrito) debe presentar un determinado formato que facilite, a los alumnos con Síndrome de Down, la lectura y comprensión del mismo. En capítulos anteriores se han tratado las dificultades visuales que poseen estos alumnos, por lo que no podemos olvidar que las imágenes han de ser claras y con

contornos nítidos, usando con mayor frecuencia colores vivos. El texto escrito deberá tener unas características muy específicas para ser legible por las personas con este síndrome. Un ejemplo de este último punto, es que la letra debe tener un tamaño y un color que la haga resaltar especialmente del fondo en el que se encuentre ubicada.

Adecuación del sonido y vocabulario: Así mismo, el sonido y todo aquel material que se presente de forma audible debe presentarse siguiendo una normas que faciliten su procesamiento. El material audible, es de suma importancia, ya que se han de seguir trabajando estos canales como complemento y para realizar la reeducación de los mismos. Al hacer referencia a órdenes orales, la voz ha de ser perfectamente perceptible, el vocabulario claro y las órdenes deben cumplir los mismos requisitos que las escritas.

Adecuación de las órdenes: Como se ha señalado con anterioridad, las órdenes tanto habladas como escritas, deben poseer unas características fijas para facilitar la comprensión por parte del alumno con Síndrome de Down. Es importante que el vocabulario sea conocido por el niño, que la orden sea clara y directa y que contenga toda la información de lo que debe hacer.

Reforzadores: Ante situaciones nuevas de trabajo, el alumno con Síndrome de Down presenta gran desconfianza en sí mismo, con el consecuente recelo a realizar esa nueva tarea. Los reforzadores ayudan al alumno a confiar más en su trabajo y a la vez fomentan el gusto por realizar la tarea que se le presenta. Estos reforzadores habrán de ser distribuidos de forma coherente, por lo que sería adecuado, que el profesorado pudiera manipular la frecuencia de estos y

qué acciones ha de realizar el alumno para obtenerlos. El conocimiento que el profesor posee de su alumno, puede ser decisivo a la hora de administrar de forma adecuada y atractiva los reforzadores.

Distractores: Las dificultades de atención que muestran estos alumnos son, en gran medida, uno de los hándicaps para el proceso de aprendizaje. Al ser el ordenador un instrumento sumamente atractivo, puede entrarse en una dinámica en la que los elementos que se introducen para captar su atención dificulten la percepción de los elementos realmente importantes y decisivos para la realización del ejercicio propuesto. Esto ha de ser escrupulosamente observado para evitar introducir elementos que dificulten la concentración en la tarea a realizar.

Estos criterios esenciales en la evaluación del material multimedia se recogen en la Escala de Evaluación de Material Multimedia para Personas con Síndrome de Down





(Ortega, 2001), que consta 97 ítems que se reparten en ocho subescalas y cuyas respuestas se miden en una escala tipo Likert que va de 1 (No adaptado) a 5 (Totalmente Adaptado). Las ocho subescalas que se recogen son:

a) Identificación del programa: Esta subescala, consta de cinco ítems que sirven de recogida de información para la posterior identificación del programa evaluado.

b) Adaptabilidad al Currículo Oficial: Se recogen siete ítems que tratan de evaluar las posibilidades de acercamiento del programa a los contenidos específicos recogidos en el Currículo oficial.

c) Diseño del Programa: Ejercicios: Esta subescala está compuesta por 38 ítems en los cuales se realiza un análisis de las características de la presentación de los ejercicios propuestos por el programa, y comprobando su adecuación a las características de las personas con Síndrome de Down.



d) Diseño del Programa: Imágenes y enunciados escritos: Se recogen 13 ítems, en los que se hace especial hincapié en el diseño de todas las imágenes y enunciados escritos, para analizar si favorecen la comprensión de mensajes y elementos importantes en la población a la que nos referimos.

e) Diseño del Programa: Sonidos y enunciados audibles: A partir de 15 ítems se recoge información sobre los sonidos y órdenes orales propuestos por el programa. Se trata de comprobar si las órdenes son claras y de fácil comprensión y si los sonidos que presenta el programa favorecen su uso.

f) Diseño del Programa: Vínculos. Si partimos de las dificultades en psicomotricidad fina que presentan las personas con Síndrome de Down, cualquier programa adecuado a estas personas debe poseer superficies de vínculo o enlaces que no requieran una gran precisión para su ejecución. Esta subescala consta de 5 ítems para su evaluación.

g) Aspectos de Atención: Reforzadores. Seis ítems forman parte de esta subescala que analiza las posibilidades de modificación y la adecuación de los reforzamientos que se aplican ante las respuestas de los usuarios.

h) Aspectos de Atención: Distractores. Esta última subescala consta de ocho ítems, que centran su atención en los posibles distractores existentes en el programa que pueden dificultar la realización de determinadas actividades.

La escala de Evaluación de Material Multimedia para Personas con Síndrome de Down, puede analizarse en el Anexo I.

6. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL USO DEL ORDENADOR EN EDUCACIÓN

Como se ha analizado con anterioridad, los ordenadores están tomando parte muy importante en la vida de los niños. Hoy en día no es difícil observar cómo niños de 2 y 3 años se sientan con adultos delante del ordenador e imitan sus movimientos. Incluso los centros educativos están avanzando en la oferta de este tipo de herramientas a la mayoría de sus alumnos. Sin embargo, que estos centros dispongan de ordenadores no significa que los niños puedan utilizarlos, y nos encontramos que en muchas ocasiones los niños no acceden a esta tecnología, o no lo hacen como instrumento de formación sino para el aprendizaje de su manejo como herramienta de trabajo.

Santos Urbina (2002), realiza un análisis de las investigaciones más relevantes llevadas a cabo sobre el uso de ordenador. En este análisis se centra en diferentes estudios implementados en distintas áreas como son el lenguaje escrito, las aplicaciones en el ámbito de Educación Especial, estudios centrados en las aptitudes por parte del profesorado, las relaciones entre género y uso del ordenador, los equipamientos y estudios sobre los periféricos óptimos para el uso de ordenadores por parte de los niños. Centrándonos en su análisis vamos a destacar aquellos trabajos que, consideramos, pueden aportar información relevante a la investigación que nos ocupa.

Así, dentro de las investigaciones llevadas a cabo sobre la aplicación del ordenador en el aprendizaje del lenguaje escrito, cabe destacar la aportación de autores

como Davidson, Elcock y Noyes (1996). En esta investigación evaluaron la efectividad del uso de un sistema informático sobre la mejora de la capacidad lectora de niños de dos años y medio y tres años y medio. Con un total de sesenta sujetos realizaron tres pruebas de vocabulario presentado de manera visual antes y después del período del estudio, de un mes de duración. A lo largo de este tiempo, la mitad de la muestra fue preparada mediante el uso del sistema informático (grupo experimental). Los resultados del estudio mostraron diferencias significativas entre los logros alcanzados en las distintas pruebas por ambos grupos, siendo el grupo experimental, quien presentó las puntuaciones más altas. Así mismo, se comprobó una relación estadísticamente significativa entre los logros del grupo experimental y el tiempo de uso del ordenador. Los autores concluyeron que el uso del ordenador puede tener efectos positivos sobre la habilidad lectora de los niños.

En 1997, Shilling realizó un estudio con 22 niños, en el que se estudiaba el uso del ordenador en la enseñanza del lenguaje escrito. El análisis de la información recogida mostró que el uso del ordenador incrementó el conocimiento de los niños sobre la escritura, permitió desarrollar su capacidad cognitiva y a la vez su capacidad de deletreo. Estos resultados, según los autores, sugieren que en el aula dotada con ordenadores, los niños no sólo exploran el lenguaje escrito, sino que lo utilizan de manera adecuada en diferentes contextos de aprendizaje.

El mismo año, Talley, Lancy y Lee (1997), analizaron los efectos de los libro-cuentos en formato CD-ROM sobre la alfabetización emergente. Los resultados indicaron



que este tipo de materiales parece tener un efecto muy positivo sobre las habilidades de lectura en aquellos niños que no cuentan con unas buenas destrezas previas para este aprendizaje.

También en el ámbito de la escritura, Moxley y otros (1997), analizaron el uso del ordenador para la realización de actividades prácticas de la lengua. El conjunto de los niños, mostró un incremento importante en el deletreo y la escritura de historias, en comparación con otros niños que no habían utilizado el recurso informático en su aprendizaje.

En todas estas investigaciones se observa una repercusión positiva del uso del ordenador para el aprendizaje del ámbito del lenguaje. Por otro lado, en el ámbito de la Educación Especial, han sido también muchos los investigadores que han analizado el uso del material informático en el aprendizaje de determinadas áreas. Así, por ejemplo, Chen y Bernard-Opitz (1993) comparan la enseñanza personal con la enseñanza a través del ordenador de cuatro niños autistas con edades comprendidas entre los cuatro y los siete años. A partir del estudio de casos, se analiza el aprendizaje, la motivación y la conducta, mediante la combinación de enseñanza asistida por ordenador y enseñanza personal. Por lo que respecta a la motivación, los resultados mostraron mayor entusiasmo en el caso de la enseñanza asistida por ordenador, al igual que la conducta, que también se constató que en términos generales, era mejor en el caso de este tipo de enseñanza. Se confirmó la hipótesis de que el ordenador tiene una influencia positiva sobre la conducta de este tipo de niños. En el





aprendizaje, sólo en uno de los casos apareció una tendencia positiva a favor de la enseñanza a través del ordenador a lo largo de las sesiones. Estos autores concluyen que la cuestión no está en si la enseñanza asistida por ordenador es mejor, sino en su utilidad para el uso con personas autistas.

Por su lado Heimann, Nelson, Tjus y Gillberg (1995) utilizaron un programa de ordenador para enseñar a leer y algunas habilidades de comunicación, a tres grupos de niños, un grupo de niños con autismo, otro en que los niños presentaban diversas discapacidades y por último, niños preescolares sin ningún tipo de necesidad especial. Todos ellos hicieron sesiones complementarias de lectura y escritura con el ordenador, realizándose evaluaciones al inicio, durante y al final del proceso. Los autores concluyen que la intervención del programa multimedia motivador podría estimular la lectura y comunicación en los niños con diversos trastornos del desarrollo, pero que tales intervenciones deben estar basadas en las características individuales de los niños y en la planificación y ejecución sistematizada por parte de profesionales y padres.

Por último Boone, Higgins y Notari (1996) llevaron a cabo un estudio durante tres años para investigar dos áreas básicas en la práctica de la educación especial: por una parte, la integración de alumnos con necesidades educativas especiales en el aula de educación infantil ordinaria y, por otra, el impacto de la tecnología sobre su aprendizaje. La investigación se centró en el desarrollo y la experimentación de software multimedia, diseñado para ayudar a



niños con necesidades educativas especiales en la adquisición de destrezas de prelectura adecuadas. Los resultados muestran que el material multimedia presenta un gran potencial para la educación infantil, proporcionando un apoyo significativo al maestro en la enseñanza de la lengua.

Haciendo referencia al impacto que sobre los sujetos puede tener el uso de ordenadores. Wrigth y otros (1992) estudiaron el impacto del uso de imágenes digitalizadas en los programas para la educación infantil. Treinta niños, de entre 3 y 6 años, fueron distribuidos en un grupo control (utilizando un programa sin animaciones ni secuencias digitalizadas) y otro experimental (utilizando un programa con dibujos animados y secuencias de imágenes). Los resultados mostraron que la oportunidad de interactuar con un nuevo micromundo es una experiencia estimulante para los niños, especialmente con la presencia de secuencias de vídeo y criaturas animadas. En el grupo experimental se dio un incremento de respuestas, aumentó la focalización cognitiva de los niños sobre las características de los personajes y aumentó el porcentaje de historias sobre la experiencia y el número de referencias a objetos y personajes en sus historias.

Snider (1996) estudia el desarrollo de la creatividad en niños y niñas de educación infantil mediante el uso de software educativo. Realizaron tres grupos en los que se trabajaba educación cooperativa con programas abiertos (Grupo 1); educación cooperativa con programas estructurados (Grupo 2) y grupo control sin material multimedia (Grupo 3). Los resultados revelaron que el Grupo 1 realizó mejorías significativas en creatividad figurativa

por encima de los otros grupos. Así mismo, también el grupo 2 realizó mejorías estadísticamente significativas comparándolo con el grupo control.

Por otro lado, Shute y Miksad (1997) estudiaron las implicaciones del uso del ordenador para el desarrollo cognitivo. Los resultados revelaron que el desarrollo cognitivo general y las destrezas cognitivas específicas de los niños incrementan, pero que no se puede olvidar que estos programas específicos han de estar estructurados y adecuados a sus posibles usuarios, para facilitar un mejor aprendizaje.

Al analizar el beneficio para el aprendizaje que supone el uso del ordenador como fuente de enseñanza en matemáticas, se pueden analizar diferentes investigaciones que se encaminan a estos logros. Estudios comparados, como el propuesto por Char (1989), muestran como los niños aprenden determinados contenidos matemáticos de forma más rápida y significativa cuando utilizan el ordenador como herramienta, más incluso que a través de la manipulación directa de materiales. Así, este autor comparó el trabajo realizado en el dibujo de determinados objetos en dos grupos de niños. Uno de ellos realizó los dibujos con judías y palitos reales y el otro grupo lo realizó con los mismos elementos pero simulados a partir del ordenador. Se observó que el trabajo con ordenador ofrecía a los niños igual o mayor control y a la vez flexibilidad en la actividad.

Olson (1988) empleó tareas manipulativas y de ordenador en niños y observó como los niños que trabajaban con ordenador demostraban una mayor sofisticación en tareas de clasificación y pensamiento lógico.

En la actualidad la investigación ha mostrado indicios claros de que los ordenadores pueden ayudar a los niños en el aprendizaje de las matemáticas (Clements, 2002). Autores como Kromhout y Butzin (1993) realizaron un estudio en el que comparaban la ejecución con y sin ordenador en tres grandes áreas académicas: lectura, matemáticas y exámenes generales. Mostraron un incremento estadísticamente significativo, a lo largo de los cursos, para los niños que habían utilizado el ordenador en su aprendizaje.

Por su parte, Clements y Nastasi (1993) mostraron como los niños que utilizaban la enseñanza asistida con ordenador para practicar aritmética, fomentaban un mayor pensamiento conceptual. Del mismo modo, utilizando software multimedia de prácticas y simulación, los niños más pequeños desarrollaban competencias en las conductas de conteo y clasificación.

Los mayores logros conseguidos en la enseñanza asistida por ordenador en matemáticas se observan en niños de Educación Infantil y Educación Especial. Brinkley y Watson (1987), expusieron que niños de tres años aprendían a clasificar más fácil y rápidamente a partir de las simulaciones en el ordenador que con los objetos reales. Así mismo, McCollister y otros (1986) demostraron como en niños de preescolar, el grupo de niños que trabajaba con ordenador puntuaba más en una tarea de reconocimiento de números que aquellos que sólo habían tenido la enseñanza de la profesora.

Clements (2002) argumenta que la enseñanza por parte del profesorado es más efectiva para los niños

en el inicio del aprendizaje, pero que, también es cierto, que cuando hablamos de niños más capaces que ya poseen un contenido previo, la enseñanza con el ordenador facilita y optimiza su aprendizaje. Los niños aprovecharían mucho mejor el trabajo con el ordenador una vez que conocen y comprenden ciertos conceptos y a partir de aquí, el ordenador facilitaría mayores beneficios reales. Para estos autores, algunas de las características que ofrecen los ordenadores son: la combinación de efectos visuales, gráficos animados y sonidos, la capacidad para ofrecer feedback y de registrar datos, la oportunidad de explorar la situación y la individualización.

Fundamentándose en los estudios anteriores Clements y Sarama (2002) diseñaron un software multimedia, *Building Bloks*, para desarrollar en niños pequeños determinados contenidos matemáticos. En este material se trabaja desde el conteo, sin perder de vista los principios fundamentales del mismo que se enunciarán en el próximo capítulo, a la suma, pasando por puzzles e historias que fomentan el aprendizaje de contenidos matemáticos en niños pequeños y niños con necesidades educativas especiales. Hasta el momento, sin embargo, no se dispone de resultados sobre su implementación.

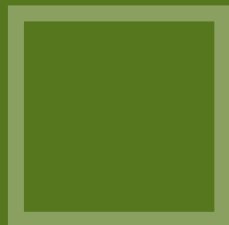
Por otro lado Elliot y Hall (1997) presentan una investigación, sobre el impacto de la enseñanza de estrategias de autorregulación en el aprendizaje de las matemáticas a través de un entorno mediado con el ordenador en niños preescolares de “alto riesgo”. Se hizo una valoración inicial de las competencias matemáticas de 54 niños de cuatro años asignándolos, posteriormente, a



tres grupos: Grupo de instrucción autorreguladora usando actividades basadas en el ordenador (A); Grupo de instrucción de prácticas de calidad, con las mismas actividades a través del ordenador, pero en el cual los profesores seleccionaban los métodos de enseñanza que ellos consideraban más adecuados a los niños de alto riesgo (B) y un grupo control, que participaba en una variedad de actividades matemáticas sin ordenador y una variedad de actividades no matemáticas con ordenador (C). Los resultados mostraron puntuaciones post-test significativamente más altas en las medidas de competencia matemática en los grupos A y B, frente al grupo control. Estos autores afirman que introducir un entrenamiento de estrategias metacognitivas en un contexto

que sea motivador para los niños pequeños tiene el potencial de ser especialmente exitoso en la mejora de la competencia matemática. Apoyando el uso del ordenador para alumnos con necesidades educativas especiales.

En nuestro país cabe destacar, entre otras investigaciones, la llevada a cabo por Alcalde Cuevas (1998), en la cual se analizan los resultados obtenidos en el aprendizaje de conceptos básicos lógico-matemáticos con alumnos con déficit severo en el desarrollo madurativo, mediante el programa de enseñanza asistida por ordenador interactivo multimedia “Jugar con...”, en el cual se observaron las posibilidades del ordenador como potenciador y facilitador de la construcción del conocimiento por su carácter lúdico y motivador.



CAPÍTULO III



APRENDIZAJE DE LOS PRIMEROS CONCEPTOS MATEMÁTICOS

El analizar problemas en matemáticas implica gran complejidad, debido a la cantidad de formas que son capaces de tomar. Muchos conceptos matemáticos son tan sofisticados, complejos y abstractos que requieren un periodo de aprendizaje muy amplio, lo que significa que se escapan de la experiencia de la mayoría de las personas.

A pesar de esto, somos conscientes de que necesitamos un determinado conocimiento matemático en nuestra vida diaria. Necesitamos calcular las distancias, conocer el dinero que nos tiene que devolver el cajero del supermercado, recordar números de teléfono, etc. Necesitamos el conocimiento matemático en la mayor parte de las acciones que realizamos diariamente.

Al analizar el pensamiento lógico-matemático, se observa que no solo varían las formas que puede tomar. También variará la forma en que las diferentes personas lo adquieren. Hay tipos de conceptos matemáticos que requieren una enseñanza formal, como por ejemplo la trigonometría. Sin embargo, se considera que parte de la lógica subyacente a determinados conceptos se aprende

a partir de la propia experiencia o a través de la observación de otras personas. Incluso se baraja la hipótesis de que las personas poseemos, antes de saber contar, una primitiva comprensión de ciertas ideas básicas de matemáticas (Gelman y Gallistel, 1978, Gelman y Meck, 1983; Greeno, Riley y Gelman, 1984). Sea como fuere, parece obvio que el conocimiento lógico matemático implica una mezcla de conocimiento formal e informal. Esto es algo que no sólo pasa en el terreno de las matemáticas. Por ejemplo, en otros dominios como la gramática sucede algo parecido: Somos capaces de hablar gramaticalmente bien, y no conocer el tipo de reglas que subyacen a nuestra expresión.

Dentro del ámbito de la educación, una de las áreas que más problemas presenta, tanto desde la perspectiva de la enseñanza como del aprendizaje es, precisamente, el campo de las matemáticas, entre otras cosas, por su nivel de complejidad y abstracción. Desde la educación, cada vez son más numerosas las investigaciones dedicadas al estudio de los problemas planteados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, el



análisis de los procesos de aprendizaje en Matemáticas, ha llegado a ser un área de gran impulso para la Psicopedagogía (Serrano y Denia, 1994).

Si pretendemos comprender el desarrollo de las matemáticas, es fundamental basar su aprendizaje en un sólido cuerpo de conocimientos previos. No se puede conseguir una adecuada mecanización de procedimientos sin un afianzamiento de todos los conceptos básicos implicados en ella. Además, el sistema educativo actual enfatiza la necesidad de diseñar actividades de enseñanza y aprendizaje que permitan el establecimiento de relaciones entre conocimientos, experiencias e ideas previas de los alumnos y los nuevos aprendizajes. De esta manera se fomenta un aprendizaje significativo. Junto con esto, especifica la necesidad de proporcionar oportunidades al alumno para poner en práctica los conocimientos adquiridos comprobando su utilidad e interés, consolidando todos los aprendizajes y desligándolos del contexto en el que se produjeron. Así se consigue la funcionalidad y la generalización de los aprendizajes. Cuando todo esto se produce, se fortalece en los alumnos la posibilidad de **aprender a aprender**, haciendo del alumnado sujetos activos en la búsqueda de nuevos contenidos.

En matemáticas se multiplica por mil la necesidad de que se den todos estos requisitos en el aprendizaje de los alumnos, dado el nivel de abstracción que adquieren sus contenidos. A continuación se analizan algunos de los conceptos básicos que van a ser la base de futuros aprendizajes más complejos en matemáticas.



■ I. PRIMEROS CONCEPTOS MATEMÁTICOS: EL NÚMERO, EL CONTEO Y LA CANTIDAD. PRINCIPIOS QUE LOS SUSTENTA

Los niños aprenden desde muy pronto en la vida conceptos relacionados con el número, a pesar de que este conocimiento puede resultar en gran medida abstracto y muy sofisticado.

Son muchas las operaciones que un niño ha de hacer antes de saber contar. Por ejemplo, para reconocer y distinguir números, los niños han de ser capaces de trascender la información perceptual. (Bermejo y Lago, 1991). Deben entender que dos conjuntos de objetos pueden tener el mismo número a pesar de parecer completamente diferentes (Fig. 1) y que un mismo conjunto de objetos mantiene su número a pesar de posibles cambios en su apariencia. (Fig. 2)



Fig. 1 Igualdad de cantidad ante características perceptuales diferentes.

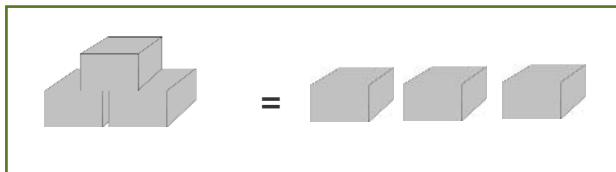


Fig. 2 Igualdad de cantidad ante percepciones en organizaciones espaciales diferentes.

Diferentes autores, entre ellos Piaget (1952), proponen que los niños adquieren cierto conocimiento numérico de forma espontánea, ya que en el lenguaje que aprenden todos los días, les bombardean con el nombre de los números antes de conocer su sentido, su valor, etc. Más que contar, el niño “canta” ordenadamente. Actúa por un proceso de estimulación: el número 4 le sirve de estímulo evocador del 5 y así sucesivamente (Luceño, 1986).

Si se pretende hacer un seguimiento del acercamiento de los niños a los números, se observa que una de las primeras fases por las que pasa el niño aparece con la sucesión mecánica y repetitiva de términos o palabras numéricas que designan los números. Incluso antes de contar objetos, el niño comienza a realizar una sucesión convencional ordenada: uno, dos, tres, cuatro, etc. Posteriormente van incorporando más tramos de dicha secuencia. En un principio, tramos convencionales a los que van añadiendo tramos no convencionales pero usados de forma estable por el niño: uno, dos, tres, cuatro, cinco, ocho, nueve, once,...

La siguiente fase de esta experiencia numérica en los niños es el contar objetos. En ocasiones resulta difícil distinguirla de la simple secuencia numérica, y se denomina a ambas con el término genérico “contar”. Sin embargo, en este caso se trata de ir asignado cada uno de los términos de la secuencia numérica a un objeto diferente de un conjunto bien definido. Cada objeto se empareja con un, y sólo un, término de la sucesión. Esta destreza básica se lleva a cabo, frecuentemente, mediante la acción de señalar (Castro, Rico y Castro, 1992).



Sin embargo, este empleo que realiza el niño de los números, no implica un conocimiento o una comprensión de ellos. Diferentes estudios, realizados por autores como Piaget (1952) y más recientemente Frye, Braisby, Lowe, Maroudas y Nicholls (1989) o Wynn, (1990 y 1992), muestran que los niños aprenden la secuencia de los números, incluso aprenden a aplicarla a objetos o a acciones, pero que a pesar de su utilización no poseen una comprensión del significado de dicha secuencia ni de la acción de contar. Esto se observaba claramente en los estudios en los cuales se pide a los niños que entreguen un determinado número de objetos. Ante la petición por parte del experimentador de un número “X” de objetos pertenecientes a un conjunto mayor presentado, los niños comenzaban a contar y a menudo se equivocaban, por lo que terminaban agarrando un puñado de objetos y entregándoselo al investigador (Bryant y Nuñez, 2002). Cuando a los niños sólo se les pedía el conteo de un grupo de objetos, los contaban perfectamente, e incluso cuando se les preguntaba por la cantidad de objetos que había, respondían con el último número de la serie contada (Cardinalidad), sin embargo cuando tenían que utilizar el conteo con el objetivo de entregar una cantidad, no eran capaces de realizarlo. De esto se deduce, que conocen la serie numérica y su aplicación de forma rutinaria y memorística, pero que no comprenden su significado y por lo tanto su uso se limita a la simple repetición de acciones observadas con anterioridad.

Si se analiza la secuencia evolutiva propuesta por determinados autores, por ejemplo Baroody (1988), se observa que en su mayor parte las técnicas para contar se

desarrollan jerárquicamente. Con la práctica, estas se van automatizando y su ejecución requiere menos atención y menos control. Sobre los dieciocho meses, los niños empiezan a contar oralmente de uno en uno (1,2,3,...). Con dos años la mayoría de los niños pueden contar, sin embargo omiten números de la secuencia convencional. Comienzan aprendiendo partes de la serie numérica que forma la primera decena, para unirlos más tarde.

En los primeros momentos, la repetición de la serie numérica, parece no ser más que una imitación memorística. Sin embargo, poco a poco comienza a aparecer un aprendizaje regido por reglas. (Baroody, 1988).

Gradualmente los niños aprenden que contar no es sólo agitar un dedo señalando un conjunto de cosas, mientras se pronuncia la serie numérica. Deben coordinar las dos técnicas de la cuenta memorística y el ir señalando de uno en uno cada uno de los objetos simultáneamente.

Cuando se hace referencia al valor cardinal de los conjuntos todo se complica. En los primeros momentos, los niños no son conscientes de que el contar da lugar a la posibilidad de saber cuántos objetos hay. Cuando cuentan, consideran que el adulto ha de satisfacerse con el hecho del conteo y, al ser preguntados por el número de objetos que hay, vuelven a iniciar la serie numérica. A los dos años y medio, algunos niños son capaces de comprender que la última cifra recitada, indica la etiqueta de cantidad del conjunto contado. Así, empiezan a ser capaces de realizar este atajo y no repetir toda la serie numérica, comienzan a responder con el último término aplicado al conjunto (Aunque su uso sea una respuesta social y aprendida rutinariamente).

Ciertamente, uno de los elementos esenciales de la numeración implica la capacidad de cuantificar conjuntos de objetos. Nye, Clibbens y Bird (1995) proponen tres formas distintas por las que los niños podrían llegar a esta cuantificación de objetos:

El conteo: Es el concepto más establecido y aquel que va a servir para el desarrollo de todo el presente trabajo de investigación. Viene definido por cinco principios establecidos por Gelman y Gallistel (1978)⁴: Correspondencia uno a uno, orden estable, cardinalidad, abstracción e irrelevancia en el orden. Implica la necesidad de poner en correspondencia los objetos de un conjunto (del que pretendemos conocer su numerosidad) y la serie convencional de los numerales, con la finalidad de llegar a conocer cuantos elementos tiene el conjunto.

La subitización: Hace referencia al proceso por el cual conjuntos muy pequeños de objetos, son cuantificados inmediatamente, sin necesidad de contar todos sus elementos. Steffe, von Glasersfeld, Richards y Cobb (1985) definen la existencia de patrones espaciales, haciendo referencia a patrones geométricos estables susceptibles de ser percibidos inmediatamente o a conjuntos que son rápidamente reconocidos como colecciones cuyos nombres son numerales. Estos patrones estables pueden ser representados memorísticamente por los niños y se produce un reconocimiento mecánico del numeral. Este numeral tendría una doble función: sirve de nombre al conjunto y permite indicar la cantidad de elementos que presenta el conjunto percibido. Por ejemplo, cuando se le presentan al niño tres objetos, estos autores afirman, que se

capta la organización espacial del conjunto y automáticamente asocian esta percepción con el numeral adecuado “Tres”, sin tener que contar los objetos presentados.⁵

Estimación: Este proceso es utilizado en la cuantificación de conjuntos con un elevado número de objetos, lo que provoca que los sujetos tiendan a aventurar un número aproximado de ítems, sin contar los que realmente forman parte del conjunto a cuantificar. No consiste solamente en indicar que un conjunto tiene más elementos que otro, es decir, determinar la relación de orden existente entre dos conjuntos, sino que constituye un auténtico operador de cuantificación. Parece probable que esta habilidad sea posterior al conteo y a la subitización, y por tanto se beneficie de los resultados de la práctica de estos otros dos procedimientos de cuantificación (Bermejo y Lago, 1991).

El acercamiento más exacto a la cuantificación de un grupo de objetos es el conteo. Este es el que permite la adquisición gradual del concepto de número (Deaño, 1994).

Existen dos aproximaciones diferentes que hacen referencia a la forma en que los niños aprenden el conteo. En un primer momento se analizará la teoría de los principios de conteo, que basándose en estudios como los de Gelman y Gallistel (1978), propone la existencia de cinco principios que rigen la conducta de conteo de los niños. Posteriormente se comentará una segunda aproximación denominada teoría de los contextos de uso del número (Fuson y Hall, 1983), que propone el aprendizaje del conteo, partiendo de las diferentes utilidades y contextos en los que los niños comienzan a usar los números.

⁴ Posteriormente nos centraremos en el desarrollo de estos cinco principios básicos del conteo, ya que son el eje vertebrador de toda nuestra investigación.



I. I. TEORÍA DE LOS PRINCIPIOS DE CONTEO

Según diferentes autores (Baroody, 1988; Castro, Rico y Castro, 1992; Caycho, Gunn y Siegal, 1991; Frye, Braisby, Lowe, Maroudas y Nicholls, 1989; Gelman y Gallistel, 1978; Gelman y Meck, 1983; Poter, 1999; Wynn, 1992;) el aprendizaje de los conceptos de número y cantidad se basan en una serie de principios cuya adquisición dará lugar al afianzamiento de dichos conceptos lógico-matemáticos. Estos cinco componentes se citan por primera vez en el libro de Gelman y Gallistel (1978). La existencia de estos cinco principios del conteo está afianzada por una amplia gama de investigaciones que se han centrado en su desarrollo (Gelman y Meck, 1983; Greeno, Riley y Gallistel, 1984; Wilkinson, 1984). A pesar de esto surge la controversia acerca de si existe un conocimiento rudimentario e innato de estos que guía la adquisición de las conductas de conteo (Gelman y Gallistel, 1978) o si dichos principios son progresivamente aprendidos, por la práctica repetida y los procesos de enseñanza.

Al analizar los principios del conteo se observa que los tres primeros forman un conjunto que ponen su atención en las habilidades necesarias para contar, haciendo referencia a “Cómo contar” y los dos últimos se centran mucho más en las características de “qué se cuenta”. A continuación se describen cada uno de ellos:



Principio de correspondencia uno a uno.

Como ya hemos señalado antes, al inicio de su experiencia de conteo los niños recitan números mientras señalan objetos. Poco a poco comienzan a entender la necesidad de etiquetar cada elemento de un conjunto una vez y sólo una. En las acciones de contar por parte del niño se van a producir disparidades, tanto al contar un mismo objeto dos veces seguidas, como al saltarse un objeto y no contarlos. El niño debe contar todos los objetos del conjunto una sola vez. Este principio subyace a cualquier intento genuino de enumerar conjuntos y guía los esfuerzos de construir estrategias de control de los elementos contados y por contar, como separar los unos de los otros. Cada objeto debe recibir un único término.

⁵ Otros estudios referentes a la subitización, hacen referencia a los estudios que plantean en el niño un conocimiento innato o unas estructuras cognitivas innatas para la adquisición del número. Estos conceptos de innatismo del conocimiento matemático se ponen en duda por autores como Peter Bryant y Teresinha Nuñez (2002), planteando que los resultados a estos estudios se obtienen por problemas metodológicos, más que por un innatismo en el conocimiento.

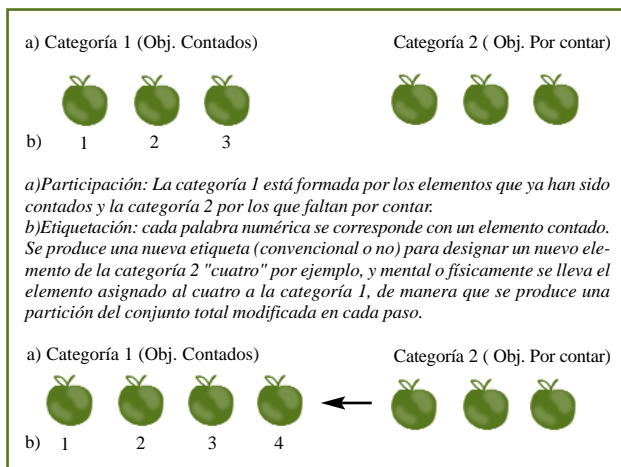


Fig. 2 Igualdad de cantidad ante percepciones en organizaciones espaciales diferentes.

El principio de correspondencia implica la coordinación de dos procesos (Deaño, 1994): el de partición y el de etiquetación.

La partición se refiere al mantenimiento, paso a paso de dos categorías de elementos: Los que ya han sido contados y los que aún quedan por contar. El trasvase de elementos de una categoría a otra puede realizarse bien físicamente (separando un elemento y llevándolo al otro grupo o señalando el elemento), bien mentalmente (por interiorización del acto de señalar).



La etiquetación hace referencia a la asignación inequívoca de la serie de palabras numéricas, de forma que se haga coincidir cada una de ellas con un objeto contado.

En la figura 3 podemos observar cómo se producen estos procesos.

Los resultados empíricos encontrados por Gelman y Gallistel (1978) respecto a este principio muestran que si bien los errores de etiquetación son escasos, los errores de partición son los más frecuentes. Sobre todo ante la presencia de conjuntos con un alto número de objetos. Estos errores se agrupan en cuatro categorías: Omisiones, que consisten en saltos que dejan objetos sin contar; Repeticiones, que hacen que uno de los objetos sea contado en varias ocasiones; Regreso, el niño vuelve a un ítem cuando ese ítem y los próximos ya habían sido contados; Finalización, se da por finalizado el conteo antes de haber tenido en cuenta todos los elementos del conjunto.

A pesar de esto, el análisis y categorización por menorizada de los errores que cometen los niños en su aprendizaje, permite pensar que estos fallos son fruto de la peculiaridad de las demandas de ejecución y no tanto de una falta de competencia conceptual por parte de los niños (Gelman y Meck, 1983; Gelman, Meck y Merkin, 1986). Según estos autores las demandas de ejecución pueden enmascarar el conocimiento implícito que los niños poseen del principio de correspondencia.⁶

Principio de orden estable.

Los niños pequeños presentan un uso limitado de los nombres de números. Algunos, para contar cinco objetos, utilizan la secuencia convencional: uno- dos- tres- cuatro- cinco- etc.; otros en cambio, utilizan una secuencia no convencional y para contar esos objetos tienen su propio sistema: uno-dos-seis-ocho-nueve. El principio de orden estable, estipula que para contar es indispensable el establecimiento de una secuencia invariante. Es decir, las palabras usadas al contar deben producirse con un orden establecido entre término y término. (1,2,3,4,5,6,7,8,...).

Esta secuencia varía de unas culturas a otras, e incluso de un idioma a otro. Sin embargo, en la actualidad la mayoría de los sistemas de conteo buscan la estructura decimal, aunque siendo este un convenio social efectivo, presenta dificultades en los primeros años de su aprendizaje. En la figura 4, podemos observar la ejemplificación del orden estable en una secuencia convencional y otra no convencional.

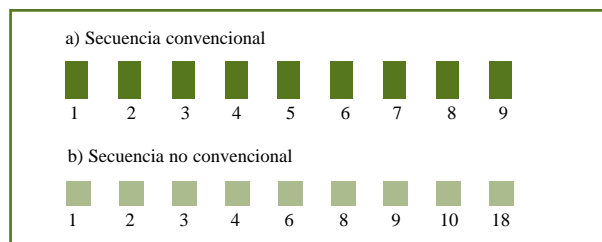


Fig 4 Ejemplificación del orden estable (adaptación de Deaño, 1994)

⁶ Posteriores investigaciones realizadas por Gelman (Gelman y Meck, 1983; Gelman, Meck y Merkin, 1986) trataron de analizar esto utilizando la metodología de juicios, (explicada en siguientes puntos) confirmando que la competencia de utilización y procedimiento enmascararían la verdadera competencia conceptual de los niños.

Como puede apreciarse, este principio implica la habilidad de usar etiquetas de conteo en un orden estable. El niño deberá desarrollar un aprendizaje rutinario de los primeros numerales.

A partir de los estudios desarrollados por Gelman y Gallistel (1978) parece que los niños de dos años muestran cierto conocimiento de este principio. La justificación a esta aseveración se basa en el uso que hacen los niños de sus propias listas de etiquetas, creando un orden estable individual. Aplican el principio de orden estable sin emplear la secuencia convencional de numerales, ya que este principio sólo establece que la secuencia debe ser repetible y estar integrada por etiquetas únicas. Poco después y a través de las tareas de juicios, Gelman y Meck (1983) mostraron la capacidad que presentan los niños a partir de los tres años para detectar errores cometidos cuando otra persona cuenta y falla en la ejecución de este principio (siempre utilizando como punto de partida la secuencia estandarizada de numerales).

Principio del valor cardinal.

Los niños aprenden fácilmente la técnica de contar denominada regla del valor cardinal o principio de cardinalidad, es decir, basarse en el último número contado en respuesta a una pregunta sobre una cantidad de objetos de un conjunto. El último término obtenido al contar todos los objetos indica además el cardinal de la colección, es

decir, el número total de elementos del conjunto. Cuando el niño es capaz de identificar esto no hay duda de que ha avanzado en su construcción del concepto de número y ha comenzado a adquirir el valor cardinal. En muchas ocasiones al principio cuando a los niños se les pregunta cuántos objetos hay, no comprenden la abstracción del valor cardinal y vuelven a comenzar su conteo. Sin embargo, autores como Frye, Braisby, Lowe, Maroudas y Nicholls, 1989; Gelman y Meck, 1983; Nye, Clibbens y Bird, 1995; Poter, 1999; y Wynn, 1990 y 1992; piensan que esta regla no garantiza una apreciación adecuada del valor cardinal en sí. Por lo cual adoptan como prueba de que el alumno, ha interiorizado perfectamente el valor cardinal, cuando ante la petición de un conjunto de “X” elementos, es capaz de ofrecerlo.⁷ Estas tareas se denominan “Dar X”.

El análisis de los orígenes de la respuesta de cardinalidad llevado a cabo por Fuson (1988) ofrece resultados que confirman y amplían las predicciones de los modelos desarrollados hasta ese momento (Bermejo y Lago, 1991).

Gelman y Gallistel (1978) proponían que la aplicación del principio de cardinalidad depende de la capacidad de ejecutar correctamente el conteo antes de responder a la pregunta de cardinalidad.

Por su parte, Fuson y Hall (1983) consideran la existencia de un primer nivel de adquisición relativo a una regla mecánica de cardinalidad y un segundo nivel en el que el cardinal hace referencia al conjunto de un todo. Este

⁷ Anteriormente ya se hizo referencia a este hecho, al explicar la falta de comprensión que tenían los niños del conteo o el número, cuando eran capaces de responder a la pregunta del valor cardinal de un conjunto que acababan de contar, pero sin embargo no eran capaces de ofrecer un conjunto con el número de objetos solicitado, por lo que cogían un puñado de objetos y lo ofrecían al investigador. Bryant y Nuñez (2002)



segundo nivel de adquisición supone la transición “conteo-cardinal” (Fuson, 1986). Posteriormente Fuson (1988) indica que no existe una única ruta evolutiva para la adquisición de la cardinalidad. Finalmente, Frye, Braisby, Lowe, Maroudas y Nicholls (1989) realizan un estudio para analizar el significado de las repuestas de cardinalidad de los preescolares. En este estudio formulaban diferentes preguntas a los niños relativas a la cardinalidad (p.e., “¿cuántos objetos hay?”, “¿Hay ahí X objetos?” y “Dame X objetos”). Sus resultados muestran que los niños se comportan de manera distinta dependiendo del tipo de pregunta que se les haga. Así, en general, responden correctamente a la pregunta de cuántos, su ejecución es moderada ante la pregunta de verificación y sus niveles de acierto son muy pobres ante la tarea de dar determinados objetos. Así mismo, predecían que si conocían la regla, los niños serían capaces de detectar errores, juzgando como errónea la ejecución de una marioneta por el mero hecho de que el cardinal que indica no se corresponde con el último elemento de la secuencia de conteo empleada. Los niños mostraron una peor ejecución en las tareas de detección de errores, lo que hizo pensar que no poseían un afianzamiento de la regla de cardinalidad. Todo esto nos lleva a pensar que la regla de respuesta del último número contado es demasiado simplista y no es, en realidad, una medida válida de la comprensión de la cardinalidad.

Principio de abstracción.

Dicho principio se refiere a la cuestión de lo que

puede agruparse para formar un conjunto. Los niños deben saber lo que han de contar. En determinadas ocasiones, contará objetos iguales, pero en otras, deberá contar objetos diferentes pero que forman un mismo conjunto de objetos contables. Además, cualquier colección de objetos es un conjunto contable. El número de objetos en un conjunto, es independiente de las cualidades que estos presenten.

Principio de irrelevancia del orden.

Este principio propone que el niño debe entender que el orden en que se enumeran los elementos de un conjunto no afecta a su designación cardinal. No importa el orden en que se cuenten, siempre que lo hagan sólo una vez y con todos los objetos de la colección. El niño ha de entender que puede contar de derecha a izquierda o viceversa, de arriba abajo o de forma aleatoria, siempre que cuente todos y cada uno de los objetos del conjunto, una y sólo una vez.

Estos principios citados van a ser la base de la adquisición de los conceptos de número y cantidad que proponemos como base para este estudio. Así, nos centraremos concretamente en el principio de correspondencia o unicidad, el principio de orden estable y el de valor cardinal, es decir aquellos relacionados con el cómo contar.

Dado que el principio de valor cardinal, presenta diferentes críticas como modelo de adquisición del concepto de cantidad (Frye, Braisby, Lowe, Maroudas y Nicholls, 1989), usaremos las tareas de “DAR x” señaladas



por estos autores, para estudiar si realmente se produce una comprensión de la cantidad. Así mismo también recogeremos las respuestas que los niños proporcionen ante las preguntas de cuántos objetos hay en la colección que han contado, como medida de precantidad.

1.2. TEORÍA DE LOS CONTEXTOS DE USO DEL NÚMERO

Si nos situamos en otra perspectiva, podremos encontrar un enfoque diferente sobre el aprendizaje del conteo y la cantidad. Este enfoque hace referencia a la Teoría de los Contextos. Según diferentes autores (Castro, Rico y Castro, 1992; Fuson, 1988; Fuson y Hall, 1983), los números adquieren significados distintos en función de los contextos en los que se usen. Además, se asume que los niños adquieren secuencialmente estos diferentes significados, aprendiendo cada nombre de número al principio como palabras dependientes del contexto. Estos significados, gradualmente comienzan a interrelacionarse.

Algunos de los contextos fundamentales donde podemos usar el número son como secuencia, para contar, para expresar cantidades, para medir, marcar una posición, etc. A continuación pasamos a ampliar los contextos señalados.

Uso del número como secuencia.

Implica el empleo del número en su orden habitual (uno, dos, tres, cuatro...). Nombres de números recitados en secuencia, sin referirnos a ningún objeto externo, sin intención de contarlos o de cuantificarlos. El significado del número en este contexto, es simplemente que comprende parte de la secuencia, las palabras no

⁸ El conocimiento del significado cardinal de una etiqueta numérica, no implica el conocimiento del principio de cardinalidad. Este conocimiento de la numerosidad es un paso previo, a la adquisición del principio, que implica que el último número contado de una serie hace referencia a la cantidad de objetos que se han contado. Por ejemplo: Un niño puede conocer la cardinalidad de la etiqueta “3” y conocer que es más que “2” o menos que “4”... sin saber que el último número contado de la serie 1-2-3, indica la cantidad o cardinalidad de todos los ítems contados.



hacen referencia a ningún objeto concreto, solamente se presentan como parte de una secuencia organizada de palabras. La evidencia para tal afirmación (Wynn, 1992), viene dada porque en estas tempranas producciones de una lista de números por parte de los niños, ellos tratan las palabras como una serie inquebrantable, una secuencia de sonidos que no poseen significado intrínseco, recitados por repetición. El significado de los nombres de los números en este contexto conforma su sucesivo afianzamiento como ítems en una correspondencia uno a uno, y el referente de un nombre de número empieza a ser el objeto contado con el que se asocia, aunque vaya cambiando en cada conteo, de la misma manera que el referente de un pronombre varía de frase en frase.

Uso del número en el contexto de conteo. Con el afianzamiento que se produce en el contexto anterior, se pasa a utilizar el número en el contexto de *contar*, a diferencia del de secuencia, cada número se asocia a un elemento de un conjunto de objetos discretos. Una prueba de que los niños avanzan en su comprensión del número, es que entre los 2 y los 3 años pueden contar correctamente (segmentan la secuencia de nombres de números asignando uno y sólo uno a un único objeto) antes de conocer que el último número mencionado indica la cantidad del conjunto contado (Wynn, 1990).

Uso del número en el contexto cardinal. En este contexto, el número natural describe la cantidad de elementos de un conjunto bien definido de objetos o sucesos. En este contexto, el referente de cada uno de



los nombres de números es la numerosidad descrita. Los niños no llegan a esta comprensión del significado de los nombres de los números hasta después de poder contar correctamente⁸. Una vez que son capaces de usar el número en su contexto cardinal pueden hallar el tamaño de un conjunto de objetos actuando de formas distintas: Si el tamaño se puede percibir de una ojeada, el número parece venir a su mente de forma instantánea.

Esta forma de obtenerlo se llama subitización. Por el contrario, cuando el conjunto es más numeroso, empleamos el proceso de contar; Así, el número con el que finalizamos el proceso de contar un conjunto, nos indica su cardinal. Cuando el niño es capaz de realizar esta acción, podemos decir que utiliza el número en un contexto cardinal y a la vez que posee el principio de cardinalidad del conteo.

De cualquier manera, esta teoría favorece la idea de que los niños no experimentan un estado en el que creen que el referente de un nombre de palabra es el objeto al cual es asignado. En las tareas propuestas por Wynn (1990) para niños de dos años y medio y tres años y medio, se les pedía que le dieran a una muñeca de uno a seis objetos de un montón de juguetes. Por ejemplo: Se le pide que facilite al experimentador tres objetos. Si el niño considera el significado de la palabra “tres” como el objeto al cual es asignado este número durante el conteo, presumiblemente debería contar los objetos y cuando llegara a tres darle a la muñeca el objeto etiquetado con el “tres”. Según esto, ellos podían elegir dar a la muñeca un único animal mientras lo etiquetaran con el número “tres”. Los resultados mostraron que ninguno de los niños de su trabajo hizo esto. Los niños más pequeños tendían a coger simplemente un puñado de animales, casi siempre sin contarlos. Los niños de tres años y medio contaban los objetos parando en el número que se le pedía, dando de este modo el número correcto. Incluso los niños que acababan de aprender a contar, nunca daban a la muñeca un único objeto cuando se le pedía más de uno. Así, se presume que los niños atribuyen un significado a

los nombres de números diferente de la mera asociación etiqueta-objeto contada. Se afianza de este modo la idea de que en el contexto *cardinal* los niños realizan una comprensión de los nombres de números como palabras que contienen una numerosidad y no como palabras asociadas individualmente a los objetos contados.

Si analizamos lo expuesto, se puede observar cierto paralelismo entre la teoría de contextos y algunos de los principios básicos del cómo contar. De manera que el uso que el niño hace del número como secuencia se podría equiparar con lo que hemos venido llamando principio de orden estable. Tanto en el contexto, como en el principio, se hace referencia al establecimiento de una serie de números ordenados entre sí. El uso del número en el contexto de contar sería la conjunción del principio de correspondencia uno a uno y el principio de orden estable. Englobaría el uso de una secuencia de términos aplicados unívocamente a un grupo de objetos. Por último en el contexto cardinal podemos observar una correspondencia con el principio de cardinalidad expuesto por Gelman y Gallistel (1978).





■ 2. ESTUDIOS MÁS RELEVANTES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE LOS ESQUEMAS DE CONTEO

Los estudios sobre la adquisición del número cubren una amplia gama de habilidades y hacen uso de una gran variedad de procedimientos y poblaciones. Las diferentes áreas de investigación que se han estudiado incluyen desde las representaciones numéricas en adultos, procesos de cálculo formal y memorístico, etc. Así mismo, los procesos de desarrollo que dan lugar a operaciones numéricas más amplias han sido tradicionalmente investigados en muchos paradigmas diferentes (Nye, Clibbens y Bird, 1995). Junto con esto, no se pueden olvidar los muchos campos del conocimiento lógico-matemático que aún quedan sin resolver.

Una de las principales controversias en esta área, y que en cierta medida ha polarizado todas las investigaciones al respecto, hace referencia a la manera de explicar el desarrollo del conteo. Así, un primer modelo defiende la existencia de una comprensión implícita de los principios de conteo durante la adquisición de esta habilidad (Becker, 1989; Gelman y Gallistel, 1978; Gelman y Meck, 1983, 1986; Greeno, Riley y Gelman, 1984; Wilkinson, 1984). Este modelo es conocido como de **Categoría de reglas de prerrequisito**. El segundo modelo considera que el conteo consiste inicialmente en un aprendizaje memorístico y mecánico carente de sentido que posteriormente se va afianzando (Baroody, 1988; Briars y Siegler, 1984; Frye, Braisby, Lowe, Maroudas y Nicholls, 1989; Fuson y Hall, 1983; Saxe, 1977, 1979). Llamado de **Categoría de adquisición directa**.

2.1. CATEGORÍAS DE REGLAS DE PRERREQUISITO

Los partidarios de este primer modelo según Serrano y Denia (1994) comparten la existencia de un conjunto de reglas o principios subyacentes al acto del conteo para que pueda iniciarse dicha habilidad. Dentro de este paradigma encontramos, entre otras, las siguientes investigaciones que defienden sus posiciones.

Starkey y Cooper (1980), mediante estudios de habituación muestran que niños con 2 años y medio, detectan diferencias numéricas entre conjuntos de 2 y 3 elementos y posteriormente entre 3 y 4 elementos, sin poseer conocimientos de conteo. Así mismo, Gelman y Gallistel (1978), mostraban a niños de la misma edad dos cajones uno con tres juguetes y les decía a los niños que era el “ganador” y otro con dos, mostrándoselo a los niños como el “perdedor”. Los niños identificaban perfectamente las diferencias entre los dos cajones. De hecho, eran capaces de decir que el cajón de dos juguetes era el ganador, cuando se le añadía un juguete más, identificando el número de la serie.

Dentro de este mismo paradigma, Gelman y Meck (1983) llevaron a cabo una serie de trabajos para intentar comprobar si los niños poseen un conocimiento implícito de los principios de conteo, aunque no sean capaces de demostrarlo o decirlo. Se realizaban tres tareas de detección de errores y una última en la que los niños debían contar en diferentes situaciones para estudiar su comportamiento. Las tres primeras hacen referencia a los juicios de detección de errores, en los cuales, el niño debe detectar los fallos que

el experimentador le presenta al realizar diferentes series numéricas. En estas series se cometen errores en los tres principios básicos del “cómo contar”, *correspondencia*, *orden estable* y *cardinalidad*. El niño tiene que descubrir los errores cometidos, mostrando así un conocimiento implícito de estos principios. Diferenciaban así entre la habilidad de verbalizar o mostrar los principios de conteo y la habilidad de demostrar que sus conductas estaban sistemáticamente gobernadas por un conocimiento de los principios. Demostraron que niños de tres años conocían los principios, aunque no eran capaces de identificarlos. Estos autores muestran que el tamaño de los conjuntos de objetos donde eran capaces de reconocer los errores era mucho mayor que el tamaño de los conjuntos que eran capaces de contar. Siendo el principio de correspondencia y el de orden estable los más fáciles de detectar por niños de entre tres y cuatro años.

Un estudio similar fue publicado por Briars y Siegler (1984) y encontraron que, los niños de tres años detectaban menos los errores de correspondencia y de serie estable que los niños de entre cuatro y cinco años. Estos autores comprobaron que el conteo de los niños en general era más correcto que su habilidad para detectar errores en otras personas, lo que les hacía pensar que la adquisición de la conducta de conteo precedía la comprensión de los principios del mismo. Estos estudios ponen en tela de juicio los realizados por Gelman y Meck (1983). Estudios posteriores trataron de resolver estas discrepancias (Gelman, Meck y Merkin, 1986). Así, se proponía que los niños sí que poseían los principios de conteo, pero que no eran capaces de mostrarlos por la

ausencia de otras competencias. Los niños poseían competencias conceptuales, pero les faltaban la habilidad para realizarlas o para planear la acción a realizar.

Greno, Riley y Gelman (1984) tratan de confirmar esta teoría. Estos autores elaboraron un modelo específico de conteo que partía del modelo inicial desarrollado por Gelman y Gallistel (1978) y que consiste, fundamentalmente, en una ampliación de mismo desarrollado a partir de la elaboración y presentación de un marco teórico que permitiera caracterizar la competencia de los niños en la comprensión implícita de los principios de conteo.

Para poder efectuar este tipo de análisis Greeno, Riley y Gelman partieron de la diferenciación de dos hipótesis generales: Hipótesis de ejecución e Hipótesis de competencia. Ampliándolo con la incorporación de elementos clarificadores en el desarrollo de su segunda hipótesis.

El primer tipo de hipótesis de ejecución, hace referencia a la delimitación de procesos y estructuras cognitivas que van a ser utilizados en la ejecución de tareas, es decir, los procedimientos implicados.

El segundo tipo de hipótesis, de competencia, define los conceptos y principios generales que se encuentran implicados en los procedimientos requeridos para ejecutar una tarea, dentro del dominio conceptual específico (en este caso, el dominio del número y, más concretamente, el conteo).

Estos autores, para analizar la ejecución de los niños, trabajaron la competencia conceptual en el dominio del conteo, entendiéndolo como conteo simple de un conjunto de objetos y considerando únicamente aquellos



procedimientos en los que se establece, explícitamente, la correspondencia uno a uno entre el conjunto estándar y el conjunto dado. Postulan, de acuerdo con Gelman y Gallistel (1978), que los niños de preescolar sí comprenden, de forma implícita, los principios de conteo que conllevan la adquisición de la habilidad para ejecutar los procedimientos del mismo. Según Gelman y Gallistel (1978) los niños entre los dos y los tres años conocen ya los principios de correspondencia uno a uno y de ordenación estable y, a partir de los tres años, se debe producir un avance considerable hasta conseguir llegar a comprender el principio cardinal. Así, alrededor de los cuatro años, los pequeños están en posesión de todos los principios necesarios que le posibilitan poder llegar a contar.

Greeno, Riley y Gelman desarrollan ocho esquemas que constituyen la competencia específica del conteo y son (Serrano y Denia, 1994):

Conteo: Relaciona el conjunto de las etiquetas con el conjunto de objetos, demanda la utilización de numerales e identifica el número de un conjunto como resultado de la operación de contar.

Emparejamiento: Crea un subconjunto de etiquetas equivalente al conjunto de objetos.

Mantener - incremento - equivalente: Permite que cada vez que se añade un numeral al conjunto que ha sido utilizado, se traslade un objeto del subconjunto de los que aún no han sido etiquetados al subconjunto de los que ya lo han sido.

Inicializar / incrementar: Incluyen elementos dentro de un subconjunto de un conjunto ordenado.

Asociar: Asocia una propiedad a un objeto.

Recuperar - primero / recuperar - a continuación: Disponen los miembros en un conjunto ordenado.

Junto con esto Gelman y Greeno (1989) consideran que es necesario contar con la competencia de interpretación, que es la habilidad necesaria para poder comprender e interpretar las situaciones. Gelman y Greeno, en conclusión, diferencian entre la competencia del conteo y las competencias asociadas al conteo.

Otro autor que defiende la posición de la existencia de unos principios subyacentes y anteriores al conteo es Wilkinson (1984). Este autor considera el conteo como una habilidad cognitiva que requiere la coordinación de actividad visual, manual y oral. Wilkinson considera que los niños poseen un conocimiento parcial durante el desarrollo del conteo. Este conocimiento parcial se puede observar en dos cosas. Por un lado hay que tener en cuenta que la edad en la que los niños parecen conocer un concepto dependerá de las demandas impuestas por la tarea empleada en su evaluación (Serrano y Denia, 1994). Por otro lado, durante la adquisición de los conceptos o habilidades, el niño posee una competencia incompleta. Ante la misma situación unas veces lo resolverá con éxito y otras fracasará.

Wilkinson (1984) en su trabajo pretende averiguar cómo se adquiere la habilidad del conteo. Formuló dos hipótesis, la primera de ellas se denomina hipótesis de la dificultad adicional. Esta hipótesis hace referencia a la mayor dificultad que supone para el niño aquella tarea en



la que intervengan un mayor número de componentes, puesto que le costará más coordinarlos y podrá equivocarse con más facilidad.

La segunda hipótesis, de la variabilidad añadida, se refiere a un efecto independiente de la dificultad que conlleva una tarea: la variabilidad en la ejecución. Cuantos más componentes sean necesarios para realizar una tarea, existirá mayor variabilidad en la ejecución de ésta, debido a cómo son integrados en una unidad dichos componentes.

Wilkinson llevó a cabo un análisis de tareas para evaluar sus dos hipótesis, construyendo cuatro tareas diferentes para identificar los componentes del conteo. De esta manera aisló tres componentes: etiquetado, partición y

detención simultánea del etiquetado y la partición. Estos tres componentes se encuentran estrechamente relacionados con los principios del conteo definidos por Gelman y Gallistel (1978). El componente de etiquetado hace referencia al proceso de recuperar de la memoria los numerales, uno a uno, en un orden establecido, sin omisiones ni repeticiones; por lo tanto, incluye también el principio de orden estable. El componente de partición, al igual que en Gelman y Gallistel, es el proceso de marcar elementos para distinguirlos de los que todavía no se han señalado. Por último, el componente de detención del etiquetamiento y la partición alude al proceso de coordinación de los otros dos componentes.

En este trabajo, también se analizó la cardinalidad, llegando a la conclusión de que al principio y al final del desarrollo de la habilidad de contar existía una fuerte asociación entre el conocimiento del conteo y la cardinalidad, existiendo una separación significativa en el transcurso del proceso. Wilkinson consideró que durante la etapa intermedia, en la que el niño tenía un conocimiento parcial del conteo, el principio de cardinalidad se comportaba como un componente más del conteo; por eso se producían más errores en la habilidad de contar cuando este principio se tenía que integrar con los demás componentes.

Wilkinson entendía el desarrollo del conteo como una mejora progresiva en la coordinación de los componentes que intervienen. De esta forma, se equilibran de alguna manera los planteamientos de Wilkinson con el modelo de Gelman y Gallistel (1978).



2.2. CATEGORÍA DE ADQUISICIÓN DIRECTA

Los autores que defienden una carencia inicial de comprensión y un aprendizaje fragmentario de los diversos componentes del conteo abogan por un aprendizaje basado en la creación de hábitos. Estos serían reforzados por los adultos, como copias de las ejecuciones convencionales del entorno. A medida que se refuerza este hábito los niños abstraen las generalizaciones comunes a todos ellos y alcanzan de este modo un conocimiento basado en principios. Este modelo es llamado por Serrano y Denia (1994) *Categoría de adquisición directa*, los autores que en él se agrupan consideran que no existe la necesidad de unos principios específicos subyacentes a la operación de contar. Dentro de este paradigma nos encontramos las siguientes investigaciones:

Fuson y Hall (1983) intentaron explicar la adquisición del conteo y la cardinalidad como el desarrollo de habilidades que no requerían de la existencia de unos principios subyacentes a las mismas. Propusieron que los primeros conteos de los niños son regulados por una secuencia de palabras aprendidas en orden. Evidencia de esto, era que los niños cuando comienzan a contar, lo hacen con una sucesión inquebrantable de nombres de número. No son capaces de realizar el conteo si se les exige que empiecen en un determinado número o si son interrumpidos. Es más, proponen que cuando los niños

responden a la pregunta de cardinalidad con el último número contado, no lo hacen porque saben que representa la cantidad de objetos existentes en el conjunto, sino por continuar un convencional juego social que les enseña que ante la pregunta ¿cuántos hay? deben contestar con el último número que han mencionado en su serie.

Frye, Braisby, Lowe, Maroudas y Nicholls, 1989, analizaron el conocimiento del conteo y la cantidad⁹ en niños de cuatro años. En un primer experimento investigaron la naturaleza de las respuestas a la cantidad dadas por niños pequeños antes y después de saber contar, afirmando que representaban dos formas diferentes de cantidad. Cuando los niños contestan a la pregunta sin poseer aún una comprensión de lo que significa el conteo, responden a un patrón cultural aprendido por imitación. Este patrón les hace repetir el último número de la serie contada. Sin embargo, cuando poseen un conocimiento de lo que implica el conteo, los niños responden a la pregunta con el último número y entendiendo que ese número hace referencia a la cardinalidad del conjunto, englobando a la totalidad de elementos contados.

Saxe (1977) realizó una investigación con la finalidad de analizar los cambios evolutivos del conteo de los niños. Para él, el sistema de conteo comprende un conjunto de numerales ordenados aplicados a los objetos mediante la correspondencia uno a uno. Estos numerales

⁹ Entendían la cantidad como el principio de Cardinalidad: El último número contado representa el número total de objetos que pertenecen al conjunto.

pueden ser usados para designar valor cardinal y ordinal. Saxe estudió cómo el niño realizaba el conteo para averiguar el número de elementos de un conjunto. Saxe distingue tres niveles con respecto a las estrategias de reproducir y comparar números:

Nivel I: *Conteo precuantitativo*. En este nivel, el conteo carece de significado cuantitativo y no se usa en tareas de comparación numérica.

Nivel II: *Nivel de transición*: En este nivel el niño se guía en ocasiones por el conteo y en otras por la extensión espacial del conjunto a contar para hallar el número de objetos que lo componen.

Nivel III: *Nivel de Conteo cuantitativo*: El conteo se emplea con su significado cuantitativo, tanto en las reproducciones de series como en las comparaciones numéricas entre conjuntos.

Este autor observó que el nivel alcanzado por los niños variaba, dentro de un mismo grupo de edad, según la tarea a realizar. Por esto sugirió que el nivel de maduración de las estrategias de conteo se relacionaba con las tareas concretas a realizar, o sea con las demandas específicas impuestas por la tarea. Los estudios de Saxe reflejan la existencia de una secuencia evolutiva de las estrategias de conteo (distinción entre estrategias precuantitativas y cuantitativas), junto con una progresiva mejoría en la exactitud al contar. En resumen, según Saxe, en el nivel precuantitativo, los niños cuentan correctamente en pocas ocasiones; en la transición al nivel cuantitativo, su conteo entra en conflicto con sus evaluaciones sobre la extensión espacial de las series,

mientras que en el nivel cuantitativo aparece un conteo mucho más preciso y exacto.

Todos los autores propuestos hasta ahora, abogan por un modelo de adquisición paulatina del conteo, que parte de una ausencia de conocimientos y que por conductas de repetición consigue la evolución de estas habilidades. Para Baroody (1992), en el desarrollo del conteo se encuentran entrelazados, tanto los principios que subyacen a éste, como las distintas habilidades que lo componen. Este autor posee una postura intermedia entre los modelos de conteo que se basan en la existencia y necesidad de comprender una serie de principios fundamentales para el desarrollo del conteo y aquellos en los que dicha comprensión no es anterior al desarrollo de la habilidad de contar (Serrano y Denia, 1994).

Baroody define la perspectiva del desarrollo conjunto de los principios y las habilidades del conteo. Afirma que la comprensión del conteo de los numerales se desarrolla conjuntamente y de forma gradual con el de las habilidades de conteo.

Este autor sugiere que el conocimiento inicial que los niños poseen del conteo se estructura en “*esquemas débiles*”, que no está interconectado ni integrado, sino que se limita a tareas específicas. A partir de la utilización de estos esquemas débiles, el niño irá construyendo gradualmente los “*esquemas fuertes*”, que conducirán al niño a un conocimiento bien integrado e interrelacionado, generalizable y coherente. Así mismo, afirma que los niños pequeños aprenden y usan algunas habilidades o componentes de habilidades de conteo de



forma relativamente mecánica. Posteriormente van construyendo algunas habilidades de conteo y principios. Más tarde, elaboran una comprensión fundamentada del número y del conteo de los numerales.

Baroody (1992) defiende que no existe evidencia clara que afirme la existencia de una comprensión implícita de los principios subyacentes al conteo anterior a la habilidad de contar. Así, su modelo se diferencia de los modelos de categorías de reglas prerequisite centrándose en que los niños poseen un conocimiento incompleto o primitivo de los principios. Este conocimiento ayuda y facilita la adquisición de determinadas habilidades que desarrollan los principios básicos y la creación de esquemas fuertes que permiten la generalización de la conducta a otros contextos.



2.3. OTROS ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA ADQUISICIÓN DEL NÚMERO Y LA CANTIDAD

Otros estudios llevados a cabo en el ámbito del aprendizaje del conteo y la cardinalidad hacen referencia al aprendizaje del significado de los nombres de los números. Wynn (1990, 1992) se centra en este sentido, buscando el cómo los niños interiorizan el significado de estas etiquetas y cómo el aprendizaje de su significado favorece la comprensión de conceptos más amplios como el de cardinalidad. La autora hace referencia a que los niños no poseen un conocimiento innato de los nombres de los números, por supuesto, ellos deben aprenderlo y traducirlo para crear una lista ordenada de tarjetas de números con un significado que va más allá de la mera etiqueta. En sus estudios, confirma que los niños aprenden los nombres de números secuencialmente hasta los números dos o tres y que a partir de ahí, adquieren el significado cardinal de los números a la vez que afianzan el principio de cardinalidad. Así mismo, la mayor aportación de su estudio, es que los niños saben que los nombres de los números hacen referencia a una determinada cantidad desde los primeros momentos del aprendizaje del conteo, aunque no conozcan con exactitud este valor cardinal.¹⁰

Por otro lado, Mix (1999) analizó el momento en que los niños son capaces de reconocer equivalencias numéricas entre conjuntos de objetos y comprobó como las semejanzas en características existentes entre los objetos comparados iban a facilitar su comparación. Tras realizar un estudio con setenta y dos niños de entre tres y cinco años observó que la habilidad para reconocer equivalencias numéricas entre dos conjuntos de elementos aparecía entre los tres y los cuatro años, dependiendo en gran medida de las semejanzas existentes entre los objetos a comparar. A partir de los 3 ½ años los niños identificaban dos conjuntos de objetos con igual cantidad de elementos (de entre 2 a 4 objetos) siempre que estos presentaran una gran semejanza entre sí (discos y puntos). Cuando los objetos mostrados poseían pocas características en común (conchas y puntos), pero la organización espacial de los mismos era parecida, niños con 4 años realizaban bien la tarea. Posteriormente ante tareas en la que los objetos no tenían ninguna característica en común y a la vez estaban organizados espacialmente de formas diferentes, sólo los niños con cinco años eran capaces de realizar la tarea. Esto mostraba que la adquisición de la equivalencia numérica depende en gran medida de la similitud de los objetos y que a la vez es una habilidad que se adquiere secuencialmente.

¹⁰ Con anterioridad se ha hecho referencia a este descubrimiento de Wynn (1990), cuando se mencionaba la tarea en que una muñeca pedía a los niños un determinado número de objetos de un conjunto, y los niños a pesar de no saber exactamente cuantos objetos representaba el número pedido, cogían varios objetos y no el objeto único etiquetado durante el conteo con ese nombre de número.



3. DESARROLLO DEL CONTEO Y LA CANTIDAD EN NIÑOS CON SÍNDROME DE DOWN

Otros estudios llevados a cabo tratan de comprobar en qué medida el conocimiento numérico está influenciado por la cognición general o si por el contrario, son dos constructos totalmente desvinculados (Gallistel y Gelman, 1990). Este debate viene en parte secundando la amplia discusión que existe sobre la influencia de la cognición general en otras habilidades específicas.

Gelman y Gallistel (1978) proponen que el desarrollo del conteo en los niños es guiado por la adquisición de los principios específicos¹¹, independientemente de la cognición general. Frente a esto Shipley y Shepperson (1990) argumentan que la habilidad general para procesar objetos psíquicos discretos nos permite identificar lo que contamos (por lo que las habilidades cognitivas generales preceden a la adquisición de los principios específicos de conteo).

El Síndrome de Down ha sido el foco de muchas investigaciones, principalmente porque este síndrome es identificado desde el nacimiento y además ya que es uno de los casos más característicos y generalizados de necesidades educativas especiales en el ámbito cognitivo. Sin embargo, todo lo concerniente al pensamiento lógico-matemático en estas personas ha sido el gran olvidado de la investigación (Buckley y Bird, 1993; Nye y Bird, 1996, entre otros).

Pocos son los trabajos que han intentado estudiar cómo aprenden las personas con Síndrome de Down matemáticas. En muchas ocasiones nos encontramos estudios que hacen referencia a las “especiales dificultades” que presentan en esta materia (Byrne, Buckley, MacDonald y Bird, 1995; Carr, 1988). Hasta no hace muchos años las personas con Síndrome de Down eran consideradas como incapaces de aprender. Poco a poco y gracias al empeño de muchos profesionales que han trabajado y trabajan a su lado se comprueba como lo “imposible” no era más que “diferente”.

Se ha visto como las personas con Síndrome de Down aprendían a leer y a escribir, iban a colegios como cualquier otro niño, conseguían trabajar y ser uno más de la sociedad. ¿Por qué no van a poder desarrollar un pensamiento lógico matemático? ¿No será que una vez más no hemos prestado atención a cómo aprenden y, a partir de ahí, poner nuestro empeño en facilitarles el acceso a ese conocimiento?.

¹¹ Principios citados con anterioridad: Correspondencia, serie estable, cardinalidad, abstracción e irrelevancia del orden.

La Educación que hoy pretendemos ha de ser una educación de calidad para todos. Eso sólo se consigue si evaluamos cómo aprenden los niños y realizamos las adaptaciones necesarias para facilitar su acceso a los contenidos. En lectura y escritura son muchos los esfuerzos que se han hecho para favorecer el desarrollo de las personas con Síndrome de Down. Sólo en nuestro país contamos con un amplio repertorio de estudios que han puesto su empeño en que estas personas puedan aprender igual que cualquier otra (Troncoso y Del Cerro, 1991).

En este trabajo pretendemos desarrollar algunos de los conceptos básicos del pensamiento lógico-matemático en niños con Síndrome de Down. Estas personas presentan dificultades en el pensamiento abstracto, la generalización de situaciones, etc., de manera que consideramos que es necesario realizar un análisis de cómo aprenden este tipo de conceptos y qué errores cometen en el desarrollo de habilidades básicas matemáticas. A continuación recogemos algunos de los estudios que se centran en el desarrollo de estas capacidades en Síndrome de Down.

En 1987, Sue Buckley y Ben Sacks publicaron una investigación realizada con noventa familias con adolescentes con Síndrome de Down, nacidos antes de 1970. Los chicos habían recibido muy poca intervención temprana si se comparaban con los nacidos a partir de 1974. De su muestra sólo un 18% era capaz de recitar la serie estable de los números o contar objetos entre 1 y 20. Ninguna de sus habilidades numéricas estaba desarrollada.





Janet Carr (1988) presentó los datos de un estudio longitudinal con 41 niños con Síndrome de Down. A la edad de 21 años, el promedio de las conductas matemáticas que eran capaces de realizar se equiparaba con las que realizaban niños con cinco años sin Síndrome de Down. Sin embargo, su promedio de consecución en lectura era similar al de niños de ocho años. Este patrón de menor ejecución en matemáticas que en lectura ha sido encontrado también por otros autores (Gibson, 1978; Buckley, 1985)

En 1990 Sloper, Cunningham, Turner y Knussen, encontraron una correlación significativa entre la habilidad numérica y la edad mental. Así mismo, dieron evidencias de que la habilidad numérica también se veía influenciada por el tipo de escolarización que habían tenido los niños. Produciéndose siempre unos mejores resultados cuando los niños se encontraban escolarizados en centros ordinarios. Estos mismos resultados se confirman en trabajos como los de Casey, Jones, Kugler y Watkins (1988).

Por otro lado, Billie Shepperdson (1994) comparó las conductas numéricas de dos generaciones de adolescentes con Síndrome de Down (adolescentes nacidos en los años setenta con los de los sesenta). Los profesionales que trabajaban con ellos realizaron unos cuestionarios dando información sobre sus habilidades numéricas. Se dio sustento empírico a la hipótesis de que el tipo de educación influía en los aprendizajes de estas conductas, optándose, una vez más, por las escuelas ordinarias como aquellas en las que las personas con Síndrome de Down recibían una mejor enseñanza de estas habilidades.

Hemos observado cómo en niños sin Síndrome de Down, se centraban gran parte de los estudios en analizar si los principios de conteo se producían antes o durante la adquisición de las conductas. La literatura concerniente a la adquisición de estos principios en niños con retraso mental es poco concluyente. Por un lado, Baroody y Snyder (1983) y Baroody (1986) mostraron que los niños con un retraso mental ligero (no específicamente Síndrome de Down), usaban los principios básicos de conteo. Por otro lado, otros autores mostraron que los niños con retraso mental no entendían los principios básicos, mostraban un aprendizaje por repetición (Brown y Deloache, 1978; Cornwell, 1974; Gelman, 1982). Esto hace que no posean una flexibilidad en la conducta de conteo y restringe su capacidad de uso (por ejemplo, cuando los niños con Síndrome de Down aprenden a contar colocando los objetos en un determinado orden, posteriormente presentan muchas dificultades para cambiar estas estructuras).

Si nos centramos en esta segunda postura, Gelman y Gallistel (1978), distinguen entre los cuatro primeros principios y el de irrelevancia en el orden. Los primeros muestran el conocimiento explícito del número mientras que el último principio revela un conocimiento implícito del número, antes de mostrarlo explícitamente. El conocimiento implícito se pone de manifiesto a partir de actos espontáneos y sistemáticos de conteo, el conocimiento explícito puede ser demostrado por la actuación en una tarea de conteo modificado. Se presenta a los niños un conjunto de cinco elementos y han de contarlos atribuyendo a cada uno de ellos una etiqueta. Si posteriormente se modifican y los

niños entienden que la designación cardinal se conserva, siempre que el tamaño del conjunto sea el mismo, se demuestra que la conducta de conteo juzgada se rige por los principios de conteo y se asume, así mismo, que el niño posee el principio de irrelevancia en el orden.

Baroody y Ginsburg (1986) cuestionaron que una actuación exitosa en esta tarea sea suficiente para indicar que el niño posee el principio de cardinalidad.

Por su parte, Gelman y Cohen (1988) comparan a 10 niños con Síndrome de Down (E.M.: 3,6 a 6,8 años) con 32 sin Síndrome de Down (16 de 4 años y 16 de 5 años) para investigar la comprensión explícita e implícita en niños con Síndrome de Down. Sus resultados mostraron diferencias cualitativas en la forma en que ambos grupos realizaban las tareas y que la mayoría de los niños con Síndrome de Down mostraban sólo aprendizajes repetitivos, mientras que los otros niños demostraban un conocimiento implícito y explícito. Así mismo, encontraron que generalmente los niños con Síndrome de Down no eran tan hábiles como otros niños sin este síndrome equiparados con ellos en edad mental, en la resolución de problemas de conteo. La diferencia general entre las dos poblaciones sugería que los niños sin Síndrome de Down utilizaban los principios de conteo, mientras que los niños con Síndrome de Down no. Sin embargo dos niños con este síndrome mostraron ser unos expertos contadores y hacían uso de estos principios de conteo, por lo que en la aportación de estos autores, no podemos concluir que las personas con Síndrome de Down no utilicen los principios de conteo y que esto no se pueda fomentar con una adecuada enseñanza de los mismos.

En un estudio similar, Cornwell (1974) concluyó que los niños con Síndrome de Down aprendían a contar usando procedimientos de repetición y sin desarrollar una comprensión de los conceptos o principios básicos. Este descubrimiento fue utilizado para mostrar una dificultad general en los conceptos de generalización y abstracción.

En la actualidad, Porter (1999) se centra en el estudio del tipo de errores que los niños cometen en los primeros momentos de su aprendizaje del conteo. Comprueba como el modelo de respuesta es acorde con las dificultades particulares que los niños con Síndrome de Down presentan en el procesamiento y recuerdo de estímulos auditivos, en este caso el aprendizaje de la serie numérica. Los resultados revelaron que los niños con y sin dificultades de aprendizaje adquieren las conductas de conteo antes de poder demostrar que comprenden lo que significa el mismo (medido por su habilidad para detectar errores en el conteo de otras personas). Sus resultados fueron muy importantes para los maestros. No significa que se tenga que fomentar un aprendizaje memorístico y repetitivo, sino que sugiere que el aprendizaje de estas conductas es esencial para el posterior desarrollo. El conteo subyace a múltiples actividades aritméticas posteriores y es preciso conocer la mejor manera de adquirir estas conductas básicas para facilitar un adecuado desarrollo de aprendizajes posteriores. Sólo los niños que mostraban una ejecución perfecta en las tareas de conteo simple eran capaces de detectar errores en el conteo ejecutado por otras personas. El autor extrae



la conclusión de que en los centros de enseñanza es fundamental que los niños aprendan la secuencia de conteo ya que facilita la adquisición de posteriores aprendizajes. Así mismo, comprueban como cuando la información es presentada por el canal auditivo los niños presentan una menor ejecución en las tareas. Estos resultados vienen apoyados en multitud de investigaciones que ponen de manifiesto las dificultades que presentan las personas con Síndrome de Down en el procesamiento de estímulos auditivos más que en estímulos visuales.

En los últimos años se observa un incremento en las investigaciones que ponen su énfasis en conocer cómo aprenden matemáticas los niños con Síndrome de Down. Como se ha podido observar Porter (1999) mostró que estas personas comienzan su aprendizaje de forma memorística y a su vez comprobó como las dificultades aumentaban en la medida en que los estímulos se presentaban por el canal auditivo. Otras investigaciones llevadas a cabo en los últimos años, afirman que los niños con Síndrome de Down, son capaces de realizar una comprensión de los principios de conteo enunciados por Gelman y Gallistel (1978).

A continuación se presentan otras investigaciones recientes sobre el desarrollo del aprendizaje de estos conceptos lógico-matemáticos y de aquellos factores que pueden influir en su aprendizaje.

Con el fin de analizar el desarrollo de los principios del conteo, Caycho, Gunn y Siegal (1991), usan la tarea de Gelman y Cohen para estudiar conocimiento implícito en la comprensión de las reglas de correspondencia, orden estable y principio de cardinalidad. Uno de los objetivos de



su estudio fue comparar hasta que punto los niños con Síndrome de Down y los preescolares con un desarrollo similar tienen un conocimiento implícito y explícito de número. Se hipotetizaba que el nivel de desarrollo determinaba la conducta de conteo, más que el síndrome en sí. El segundo objetivo del estudio era determinar si el conteo de los niños reflejaría un desarrollo jerárquico de la comprensión implícita de los principios de conteo que preceden la actuación exitosa en la tarea de conteo modificada. Estos autores no encuentran diferencias significativas en la ejecución de los niños con Síndrome de Down y los niños si dicho síndrome. Muestran que los primeros son capaces de contar flexiblemente, lo que parece evidenciar que rigen su conteo por los principios

básicos más que por un aprendizaje memorístico. Sin embargo, sí hay diferencias significativas en el análisis intrasujeto de la ejecución en cada uno de los principios estudiados. Se producían menos respuestas correctas a las tareas de producción cardinal. Sus resultados, les hicieron ver que los niños con Síndrome de Down cuentan guiados por los principios de conteo. No se encontraban diferencias significativas en la conducta de conteo entre los niños con Síndrome de Down y los que no tenían este síndrome con similar edad de desarrollo. Mientras que Gellman y Cohen (1988) afirman que la mayoría de los niños con Síndrome de Down solo eran expertos repetidores de reglas, los autores que nos ocupan, manifiestan que la mayoría de los niños, por ellos estudiados, presentan una comprensión implícita de los principios básicos del conteo. Así mismo encuentran que el colectivo que nos ocupa no realiza bien las tareas de conteo modificado, a pesar de esto, algunos usan las mismas estrategias de resolución que los niños preescolares. Otra de las cosas que muestran es que a la hora de reconocer el conteo, los niños reconocen antes el conteo correcto que los errores, sin existir diferencias entre los grupos. Si los niños con retraso mental son capaces de desarrollar reglas que gobiernen sus habilidades en lugar del aprendizaje limitado por imitación, se beneficiarán de un programa orientado a enseñarles reglas generales. Una de las conclusiones a las que llegan Caycho, Gunn y Siegal es que la ejecución de los niños con Síndrome de Down en las tareas de conteo va a depender de la competencia lingüística que posean y el tipo de programa educativo que

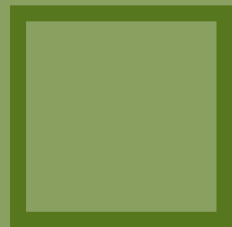
se proponga a los niños (Nye, Clibbens y Bird, 1975).

Con posterioridad a los estudios de Caycho, Gunn y Siegal (1991), las diferentes medidas usadas por Baroody, en 1986, fueron probadas con 16 niños con Síndrome de Down y edades comprendidas entre los 7 y los 12 $\frac{1}{2}$ años en una investigación llevada a cabo por el Centro Sarah Duffen (Nye, Clibbens y Bird, 1995). En esta investigación se trataron de analizar las habilidades lógico-matemáticas que poseían estas personas. En los resultados se puede observar como los niños mostraron un amplio rango de habilidades, existiendo muchas variaciones individuales. La mayoría de los niños eran capaces de contar y realizar sumas simples hasta 10 de forma manipulativa e incluso realizar sumas en el papel con numerales hasta el 20 y con ayuda. Se encontró que algunos de los preadolescentes, los de mayor edad, poseían unas mejores habilidades numéricas lo que hacía pensar que estas conductas proseguían su desarrollo en la preadolescencia y la adultez.

Como podemos comprobar, también existen grandes controversias en esta población, entre autores que piensan que el aprendizaje de los conceptos matemáticos en personas con Síndrome de Down se rige por los principios básicos y aquellos otros autores que ponen su énfasis en un acercamiento a estas habilidades a partir de un aprendizaje memorístico. No vamos a entrar en esta discusión. Desde nuestro trabajo consideramos que las personas con Síndrome de Down son capaces de aprender conceptos lógico-matemáticos, sea a partir de unas preestructuras innatas o por el posterior aprendizaje de



las mismas. Consideramos que pueden presentar un pensamiento flexible entorno al conteo, lo que nos sugiere que consiguen comprender en cierta medida los principios que lo rigen. Por otro lado, pretendemos conocer los mecanismos que facilitan su aprendizaje y mostrar que el uso de herramientas y metodologías estructuradas pueden mejorar el rendimiento de estas personas en este campo de conocimiento, vetado para ellos durante mucho tiempo. Consideramos que una de las herramientas que de forma más dinámica y acertada puede facilitarles el acercamiento al pensamiento abstracto es el ordenador. Por eso pensamos que utilizando el ordenador como herramienta facilitadora de acceso al contenido, conseguiremos un mayor y más rápido aprendizaje de los conceptos básicos del conteo y la cantidad.



CAPÍTULO IV

IV

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

I. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las actuales leyes de educación proponen el logro de una educación de calidad para todos como fin esencial, basándose en los valores humanistas propios de la tradición cultural europea.

Esto fundamenta la importancia de la actuación planificada para las personas con necesidades educativas especiales y, en nuestro caso, para las personas con Síndrome de Down. Ciertamente, somos conscientes de la desventaja que en determinados ámbitos supone esta característica y de que el ofrecer respuestas de calidad para las necesidades de estas personas pasa, necesariamente, por el estudio y conocimiento de sus posibilidades y particularidades. De ahí el intento del presente trabajo de conocer un poco más a esta población y encontrar posibles recursos que faciliten un aprendizaje más significativo.

En este contexto, es también necesario reseñar la importancia que cobran las Nuevas Tecnologías de la información y la comunicación en nuestro entorno social, y cómo estas herramientas pasan a ser un nuevo ámbito de experiencia en la educación española, desde sus más tempranas

etapas. Una sociedad eminentemente tecnológica como la que vivimos, no puede más que acercar las nuevas realidades a todos sus ciudadanos, facilitando su conocimiento y aprovechando las ventajas que estas tecnologías pueden ofrecer para dar respuesta a las necesidades observadas.

En el capítulo I, a modo de resumen, se revisaron las características que presentan las personas con Síndrome de Down y cómo estas peculiaridades pueden, en gran medida, condicionar sus estilos y posibilidades de aprendizaje. Características sensoriales como las alteraciones oftalmológicas, otorrinolaringológicas y audiológicas descritas (Pueschel y Sustrova, 1997), pueden dificultar su acceso a la información proporcionada. Entre otras cosas, se observan pérdidas auditivas que oscilan entre el 7 y el 57 % en la gran mayoría de las personas con Síndrome de Down (Dahle y Baldwin, 1994), junto con alteraciones en, prácticamente, todos los tejidos oculares.

Tener en cuenta estas características resulta crucial antes de iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que arrastra una tradición oralista importante. Toda intervención pedagógica propuesta para esta población ha de partir del análisis exhaustivo de sus posibilidades visuales y



auditivas, e intentar corregir como primera medida estas peculiaridades sensoriales que, en la mayoría de los casos, pueden ser mejoradas mediante ayudas de tipo rehabilitador o corrector. Sin embargo, y continuando el análisis de los canales de comunicación, también se ha de tener en cuenta que estas personas no sólo presentan dificultades en los sistemas de recepción de la información. Además, se han observado deficiencias en el procesamiento, retención y evocación de la misma, siendo mayores los problemas en la modalidad auditiva que en la visual (Lincoln y cols., 1985; Marcell y Armstrong, 1982; Pueschel y cols., 1990; Rondal y cols., 1997). Como se vio anteriormente, los estudios de Pueschel y cols. (1990) demuestran que estos alumnos ejecutan peor las tareas en respuesta a órdenes orales que visuales, lo que ha sido interpretado en función de la posterior mielinización de las fibras nerviosas auditivas (Pueschel y Sustrova, 1997). Esto explicaría, así mismo, las mayores dificultades en la memoria auditiva (frente a la visual) propuestas por Pueschel en 1988 y posteriormente asociadas a las diferencias en el procesamiento de la información por Cunningham (1995).

Por todo esto, y una vez más, parece razonable proponer la necesidad de centrar la presentación de información por el canal visual fundamentalmente, frente a la transmisión de información oral. De hecho, Buckley (1995) asoció estas premisas a la facilitación que el uso del ordenador puede provocar sobre sus aprendizajes. Como herramienta de información, el ordenador permitiría la presentación del mensaje por el canal visual además del auditivo. En esta línea, Troncoso y Del Cerro (1991) afirmaban que el ordenador va a presentar una gran importancia en la enseñanza de



las personas con Síndrome de Down, cuando se utilicen actividades y ejercicios adecuados a cada caso.

Sea cual sea la modalidad de presentación de la información, las personas con Síndrome de Down muestran problemas en el funcionamiento de la memoria a corto plazo, así como un escaso uso de estrategias de memoria que dificulta el aprendizaje y la retención a largo plazo (Arraiz, 1994). No obstante, el uso del ordenador podría amortiguar estas limitaciones, dado que permite presentar la información de forma sistemática y reiterada. Así mismo, Troncoso y cols. (1997) enfatizan las dificultades en comprensión que presentan las personas con Síndrome de Down. De ahí que, según ellos, las órdenes y el contenido de las frases presentadas deban apoyarse en enunciados no muy largos, claros, con un tipo de letra adecuado y con un vocabulario familiar. Esto facilitaría la percepción del mensaje y ayudaría a la persona con Síndrome de Down a acceder a su contenido. Algo que también puede derivarse a partir de las conocidas dificultades en atención presentadas por estos alumnos, que sugieren ayudarles a focalizarse en los elementos relevantes de la tarea (Macías, 1999; Troncoso, Del Cerro y Ruiz, 1999). Sin embargo, la individualización y secuenciación de las tareas que permite el ordenador puede ayudar a solucionar estas dificultades atencionales. Se han sugerido las posibilidades motivacionales que presenta el software multimedia. Por ejemplo, Chen y Bernard-Opitz (1993) han demostrado su influencia positiva sobre la conducta y el aprendizaje de alumnos con necesidades educativas especiales.

Así mismo, las dificultades en pensamiento abstracto delimitadas por Florez (1999) hacen que sea

imprescindible la presentación de conocimientos de forma manipulativa, especialmente en las primeras fases de su aprendizaje. La optimización de la enseñanza de determinados conceptos pasa por la presentación de estímulos reales y la dinamización de estrategias para facilitar su asimilación. En este sentido, el material multimedia permite concretar determinados contenidos haciéndolos tangibles mediante estructuras dinámicas de presentación. Por ejemplo, mediante elementos en movimiento e inclusión de ejemplificaciones y experiencias.

Junto a estas características de las personas con Síndrome de Down que influyen de forma general en su aprendizaje, y especialmente relacionado con la presente investigación, conviene tener en cuenta las dificultades inherentes al aprendizaje de conceptos lógico-matemáticos. En el Capítulo III se describieron algunos de los aspectos de este tipo de conocimiento que hacen que resulte abstracto y complejo para muchos alumnos. En cualquier caso, y de forma más o menos generalizada, se ha llegado a proponer que las personas con Síndrome de Down presentan especiales problemas en el aprendizaje de las matemáticas en comparación con el resto de alumnos sin necesidades educativas especiales (Byrne, Buckley, MacDonald y Bird, 1995; Carr, 1988). Frente a esta idea, sin embargo, y de forma paulatina, se está empezando a estudiar el desarrollo de estos contenidos en personas con Síndrome de Down y los errores que cometen en la implementación de estos aprendizajes. Así, y al igual que sucede con los estudios en niños sin este síndrome, los investigadores centrados en la investigación del desarrollo de conocimientos lógico-matemáticos en Síndrome de Down están



tomando posiciones de partida bien diferentes. Por ejemplo, respecto a si existen unos principios prerrequisito a partir de los cuales los niños aprenden a contar o si, por el contrario, en los primeros momentos se realiza un aprendizaje memorístico que posteriormente da lugar a la adquisición de estos mismos principios. En la investigación que aquí se presenta, no consideramos necesario entrar en esta discusión. La discrepancia entre unos y otros trabajos, y los resultados sobre otros factores influyentes, como el tipo de escolarización (Casey, Jones, Kugler y Watkins, 1998; Shepperdson, 1994 y Sloper, Cunningham, Turner y Knussen, 1990) o la modalidad de presentación de la información (Porter, 1999), hacen que nuestro interés sea otro. Para la investigación que se presentará a continuación, la cuestión relevante es si la adquisición de las habilidades relacionadas con el conteo y la cantidad depende de la estrategia metodológica utilizada en su enseñanza, más que de las supuestas dificultades presentadas por este colectivo de personas.

En el capítulo II de este trabajo se revisaron diferentes estudios que enfatizaban las posibilidades del uso del ordenador en la enseñanza de distintos tipos de contenidos. Davidson, Elcock y Noyes (1996), Shilling (1997) y Talley, Lancy y Lee (1997), entre otros, muestran la optimización que supone el uso del ordenador en la enseñanza del lenguaje, y cómo los resultados obtenidos por alumnos que han utilizado esta herramienta son mejores que los de aquellos que no han tenido acceso a la misma. Otros estudios muestran un mejor desarrollo cognitivo y de la creatividad en niños que realizan aprendizajes mediante el uso de las posibilidades de presentación que plantea este medio, como son las imágenes

en movimiento (Shute y Miksad, 1997; Snider, 1996 y Wriugh y cols., 1992). Dentro del ámbito de la Educación Especial, también son varias las investigaciones que muestran las posibilidades de este recurso en el aprendizaje y en las conductas que den acceso al mismo. Así, Alba (1990), Boone, Higgins y Notari (1996), Chen y Bernard-Opitz (1993), Heimann, Nelson, Tjus y Gillberg (1995), López y López (1995), Martín (1992), Pérez y Urbina (1997) y Torres, (1990), entre otros, sugieren las ventajas que supone para las personas con necesidades educativas especiales el uso del ordenador como elemento facilitador de sus aprendizajes. Así mismo, algunos trabajos enfatizan las ventajas que en motivación y conducta aporta el uso del ordenador (Bernard-Opitz, 1993 y Nelson, Tjus y Gillberg, 1995), sus usos y posibilidades en comunicación (Nelson, Tjus y Gillberg, 1995), así como sus virtudes para favorecer la integración de los alumnos con necesidades educativas especiales en el aula ordinaria (Boone, Higgins y Notari, 1996).



Si a todo esto unimos los resultados de diferentes investigaciones que demuestran las posibilidades de la enseñanza de las matemáticas mediante material multimedia, tanto en niños con y sin necesidades educativas especiales, parece interesante analizar si el ordenador puede optimizar el aprendizaje de estos conceptos también en niños con Síndrome de Down. McCollister y cols. (1986) observaron que los niños que trabajaban con ordenador puntuaban más que aquellos que sólo habían tenido el apoyo del profesor en tareas de reconocimiento de números. Brinkley y Watson (1987) expusieron que los niños de tres años realizaban mejor tareas de clasificación de objetos mediante la simulación en el ordenador, que cuando tenían que clasificar objetos reales. Olson (1988) analizó el empleo de tareas manipulativas y de ordenador, concluyendo que los niños que trabajaban con ordenador demostraban una mayor sofisticación en tareas de clasificación y pensamiento lógico. Por su parte, Char (1989) nos muestra cómo los niños sin ningún tipo de necesidades educativas especiales aprenden determinados contenidos lógico-matemáticos de forma más rápida y significativa cuando utilizan el ordenador como herramienta, enfrentándose incluso a la manipulación directa. En esta misma línea, Clements y Nastasi (1993) mostraron que aquellos niños que usaban el ordenador en su aprendizaje de la aritmética adquirirían un mayor pensamiento conceptual que aquellos que lo hacían de forma tradicional. Otros estudios, reseñados en el capítulo III (Clements, 2002; Clements y Nastasi, 1993; Clements y Samara, 2002) muestran también las ventajas del uso del ordenador en la enseñanza de conceptos matemáticos en niños sin necesidades educativas

especiales. Todo esto hace pensar en la importancia que el uso del ordenador puede tener para la enseñanza de conceptos matemáticos para las personas con Síndrome de Down, así como en la necesidad de evaluación del software destinado a ellas, tal y como se explicita en el capítulo II.

Resumiendo, si analizamos las demandas de una educación de calidad que propone nuestro sistema educativo, como respuesta a las necesidades educativas especiales, hemos de posibilitar al máximo las oportunidades que se brindan al colectivo de personas con Síndrome de Down. Así mismo, y dadas sus características básicas en atención, percepción, memoria, y lenguaje, hemos de planificar las ofertas educativas partiendo de sus potencialidades y no de sus deficiencias. Se ha analizado cómo se produce un giro de 180° en la concepción de las dificultades de estas personas en el terreno matemático, mediante el estudio de diferentes trabajos que muestran sus posibilidades en este terreno.

Por todo lo expuesto con anterioridad, planteamos que un análisis apropiado de las peculiaridades que presenta el aprendizaje de estas personas y la adecuación del método de enseñanza de conceptos lógico-matemáticos a las mismas, puede facilitar el acceso de la población con Síndrome de Down a esta materia. Así, y como se viene apuntando en todo este capítulo, el objetivo principal del presente trabajo de investigación es explorar la capacidad de las personas con Síndrome de Down para aprender contenidos de conteo y cantidad, y conocer hasta qué punto el uso del ordenador facilita ese aprendizaje. De ser así, habría que desbancar la idea generalizada de que los niños con Síndrome de Down tienen una dificultad especial para el



conocimiento matemático que no poseen para otras materias como la lectura o la escritura.

Del planteamiento de la investigación se derivan las siguientes hipótesis de trabajo. Por un lado, si la enseñanza mediante el ordenador facilita el aprendizaje de las primeras habilidades matemáticas, la ejecución de los niños pertenecientes a este grupo en tareas de conteo y cantidad será superior a la de los niños que reciben una enseñanza tradicional. Independientemente de la evolución de los niños formados mediante el método tradicional, sería esperable que los alumnos de enseñanza multimedia mostraran un avance más rápido en su aprendizaje junto a una mayor capacidad de generalización y transferencia.

La confirmación de estas hipótesis pondría en entredicho las afirmaciones de diferentes autores sobre la especial dificultad de las personas con Síndrome de Down para el aprendizaje de contenidos lógico-matemáticos.

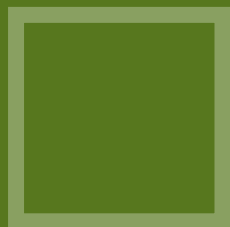
■ 2. JUSTIFICACIÓN Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

A lo largo de nuestra experiencia de trabajo con personas con Síndrome de Down, hemos detectado la escasa investigación sobre los procesos de aprendizaje de las matemáticas en este colectivo. No se encuentran métodos de enseñanza que partan de sus posibilidades para ofrecer una respuesta adecuada a sus necesidades. Por norma general, se están implementando los mismos métodos que para el resto de los niños, sin tener en cuenta las características especiales que hacen que estos métodos sean inadecuados.

En la práctica diaria con las personas con Síndrome de Down hemos observado que, en muchas ocasiones, el hito de sus especiales dificultades en el terreno lógico-matemático ralentiza el estudio de métodos apropiados a sus características. Así mismo, pensamos que esta “imposibilidad” observada, no es tal. Estas personas aprenden de forma significativa contenidos lógico-matemáticos, si se enseña partiendo de sus necesidades.

Por otra parte, somos conscientes de las posibilidades que la enseñanza mediante el ordenador presenta para este colectivo. En algunas ocasiones, sorprende comprobar como son capaces de hacer suyos diferentes contenidos mucho mejor con el ordenador que con todas las estrategias que nosotros, como profesionales, ponemos en juego para su enseñanza. El poder lúdico y motivador que posee el ordenador, y el material multimedia más concretamente, sobre su capacidad de atención y su aprendizaje, optimiza los procesos de enseñanza que se llevan a cabo con ellos.

Por esto, pensamos que el poner en práctica una metodología adecuada en el ámbito lógico-matemático facilitará el aprendizaje de estas personas. El estudio que se presenta a continuación consiste, básicamente, en la comparación de dos métodos de enseñanza de las matemáticas a niños con Síndrome de Down. Se trata de conocer las posibles diferencias, tras el proceso de enseñanza, entre un grupo de niños que reciben un método tradicional de formación y otro grupo de alumnos que realizan las mismas tareas de aprendizaje, si bien utilizando el ordenador como herramienta metodológica.



CAPÍTULO V



ESTUDIO

I. MÉTODO

I.1. DISEÑO METODOLÓGICO

La presente investigación, enmarcada dentro de la metodología cuantitativa, conforma un diseño pretest-postest con grupos equivalentes (Experimental y Control). Todas las sesiones, tanto las de evaluación como las de entrenamiento, se realizaron de forma individualizada, ya que esta es la forma habitual de trabajar con los niños en la Asociación Síndrome de Down “Ciudad de Jaén”, en la que se realizó la investigación. Para asegurar los resultados objetivos del trabajo, se controló que los niños no recibieran ningún tipo de enseñanza respecto a los contenidos evaluados en esta investigación fuera del contexto de estudio. Así mismo, en las sesiones se contaba con el apoyo del profesional que trabajaba habitualmente con el niño como una medida que garantizara su adecuada ejecución. La evaluación de cada una de las variables dependientes se realizó en seis momentos distintos a lo largo del proceso.

El estudio implicaba dos variables independientes. Por un lado, el tipo de herramienta utilizada en el proceso

de enseñanza (manipulada entre grupos; Ordenador en el Experimental y Fichas de lápiz y papel en el Control). Por otro, y como variable de medidas repetidas, los diferentes momentos de evaluación.

Las variables dependientes evaluadas se organizan en torno a cuatro tareas clave y a esos distintos momentos de prueba.

1) Para analizar el conteo y precantidad en el material multimedia de presentación de diez elementos, se evaluaron tres variables en las seis sesiones:

- Principio de correspondencia en el material multimedia de presentación de diez conjuntos (MULCOR)
- Principio de serie estable en el mismo material (MULSER)
- Precantidad en este material ante la pregunta ¿Cuántos objetos hay? (MULPREC)

2) Por otro lado, en las sesiones se evaluó el conteo y la precantidad en una tarea de presentación de un conjunto de 20 objetos simulados en la pantalla de un ordenador (Material Multimedia Global). Las variables medidas en esta prueba fueron:



- Principio de correspondencia (CONCOR)
- Principio de serie estable (CONSER)
- Cantidad de nombres de números conocidos por el niño (CONNUM)
- Precantidad ante la pregunta ¿Cuántos hay? (CONPREC)

3) La tercera prueba consistía en la detección, por parte de los niños, de errores cometidos en la ejecución del conteo de una muñeca. De esta forma se pretendía evaluar su capacidad para juzgar la corrección del conteo realizada por otra persona. Las variables medidas en esta tarea en las seis sesiones fueron:

- Detección de errores en correspondencia (DETCOR)
- Detección de errores en serie estable (DETSER)
- Detección de errores en precantidad ante la pregunta ¿Cuántos hay? (DETPREC)
- Detección de series contadas sin error (DETSIN)

4) La cuarta prueba realizada se basa en la prueba de cantidad de Wynn (1990, 1992) de “Dar x”. Ésta, al contrario que las anteriores, no se evaluó por igual a lo largo de las seis sesiones que configuraban el estudio. En esta prueba los niños tenían que dar al examinador el conjunto que contuviera tantos objetos como los solicitados por él. Dado que en el diseño de la tarea se propuso que los niños tendrían que dar 10 cantidades (desde un objeto a diez objetos), y para evitar que la prueba fuera demasiado larga, se optó por dividir la tarea a lo largo de dos sesiones de evaluación. En cada una de ellas se solicitaban cinco



cantidades distintas de entre seis mostradas. El orden de presentación de éstas se contrabalanceó a través de los alumnos.

En esta prueba se recogieron datos tanto de la ejecución de cada niño en cada uno de los conjuntos pedidos (obteniéndose diez medidas distintas, Dar 1, Dar 2, Dar 3,...,Dar 10), como de la ejecución total en los diez conjuntos, recogiéndose en esta variable (DAR TOTAL) el número total de conjuntos pedidos que el niño ha dado correctamente en las dos sesiones que conforman los diez conjuntos.

Por último, se llevó a cabo una prueba de generalización de conocimientos. En ella se evaluaron tres variables con cuatro condiciones cada una, dos semanas después

de haber acabado con cada uno de los niños todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por un lado se evaluó el principio de correspondencia aplicado a un conjunto de un objeto (CORR1), a un conjunto de cinco objetos (CORR5), a uno de diez (CORR10) y a uno de quince (CORR15). Por otro se evaluó la serie estable adquirida en cada uno de estos conjuntos (SER 1),(SER 5), (SER 10) y (SER 15). Además, se evaluó el concepto de cantidad a partir de una tarea de “Dar X”, con los mismos conjuntos mencionados anteriormente (DAR 1), (DAR 5), (DAR 10) y (DAR 15).

En la tabla 8 aparece un resumen de las variables medidas atendiendo a los principios que evalúan y a la prueba en la que se incluyen.

TABLA 8

RESUMEN DE VARIABLES MEDIDAS SEGÚN PRINCIPIO Y TAREA DE EVALUACIÓN.

Material Principio	Material Multimedia	Material Multimedia Global	Detección de Series contadas	Dar “x”	Generalización
Correspondencia	MULCOR	CONCOR	DETCOR		CORR1 CORR5 CORR10 CORR15
Serie estable	MULSER	CONSER	DETSER		SER1 SER 5 SER10 SER15
Precantidad ¿cuántos hay?	MULPREC	CONPREC	DETPREC		
Cantidad				DAR “X” DAR TOTAL	DAR1 DAR5 DAR10 DAR15
Nombres de Números		CONNUM			
Series sin error			DETSINE		



1.2. PARTICIPANTES

Los participantes en el estudio fueron seleccionados entre los asistentes a la Asociación Síndrome de Down “Ciudad de Jaén” y a su aula de Extensión en Úbeda (Jaén). La elección de los mismos se realizó a partir de una entrevista con los profesionales que trabajan en esta asociación. En esta entrevista se pidió a los profesionales que informaran de los niños que asistían a clase con ellos y de la etapa de aprendizaje en la que se encontraban, para así poder seleccionar a aquellos alumnos que podían participar en el estudio. Tras esta primera elección, la muestra quedó representada por 23 niños (13 niños y 10 niñas) de los que posteriormente hubo que rechazar a tres por no cumplir alguno de los criterios de inclusión o presentar alguno de los de exclusión propuestos. Dentro de los criterios de inclusión, se estableció que podrían participar los niños que no conocieran correctamente la serie estable y que no tuvieran adquirido el concepto de cantidad. El rango de edad se situó entre los 4 años y 2 meses y los 10 años y 5 meses. Así mismo, como criterio de exclusión se propuso que los niños no debían presentar problemas asociados al Síndrome de Down, como sordera total, o problemas de visión que no pudieran ser suplidos por el uso de instrumentos. Dada la sistematicidad propuesta en el estudio, otro de los criterios de exclusión era la falta de asistencia repetida a las sesiones. Desafortunadamente,

dos de los niños que habían sido seleccionados en la primera entrevista con las profesionales fueron excluidos también una vez comenzado el proceso de investigación por presentar disfunciones tiroideas que imposibilitaban el adecuado transcurso de las pruebas. Tras este segundo filtro, la muestra productora de datos quedó definitivamente formada por 18 participantes (10 niños y 8 niñas¹²), que fueron asignados aleatoriamente a los grupos experimental (enseñanza multimedia) y control (enseñanza tradicional). La Tabla 7 muestra la distribución de participantes en cada grupo.

ORGANIZACIÓN DE LA MUESTRA POR GRUPO Y SEXO.

	Niños	Niñas	Total
G. Control	3	5	8
G. Experimental	7	3	10

TABLA 7

Antes de iniciar el proceso de enseñanza, todos los alumnos fueron evaluados en cada una de las pruebas que conformarían las distintas sesiones de evaluación. La idea era asegurar la ausencia de diferencias entre ambos grupos antes de comenzar el período de formación. Como se describirá en la sección de resultados, en ningún caso aparecieron diferencias entre ellos.

¹² En un primer momento, el número de niños y niñas en ambos grupos era equivalente. Posteriormente, debido a la mortalidad de la muestra, el equilibrio entre ambos grupos en la variable sexo quedó descompensada.

1.3. INSTRUMENTOS

Para facilitar la presentación de los instrumentos utilizados en el proceso de investigación se citan atendiendo al momento y actividad para la que han sido seleccionados. Por tanto, a continuación se recogen los instrumentos utilizados en la evaluación del programa multimedia, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en las pruebas de evaluación y en la de generalización, así como el material requerido por el investigador.

Instrumento de evaluación del programa multimedia de enseñanza de las Matemáticas

Para la evaluación del material multimedia se utilizó la Escala de Evaluación de Material Multimedia para Personas con Síndrome de Down (Ortega, 2001). Ésta permite evaluar la accesibilidad de los programas multimedia de aprendizaje para personas con Síndrome de Down, a partir de las características que esta población.

Dicho instrumento consta de ocho subescalas que analizan los programas multimedia centrándose en los siguientes aspectos: Identificación; Adaptabilidad al currículo oficial; Diseño de ejercicios; Imágenes y enunciados escritos; Sonidos y enunciados audibles; Vínculos; Reforzadores y Distractores.¹³

Tras el análisis de los programas multimedia para

la enseñanza de las matemáticas existentes en el mercado, se escogió el programa *Mis primeros Pasos con Pipo* de Cibal Multimedia. Éste fue elegido por ser el que más se acercaba a los contenidos que se pretendían trabajar y el que mejor se adaptaba a las características de las personas con Síndrome de Down.

Instrumentos para el proceso de enseñanza-aprendizaje

Durante la fase de formación, el Grupo Experimental y el Grupo Control difirieron en el material con el cual se trabajaba su habilidad en el conteo y la cantidad. El primero realizó toda esta fase con el programa informático antes citado (*Mis primeros pasos con Pipo*). Dentro de este paquete general, se utilizaron sólo las dos actividades referentes al aprendizaje de los conceptos de conteo y cantidad.

Por un lado, el juego de los globos cuyo objetivo didáctico es aprender a contar hasta 10 y en el cual, el alumno ha de contar cuántos globos lleva cogidos una muñeca y escoger el número correcto de entre tres opciones que se le presentan. El aprendizaje va estructurado en tres niveles de dificultad, según se le presenten al niño los números del 1 al 3 (1^{er}. nivel), del 1 al 5 (2^o nivel), o del 6 al 10 (3^{er}. nivel). Los alumnos pasan de nivel cuando realizan correctamente un ochenta por ciento de los ensayos en el primer intento.

¹³ Ver escala completa en Anexo I.



*P.e. Pantalla del Juego de globos.
Mis Primeros Pasos con Pipo.*

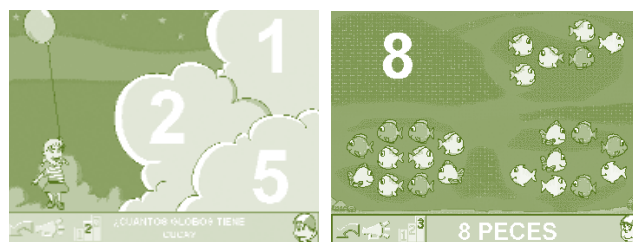
Por otro lado, se presentó a los niños el juego de los peces, cuyo objetivo didáctico es relacionar números y cantidades. En este juego el niño ha de seleccionar el área que contenga el número de peces que Pipo indica. Este juego también viene estructurado en tres niveles de dificultad y utiliza el mismo criterio de consecución de niveles que el anterior.



*P.e. Pantalla del Juego de peces.
Mis Primeros Pasos con Pipo.*

Por su parte, el grupo control utilizó material de lápiz y papel, consistente en láminas que mostraban el mismo diseño que las pantallas del programa multimedia *Mis primeros pasos con Pipo*. Estas láminas se presentaban en el mismo orden que en las pantallas del juego y se

estructuraban por los mismos niveles. Así mismo, las instrucciones dadas a los niños eran idénticas, ya que en ambos grupos los niños sólo tenían que señalar con el dedo la respuesta solicitada, bien en la pantalla del ordenador o bien en la lámina. La única diferencia existente entre los grupos implicaba el dinamismo del programa frente a la imagen fija de la lámina.



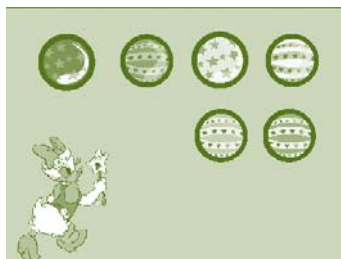
Ejemplos de láminas.

Instrumentos para las pruebas de evaluación

Material Multimedia.

Para una de las pruebas de evaluación de conteo, se utilizó, por un lado, un material multimedia de elaboración propia, consistente en una presentación realizada con Microsoft PowerPoint, en la que iban apareciendo conjuntos de elementos (1 a 10 objetos) a los que el alumno debía contestar contando el número de objetos que aparecían. Estas pantallas se utilizaron para medir las variables MULCOR, MULSER Y MULPREC. De ahora en adelante nos referiremos a él como Material Multimedia de 10 elementos.

Por otro lado, al finalizar las 10 pantallas de presentación de conjuntos consecutivos se presentaba una pantalla resumen (en adelante Multimedia Global) en la que aparecía un conjunto de 20 elementos que el alumno debía contar. Con ella se realizaba la evaluación de las variables CONCOR, CONSER, CONNUM y CONPREC. Tras cada una de las pantallas se presentaba la solución al conteo y posteriormente una pantalla de recompensa. A continuación se puede observar un ejemplo de la secuencia seguida por las pantallas.



Pantalla de presentación del conjunto con 6 objetos. Al presentarle esta pantalla se pedía al alumno que contara los balones.



Pantalla de presentación de resultado.



Pantalla recompensa. Esta pantalla siempre aparecía, independientemente de cómo lo hiciera el niño, para evitar que el sentimiento de fracaso ante errores cometidos en las primeras pantallas pudiera influir en las siguientes.

Para evitar el aprendizaje de los estímulos, se crearon seis versiones diferentes en las que los objetos que tenían que contar eran diferentes: balones, coches, juguetes, nubes, frutas y estrellas. (Ver Anexo II)

Material manipulativo

Este material consistía en 10 conjuntos de animales de plástico pegados en tableros de 10 x 15 cm. Estos conjuntos variaban en la cantidad de animales que contenían, y que oscilaba entre 1 y 10 elementos. Dos muñecos de trapo eran los encargados de dar las instrucciones y recibir las respuestas del niño. Este material se utilizó para la evaluación de los principios de correspondencia, serie estable, nombres de números conocidos y cantidad (último número contado) en las tareas de detección de errores (DETCOR, DETSER, DETPREC, DETSIN). Además este también fue el material utilizado en las tareas de “Dar x” (DAR TOTAL y DAR X).



En la tabla 9 se muestra de forma esquematizada el uso de todos los recursos utilizados en esta fase de la evaluación.

Objetivo a evaluar. Material utilizado Grupos Experimental y Control.		
Principio de Correspondencia	Ejecución	Multimedia consecutivo y Multimedia Global
	Detección de errores	Conjuntos de animales y muñecos
Principio de Orden estable.	Ejecución	Multimedia consecutivo y Multimedia Global
	Detección de errores	Conjuntos de animales y muñecos
Principio de Precantidad ¿Cuántos hay?	Ejecución	Multimedia consecutivo y Multimedia Global
	Detección de errores	Conjuntos de animales y muñecos
Nombres de número	Ejecución	Multimedia consecutivo y Multimedia Global
Principio de Cantidad “Dar X”	Ejecución	Conjuntos de animales y muñecos

Tabla 9. MATERIAL UTILIZADO POR AMBOS GRUPOS EN LAS PRUEBAS DE EVALUACIÓN.

Material para la prueba de generalización

En esta prueba se presentaban al niño 4 golosinas. A cada una de estas golosinas se le asignó un valor de fichas diferente (1, 5, 10 y 15). Así mismo se dieron a los niños 31 de estas fichas, ofrecidas en conjuntos inferiores, pero siempre en una cantidad superior a las requeridas para la ejecución correcta de la tarea. Estas fichas tenían que ser utilizadas como moneda de cambio para conseguir las golosinas. En esta tarea se evaluaron los principios de correspondencia (CORR1, CORR5, CORR10 Y CORR15), serie estable (SER1, SER5, SER10 Y SER15) y

cantidad (DAR1, DAR5, DAR10 Y DAR15) en cuatro condiciones diferentes (1, 5, 10 o 15 objetos).

Material para el experimentador

Para la recogida de datos, el experimentador disponía de dos registros en los cuales anotaba las ejecuciones de los niños a lo largo de las seis sesiones de evaluación. Junto con estos registros se acompañaba un listado con el orden de presentación tanto de tareas como de estímulos en cada una de ellas, según el contrabalanceo aplicado (Tabla 10). Los registros del experimentador se recogen en el Anexo III.

2. PROCEDIMIENTO

A continuación se presenta el procedimiento llevado a cabo durante la fase de investigación. Así, se recogen en un primer momento las evaluaciones llevadas a cabo a los niños, el proceso de enseñanza que han recibido los participantes del grupo control y experimental, el seguimiento que se ha realizado de su evolución y, por último, el estudio de la generalización de conocimientos a otras situaciones.

2.1. EVALUACIONES

Como se comentó anteriormente, los niños de ambos grupos fueron evaluados en seis momentos diferentes. La primera evaluación (Pretest) se realizó para asegurar la

ausencia de diferencias significativas entre las ejecuciones de ambos grupos. Posteriormente se realizaron cuatro evaluaciones más, alternándolas con sesiones de enseñanza. Por último, se llevó a cabo la evaluación definitiva (Postest) como referencia clave para comparar la ejecución de ambos grupos. Todas las sesiones de evaluación seguían el mismo procedimiento. Para facilitar su presentación dividiremos esta exposición en función de la tarea y el principio de conteo que se intenta evaluar con ella (Gelman y Gallistel, 1978).

a) Prueba de Material Multimedia de Diez Elementos: En esta tarea se evaluaron los principios de correspondencia, orden estable y precantidad:

Principio de Correspondencia: El alumno debía contar los conjuntos presentados y el experimentador anotaba si era capaz de realizar una buena correspondencia entre ítem y etiqueta. En las presentaciones de ensayos consecutivos (MULCOR), se dio un punto en cada pantalla cuando el alumno realizaba la correspondencia 1 a 1 en los objetos presentados. El total posible al final de las diez pantallas era de 10 puntos.

Principio de Orden Estable: Durante la ejecución en el material multimedia, también se evaluaba si el alumno poseía alguna cadena de números estable. En los ensayos consecutivos (MULSER) que se presentaron del uno al diez, se iba anotando si se realizaba adecuadamente la secuencia que correspondía al conjunto presentado. La puntuación que obtenía el alumno en el total de los diez primeros conjuntos presentados (cantidades desde 1 a 10

objetos), correspondió al número de secuencias estables convencionales realizadas en las 10 pantallas.

Precantidad: Tras cada conjunto presentado y después de que el alumno lo contara (MULPREC), se preguntaba “¿cuántos objetos hay?”. Si respondía con el último número de la serie realizada por él, se podía entender que poseía este concepto de “precantidad”. Se dio un punto siempre que el alumno hubiese contestado con el último número de su serie, incluso cuando no se correspondía con el número de elementos presentados. Lo que se pretendía era conocer la competencia de los alumnos respecto al principio de precantidad, que hace énfasis en el último número de la serie contada. De esta manera se podían conseguir diez puntos si se realizaba la precantidad en los diez conjuntos presentados.

b) Prueba de Material Multimedia Global: Al igual que en la tarea anterior se realizó la evaluación de los principios de correspondencia, serie estable y precantidad, uniéndose además una medida de la cantidad de nombres de número conocidos por los niños.

Principio de Correspondencia: Como en la tarea anterior se pretendía medir si el alumno era capaz de realizar la correspondencia ítem-objeto, pero esta vez, en un conjunto de 20 elementos (CONCOR). En esta tarea se podía obtener un punto con la realización de la correspondencia en el conteo de los objetos, independientemente del número de objetos que fuesen capaces de contar.

Principio de serie estable: Así mismo, en la pantalla de material multimedia global de 20 ítems (CONSER) se



registraba la secuencia de mayor orden contada correctamente por el alumno. Por ejemplo, si un alumno contó “1, 2, 3, 5, 6, 7...” la puntuación conseguida era de 3, ya que es el número con el que se cierra esta secuencia estable convencional.

Nombres de número conocidos: En esta presentación de 20 objetos mostrada en el material multimedia global, (CONNUM), se recogieron todos los nombres de números que el alumno denominaba, independientemente de que se siguiera un orden estable o no. La puntuación obtenida era igual a la cantidad de nombres de número distintos que producía.

Principio de Precantidad: El procedimiento era similar al seguido en la presentación del material multimedia de diez elementos, pero con la pantalla de presentación de 20 estímulos. La puntuación que se podía conseguir era de un punto siempre que se respondiera con el último número de su serie contada (CONPREC).

c) Prueba de Detección de errores. En esta tarea se pedía a los niños que juzgaran si los muñecos que se les habían presentado anteriormente (Pepa y Pepe) cometían errores en secuencias de conteo. Cada muñeco realizaba cuatro series distintas de conteo. De ellas, dos fueron sin errores (DETSIN), dos con errores de correspondencia (DETCORR), dos con errores de secuencia estable convencional (DETSER) y dos con errores de cantidad (DETPREC). Los niños debían contestar ante la pregunta del experimentador acerca de la ejecución de los muñecos. Se informaba a los niños de que los muñecos no sabían contar y había veces en las que



se equivocaban, de manera que ellos tenían que ayudarlos y decirles si lo habían hecho bien o mal. Los ensayos se bloquearon por tipos de error. El orden de presentación de los errores en cada ensayo se contrabalanceó para eliminar posibles efectos del orden de presentación de los mismos. Los alumnos podían obtener un máximo de dos puntos en cada uno de los cuatro errores presentados.

d) Prueba de Cantidad (DAR X)(DAR TOTAL). Para observar si el alumno poseía el concepto de cantidad de acuerdo con el planteamiento realizado por Frye y cols. (1989), se presentaron conjuntos con diferente número de objetos (cantidades entre 1 y 10 objetos). En cada uno de los ensayos se mostraron 5 tableros, de forma que cada dos ensayos se completaba la presentación de toda la serie numérica del 1 al 10. El orden de presentación de los diez elementos dentro de cada una de las dos sesiones que lo completarían, se asignó aleatoriamente. En cada ensayo, el

alumno tenía que dar a los muñecos un tablero con un número variable de animales y solicitado por el investigador (como “¿Puedes darle a Pepa o a Pepe el tablero que tiene “x” animales?” o “¿Dónde hay X animales? Dáselo a Pepe o Pepa”). Una vez que el alumno había facilitado al muñeco un tablero, se le pedía que lo verificara contando los animales que tenía, para comprobar si se había dado el tablero correcto. Cabía la posibilidad de conseguir un punto por cada uno de los tableros dados correctamente. Para evaluar la evolución a lo largo del entrenamiento, se agruparon las sesiones en bloques de dos para completar la serie y observar los progresos realizados por el alumno. En el caso de DAR TOTAL, el alumno podía conseguir hasta diez puntos al dar correctamente las diez cantidades pedidas.

2.2. PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Los procesos de enseñanza-aprendizaje fueron diferentes para ambos grupos. A continuación se describen las características de cada uno de ellos.

Grupo Experimental. Como ya se ha comentado, el entrenamiento en este grupo se realizó con el programa *Mis primeros pasos con Pipo*. En concreto, a través de las actividades de Globos y Peces. En cada uno de los juegos los niños pasaban de nivel al realizar un ochenta por ciento de las demandas sin error en su primer intento. No obstante, la duración del ejercicio varió en función de la ejecución del niño, ya que tenía que realizar doce demandas en cada uno de los ejercicios.



Grupo Control. En este caso, el periodo de formación se realizó con el método tradicional de fichas de lápiz y papel. La dinámica de los ejercicios era la misma que con el ordenador. Sin embargo, las tareas de entrenamiento se realizaban en fichas impresas y la información adicional y las ayudas las proporcionaba el experimentador, aunque eran del mismo tipo de las ofrecidas por el material multimedia. La evolución de un nivel a otro se realizó de la misma manera que con el ordenador. Como para el grupo experimental, las tareas presentadas en cada ejercicio también eran doce.



2.3. TEMPORALIZACIÓN Y ORGANIZACIÓN

DE TAREAS

Para ambos grupos, cada tres sesiones de entrenamiento se realizó una nueva sesión de evaluación usando diferente multimedia de conteo. En dichas sesiones, el orden de presentación de las pruebas y el de los estímulos se contrabalanceó a través de los sujetos. La idea era evitar efectos de cansancio y de aprendizaje de las secuencias. En la tabla 10 puede observarse la organización para las seis sesiones de tareas y estímulos.

Así mismo, la temporalización de las evaluaciones, las sesiones de entrenamiento y la prueba de generalización fue la misma para ambos grupos. Su estructura aparece en la gráfica 4.

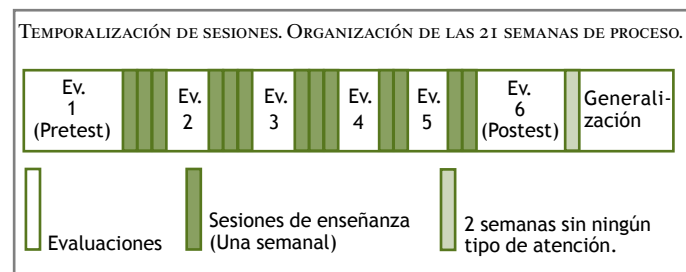
2.4. GENERALIZACIÓN

Para evaluar si se producía algún tipo de generalización de los conceptos de conteo y cantidad a situaciones diferentes de las utilizadas durante el período de formación, se llevó a cabo una sesión extra en la que los alumnos, de ambos grupos, debían poner en práctica lo aprendido para conseguir una serie de premios. En esta sesión de generalización, se mostraba a los alumnos un cajón con diferentes compartimentos en los cuales había distintos tipos de golosinas, y cada una de ellas con un precio asignado. Se dieron a los niños un total de 31 fichas cuadradas, siempre más de las que se necesitaban real-

CONTRABALANCEO DE PRUEBAS Y ESTÍMULOS PARA LAS SEIS SESIONES

1º Sesión	2º Sesión	3º Sesión
Conteo Cantidad: 3,8,5,1,2. Detección errores: A, B, C, D	Conteo Cantidad: 6,4,9,7,10. Detección errores: B, C, D, A	Detección errores: C, D, A, Conteo Cantidad: 8,10,5,7,3.
4º Sesión	5º Sesión	6º Sesión
Detección errores: D, C, B, A Cantidad: 2,4,6,1,9. Conteo	Conteo Cantidad: 6,2,8,10,9 Detección errores: A, D, C, B	A Conteo Cantidad: 1,5,4,3,7. Conteo Detección errores: B, A, D, C
Leyenda: A= Series con error en correspondencia C= Series con error en precantidad		B= Series con error en serie estable D= Series contada sin ningún tipo de error

Tabla 10



Gráfica 4.

mente. De ese conjunto inicial, los niños tenían que dar la cantidad solicitada para conseguir cada una de las golosinas. Así, el experimentador preguntaba qué golosina quería y el alumno debía contar y dar la cantidad exacta de fichas para conseguirla.

3. RESULTADOS

Los análisis de los datos se realizaron mediante contrastes de medias (análisis de varianza, ANOVA), para las variables cuantitativas, y contraste de proporciones para las mediciones de frecuencia. En cualquier caso, el objetivo era doble con todas las variables:

1) Comparar los dos grupos entre sí tanto en la primera sesión de evaluación (pretest) como en la sexta y última (postest).

2) Comparar las condiciones pre y post en cada uno de los dos grupos.

No obstante, para el caso de las variables cuantitativas se decidió obtener una medida adicional del efecto de la enseñanza a lo largo de las distintas sesiones de evaluación. Por ello se realizaron análisis de los componentes de tendencia que describían el patrón de ejecución a lo largo del período de enseñanza-aprendizaje. Así mismo, y como se verá más adelante, se realizaron análisis de correlación entre algunas de las variables registradas. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico STATISTICA 5.5.

3.1. TAREAS PRESENTADAS CON EL MATERIAL MULTIMEDIA DE DIEZ ELEMENTOS

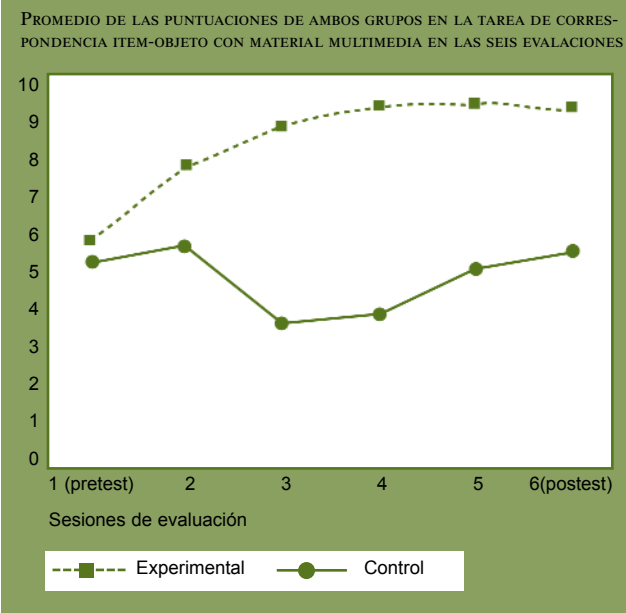
Correspondencia ítem-objeto

La gráfica 5 muestra las puntuaciones promedio de los dos grupos de niños en cada una de las seis sesiones de evaluación. El ANOVA sobre los datos en la primera evaluación (pretest) reveló que no existían diferencias significativas de

partida entre los participantes de ambos grupos, $F < 1$. El promedio en la ejecución del grupo control fue de 5.5 ($DT = 3.8$) y el del grupo experimental de 6 ($DT = 2.9$).

Con el análisis en la última evaluación, sin embargo, ambos grupos mostraron una ejecución diferencial, $F(1, 16) = 12.5$; $MCE = 5$, $p < 0.01$. En promedio, el grupo control presentó una ejecución significativamente inferior ($M = 5.75$ y $DT = 3.2$) que la del grupo experimental ($M = 9.5$ y $DT = 0.8$).

Ciertamente, la comparación de las condiciones pretest y postest en el grupo control reveló que no existían cambios significativos entre ambas ($F < 1$). Algo que sí ocurría en el grupo experimental pues estos alumnos mostraron un aumento significativo en las puntuaciones en el postest respecto de la línea de base, $F(1, 16) = 22.8$, $MCE = 2.7$, $p < 0.01$.



Gráfica 5



Como se señaló al introducir este apartado, se llevaron a cabo análisis de tendencias que permitieran conocer la evolución de ambos grupos a lo largo de las diferentes sesiones. Básicamente, la idea era comprobar la presencia de, al menos, un componente lineal en el grupo experimental, así como explorar el patrón de ejecución en el grupo control en el caso de existir un efecto principal de las sesiones.

Como era esperable, el análisis de la ejecución del grupo experimental mostró un efecto principal de estas sesiones, $F(5, 45) = 11.1$, $MCE = 1.8$, $p < 0.01$, que era explicado en un 75 % por el componente de tendencia lineal $F(1, 16) = 24.1$, $MCE = 3.1$ y $p < 0.01$.

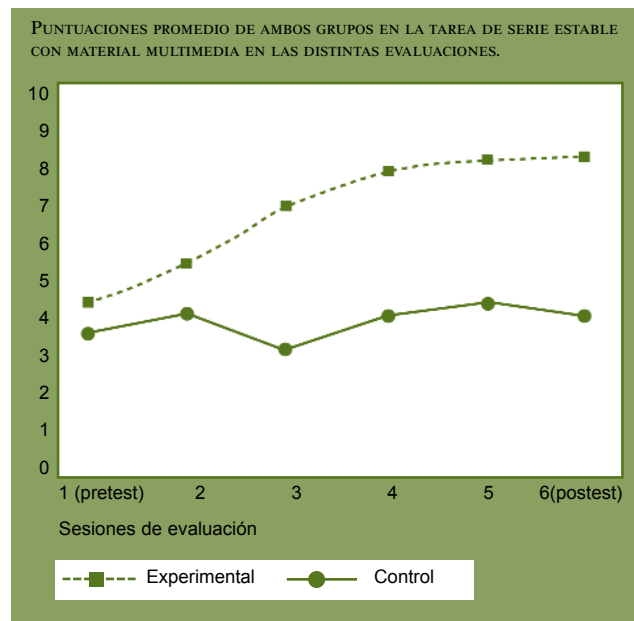
Respecto al grupo control, y a pesar de existir un efecto principal de las sesiones $F(5, 35) = 2.4$, $MCE = 2.5$, $p = 0.05$, no aparecía ninguna tendencia significativa (tendencia lineal con $F < 1$).

Serie estable adquirida

La comparación de las puntuaciones de ambos grupos en la primera evaluación reveló, como era esperable, que no diferían entre sí antes de iniciar el proceso de enseñanza (el grupo control con $M = 3.8$ y $DT = 2.2$ y el grupo experimental con $M = 4.5$ y $DT = 2.4$; $F < 1$). La gráfica 5 presenta el promedio de puntuaciones de cada uno de los dos grupos a lo largo de las seis sesiones de evaluación.

Respecto a la ejecución en la última evaluación, el ANOVA mostró que el grupo control ($M = 4.1$, $DT = 2$) presentó una ejecución notablemente menor que el grupo experimental ($M = 8.1$, $DT = 1.2$), $F(1, 16) = 26.9$, $MCE = 2.6$, $p < 0.01$.

Por otro lado, se observó que no existía un incremento significativo en la serie estable adquirida por los alumnos pertenecientes al grupo control entre la primera y la sexta evaluación ($F < 1$). El grupo experimental, en cambio, mostró una mejora sustancial en su ejecución a lo largo de todo el periodo de enseñanza, $F(1, 16) = 34.4$, $MCE = 1.88$, $p < 0.01$.



Gráfica 6

En el análisis de la tendencia seguida durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (ver gráfica 6), el grupo control mostró una ejecución similar en cada una de las sesiones ($F < 1$). Sin embargo, y a juzgar por la significación estadística del componente lineal del efecto de las sesiones [$F(1,16) = 33.5$, $MCE = 3.0$, $p < 0.01$], el grupo experimental sufrió una mejora paulatina de su aprendizaje entre la primera y la última evaluación. La tendencia lineal explicaba, por sí sola, el 91 % del efecto asociado al momento de evaluación.

Precantidad

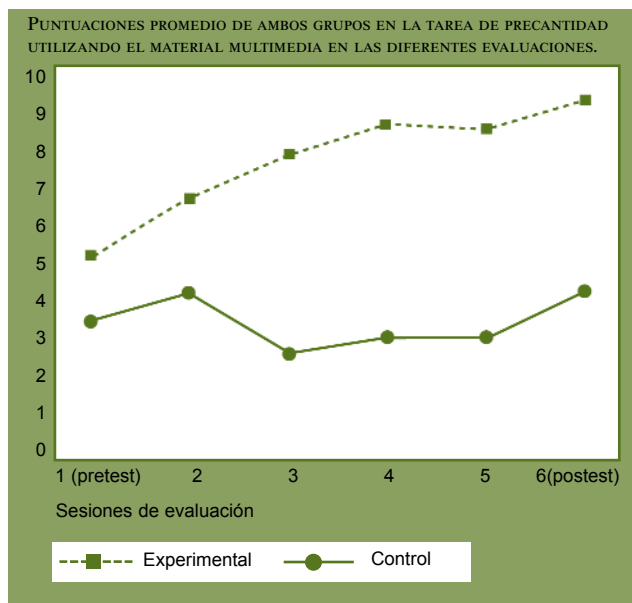
En la gráfica 7 puede observarse la tendencia general de ambos grupos a lo largo de las sesiones en esta tarea, realizada utilizando material multimedia de diez elementos.

Una vez más, no se observaron diferencias significativas entre los grupos experimental y control en la primera evaluación, $F(1, 16) = 1.32$, $MCE = 8.8$, $p > 0.26$. Antes de la puesta en marcha del proceso de enseñanza, el grupo control ($M = 3.9$, $DT = 3.6$) y el grupo experimental ($M = 5.5$, $DT = 2.4$) presentaban una ejecución en la tarea de precantidad estadísticamente similar.

En el postest, sin embargo, se observó un aumento significativo en las puntuaciones de los niños pertenecientes al grupo experimental ($M = 9.3$ y $DT = 0.82$) respecto a los del grupo control ($M = 4.6$ y $DT = 3.1$) en la misma tarea $F(1, 16) = 21$, $MCE = 4.6$, $p < 0.01$.

En el análisis realizado para comprobar si existían diferencias entre la fase inicial y la final del proceso de enseñanza aprendizaje, el grupo control no mostró ninguna variación ($F < 1$). En cambio, si aparecían diferencias significativas en las puntuaciones pre-post del grupo experimental, $F(1, 16) = 22.8$, $MCE = 3.1$, $p < 0.01$.

El análisis a través de las distintas evaluaciones mostró que no existía un efecto principal de éstas sobre la ejecución en el grupo control, $F(5, 35) = 1.6$, $MCE = 2.0$, $p = 0.19$. Por contra, el patrón mostrado por el grupo experimental podía ser descrito mediante una función lineal que explicaba el 89 % del efecto principal de las sesiones, $F(1,16) = 20.5$, $MCE = 4.3$, $p < 0.01$. [Efecto principal con $F(5, 45) = 11.5$, $MCE = 1.7$, $p < 0.01$].



Gráfica 7



3.2. TAREAS PRESENTADAS CON EL MATERIAL MULTIMEDIA GLOBAL

Correspondencia ítem-objeto

Dado que la variable medida en este caso presenta sólo dos valores (correcto o incorrecto), se realizó el análisis sobre la proporción de alumnos de cada grupo que realizaban la tarea correctamente. Dichos datos se analizaron mediante el estadístico χ^2 corregido¹⁴, para poder observar las diferencias entre ambos grupos. En cualquier caso, la lógica de los contrastes es la misma que la utilizada con el ANOVA, excepto en lo que se refiere al análisis a través del conjunto total de sesiones, que no se realizó. Se comparó la ejecución de los dos grupos antes y después del proceso de enseñanza, así como las condiciones pre y post para cada uno de los grupos por separado (ver tabla 11).

Los resultados mostraron que el porcentaje de niños de cada grupo que realizaba adecuadamente la tarea en la condición pretest era similar, $\chi^2_{(1)} = 0.14$, $p > 0.05$ (37.5 % de alumnos del grupo control y 40 % del experimental).

Sin embargo, en la última evaluación sí se observaron diferencias entre ambos grupos, $\chi^2_{(1)} = 3.9$ y $p < 0.05$. Mientras que en el grupo control la proporción de tareas correctamente realizadas fue del 50 %, en el experimental el 100 % de los niños las realizó de forma adecuada.

Respecto a la comparación pre-post, el análisis reveló que el grupo control no experimentó una mejora significativa tras el período de enseñanza, $\chi^2_{(1)} = 0.00$. Sin embargo, en el grupo experimental aparecía un mayor proporción de alumnos que realizaba la tarea correctamente en la evaluación sexta en comparación con la primera, $\chi^2_{(1)} = 5.95$ y $p = 0.01$.

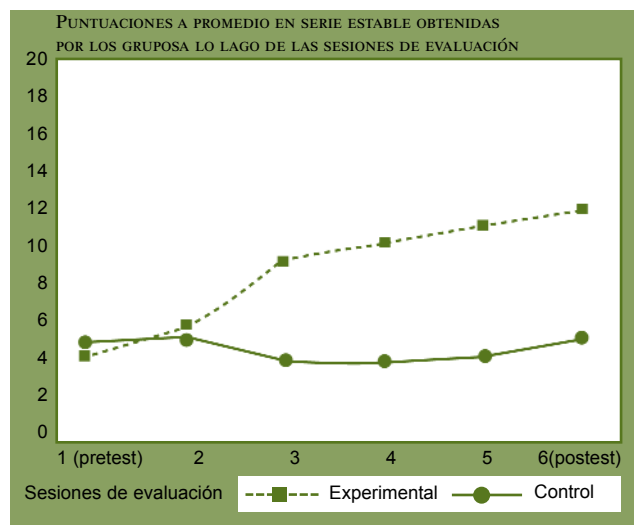
PROPORCIÓN DE ALUMNOS DE CADA GRUPO QUE REALIZA LA TAREA DE CORRESPONDENCIA EN MULTIMEDIA GLOBAL EN CADA SESIÓN

	Pretest	Ev.2	Ev.3	Ev.4	Ev.5	Posttest
Control	37.5%	50%	37.5%	37.5%	50%	50%
Experimental	40%	80%	100%	100%	100%	100%

Tabla 11

Serie estable conocida

En la gráfica 8 se muestran las tendencias de cada uno de los dos grupos a lo largo de las seis sesiones de evaluación que se llevaron a cabo.



Gráfica 8

¹⁴ Para evitar los posibles efectos de la muestra reducida, utilizaremos el estadístico Chi-cuadrado corregido de Yates.

Una vez más, el punto de partida de ambos grupos era similar pues, en promedio, las puntuaciones en la prueba pretest eran estadísticamente equivalentes (grupo control con $M = 4.9$ y $DT = 5.4$; grupo experimental con $M = 4.3$ y $DT = 2.6$, $F < 1$).

Tras las 21 semanas del proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo, se pudo observar una diferencia entre los dos grupos en la tarea de serie estable multimedia global, $F(1, 16) = 18.2$, $MCE = 8.7$, $p < 0.01$. Los alumnos del grupo experimental obtuvieron una puntuación promedio de 11.1 ($DT = 1.7$) mientras que la del control fue de 5.1 ($DT = 4.0$).

El análisis de las puntuaciones en pre y post en el grupo control confirmó que no había diferencias significativas en sus respuestas antes y después del proceso de enseñanza ($F < 1$). Sin embargo, el grupo experimental mostró una ejecución significativamente mejor en la sexta evaluación que en el pretest, $F(1, 16) = 38.3$, $MCE = 6.0$ y $p < 0.01$.

Por último, y en relación con la tendencia general durante las distintas sesiones de evaluación, no se encontró ningún efecto principal en el grupo control ($F < 1$). En el caso del grupo experimental, en cambio, aparecía una tendencia lineal [$F(1, 16) = 45.8$; $MCE = 7.4$, $p < 0.01$] que explicaba, por sí sola, un 94 % del efecto del proceso de enseñanza.

Nombres de números conocidos

El análisis de la cantidad de nombres de números producidos en la primera evaluación mostró que ambos grupos presentaron una ejecución estadísticamente similar ($F < 1$; grupo control con $M = 6.6$ ($DT = 6.8$) y grupo experimental con $M = 8.7$ ($DT = 3.7$). Tras la última sesión de entrenamiento, sin embargo, aparecía una clara diferencia entre ellos, $F(1, 16) = 11.7$, $MCE = 13.44$, $p < 0.01$. El grupo experimental producía una mayor cantidad de números ($M = 14.2$, $DT = 2.6$) que el control ($M = 8.2$, $DT = 4.7$).

En la gráfica 9 se puede observar el promedio de puntuaciones de los grupos a lo largo de las seis sesiones de evaluación.

Al igual que en casos anteriores, no se observó ningún cambio significativo en las puntuaciones pre y postest en el grupo control $F(1, 16) = 1.4$; $MCE = 7.3$, $p > 0.25$. Además, este grupo tampoco mostró un efecto principal de las sesiones $F(5, 35) = 1.5$; $MCE = 7.75$, $p < 0.21$, sugiriendo que no experimentó una ejecución diferencial en función de la sesión de evaluación. El grupo experimental, sin embargo, presentó una mejora notable de su ejecución entre la primera y la última evaluación, $F(1, 16) = 20.0$, $MCE = 7.6$, $p < 0.01$. El análisis a través del conjunto de sesiones reveló una tendencia lineal que explicaba, por sí sola, el 85% del efecto principal de este factor, $F(5, 45) = 8.35$, $MCE = 4.9$, $p < 0.01$.



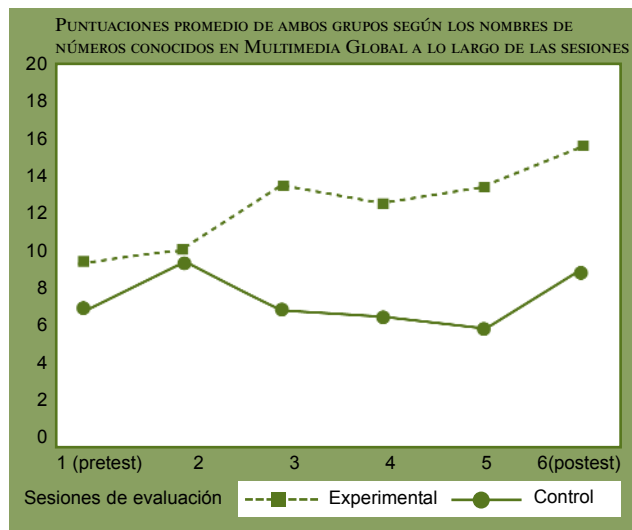
Precantidad

Una vez más, en esta variable se realizaron los análisis de los datos utilizando el estadístico χ^2 corregido de Yates, dado que sólo presenta dos opciones de respuesta (correcto o incorrecto). En la Tabla 12 se puede observar la proporción de alumnos que realizan correctamente la tarea a lo largo de las sesiones.

El contraste entre ambos grupos en el pretest reveló que no existían diferencias significativas entre el porcentaje de aciertos en el grupo control (12.5 %) y el del grupo experimental (30 %), $\chi^2_{(1)} = 0.1$, $p > 0.7$.

Al final del proceso, sin embargo, los dos grupos presentaban una ejecución estadísticamente diferente, $\chi^2_{(1)} = 5.4$, $p < 0.05$. Mientras que sólo un 25% de los alumnos del grupo control realizaban las tareas de precantidad correctamente, en el grupo experimental el porcentaje ascendía al 90 %.

Como era esperable, se observó que el grupo control no presentó una ejecución diferencial entre las condiciones pretest y postest ($\chi^2_{(1)} = 0.00$), mientras que en el grupo experimental la diferencia entre ellas era estadísticamente significativa, $\chi^2_{(1)} = 5.21$, $p < 0.05$. (Ver Tabla 12).



Gráfica 9

PROPORCIÓN DE ALUMNOS DE CADA GRUPO QUE REALIZA LA TAREA DE PRECANTIDAD EN MULTIMEDIA GLOBAL EN CADA SESIÓN

	Pretest	Ev.2	Ev.3	Ev.4	Ev.5	Postest
Control	12.5%	12.5%	0%	0%	25%	25%
Experimental	30%	50%	70%	90%	100%	90%

Tabla 12

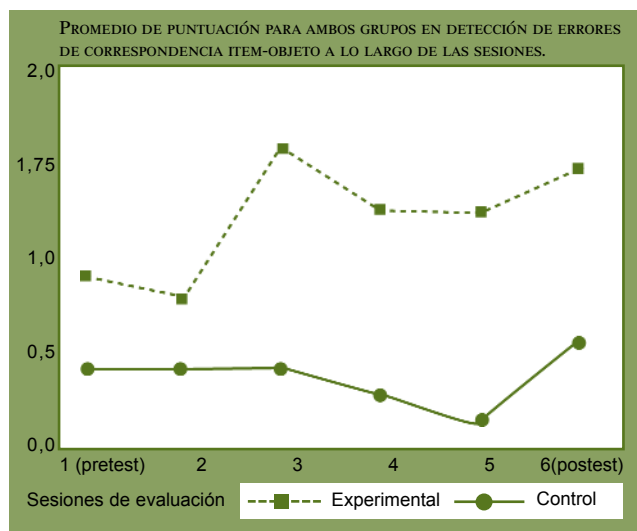
3.3. TAREAS DE DETECCIÓN DE ERRORES

Correspondencia ítem-objeto

En la primera evaluación ambos grupos mostraron una ejecución similar, [$F < 1$; grupo control con $M = 0.4$ y $DT = 0.74$ y grupo experimental con $M = 0.8$ ($DT = 1.03$)]. Sin embargo, el contraste al finalizar el proceso de enseñanza sugería diferencias marginalmente significativas entre los grupos experimental y control ($F(1, 16) = 3.2$, $MCE = 0.9$, $p = 0.09$). Efectivamente, el promedio del grupo control era de 0.5 ($DT = 0.92$) y el del grupo experimental de 1.3 ($DT = 0.94$).

Al realizar el análisis de la evolución de ambos grupos, se observó que no existían diferencias significativas para ninguno de los dos grupos a lo largo del proceso. El grupo control no mostró ninguna variación entre el pre y el posttest ($F < 1$). Sin embargo, tampoco aparecía en el caso del grupo experimental, $F(1, 16) = 1.46$; $MCE = 0.85$, $p > 0.2$).

No obstante, un análisis visual de la ejecución de ambos grupos sugería ciertas diferencias entre ellos (gráfica 10). Dado que nuestro objetivo era maximizar la detección de diferencias entre ambos grupos, se optó por crear una nueva variable a partir de la ejecución de los sujetos en las distintas sesiones (sumando sus puntuaciones en las seis evaluaciones). El análisis sobre estas nuevas medidas reveló claras diferencias entre ambos grupos, $F(1, 16) = 7.5$, $MCE = 11.4$, $p = 0.01$. En conjunto, el grupo de aprendizaje con ordenador presentaba una mejor capacidad de detección de errores cometidos por otros que el otro grupo de alumnos.



Gráfica 10

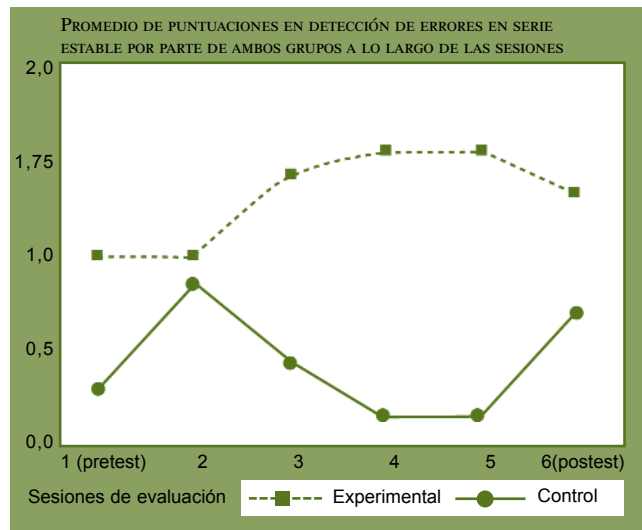


Serie Estable

Tampoco el análisis de la ejecución en esta tarea reveló diferencias entre los grupos en el pretest, $F(1, 16) = 2.00$, $MCE = 0.87$, $p > 0.17$. La puntuación promedio del grupo control fue de 0.37 ($DT = 0.74$) y la del grupo experimental de 1 ($DT = 1.05$).

No obstante, tampoco se encontraron diferencias entre ellos en la última evaluación tras el entrenamiento, $F(1, 16) = 1.8$, $MCE = 0.7$, $p = 0.19$. Aparentemente al menos, no había un efecto diferencial del método de enseñanza sobre la actuación en la tarea de orden estable. (Grupo control con $M = 0.75$ y $DT = 0.88$ y grupo experimental con $M = 1.30$ y $DT = 0.82$). Algo que, por otra parte, también confirmaron los contratos pre-post en cada uno de los grupos (ambos con $F < 1$).

Por ello, y como se hizo para el caso de la variable anterior, se generó una nueva variable sumando las puntuaciones de cada grupo a través de las distintas sesiones de evaluación. La idea era comparar ambos en esta medida de ejecución general. De esta forma, el análisis sí que reveló diferencias significativas entre ambos grupos, $F(1, 16) = 8.53$, $MCE = 11.5$, $p = 0.01$. (El promedio de puntuación para el grupo control fue de $M = 3$ y $DT = 1.92$ y para el grupo experimental de $M = 7.7$ y $DT = 4.19$). La actuación del grupo de enseñanza multimedia parecía haber sido, a lo largo del conjunto de sesiones, superior a la del grupo control (ver gráfica 11).



Gráfica 11

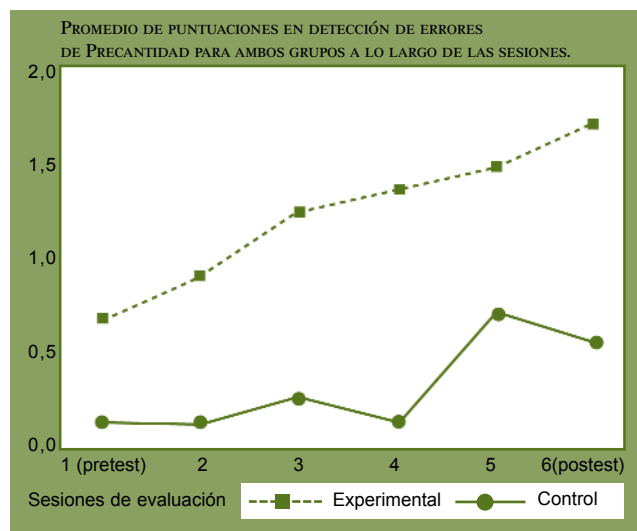
Precantidad

El análisis sobre la cantidad de errores que los niños de ambos grupos eran capaces de descubrir, mostró que en la primera evaluación no existían diferencias entre ambos, $F(1, 16) = 2.2$, $MCE = 0.04$, $p = 0.15$; (grupo control con $M = 0.12$ y $DT = 0.35$; y grupo experimental con $M = 0.6$ y $DT = 0.84$).

Tras el proceso de enseñanza, sin embargo, el grupo de aprendizaje con multimedia ($M = 1.5$, $DT = 0.52$) presentaba una mejor capacidad de detección de errores que el control ($M = 0.5$, $DT = 0.75$), $F(1, 16) = 10.9$, $MCE = 0.4$, $p < 0.01$.

Coherente con ese resultado, la comparación de las condiciones pre-postest reveló que el grupo experimental mostraba un incremento significativo de su competencia tras la fase de entrenamiento, $F(1, 16) = 8.77$, $MCE = 0.46$, $p < 0.01$ (Gráf. 12). Además, el análisis de la tendencia a lo largo de las seis sesiones sugería que ese incremento se produjo de forma lineal (ese componente explicaba el 91% de la varianza asociada al efecto de las sesiones).

Sin embargo, y como puede observarse en la gráfica 11, el grupo control no mostró ninguna variación significativa entre la primera y la última sesión de evaluación, $F(1, 16) = 1.2$, $MCE = 0.46$, $p > 0.28$.



Gráfica 12



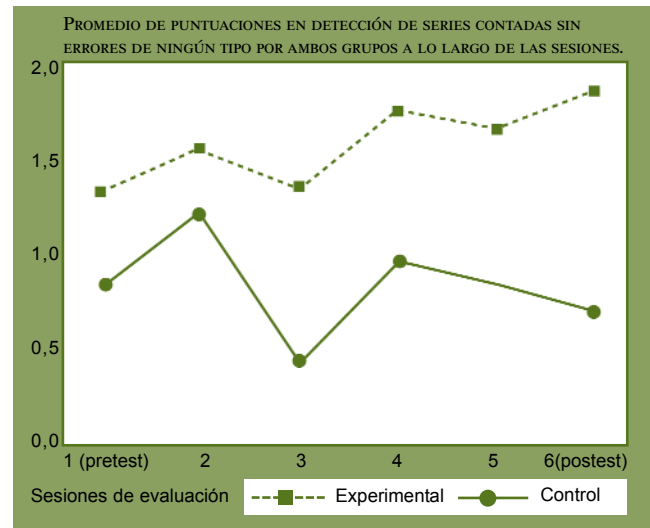
Series contadas sin errores de ningún tipo

Una vez más, no había diferencias de partida entre los dos grupos que puntuaban, en promedio, de forma similar, $F(1, 16) = 1.42$, $MCE = 0.78$, $p > 0.25$; (grupo control con $M = 1$ y $DT = 0.92$; y grupo experimental con $M = 1.5$ y $DT = 0.84$).

Tras el período de enseñanza (post-test), sin embargo, volvían a aparecer diferencias en su ejecución, $F(1, 16) = 18.5$, $MCE = 0.3$, $p < 0.01$. En promedio, los niños del grupo de aprendizaje con multimedia tendían a detectar más series sin errores ($M = 2$ y $DT = 0.00$) que los del grupo de enseñanza tradicional ($M = 0.87$ y $DT = 0.83$). En la gráfica 13 puede observarse la evolución de cada uno de los grupos a lo largo de las sesiones.

A pesar de eso, no aparecían diferencias significativas en la ejecución de ninguno de los dos grupos cuando se comparaban sus ejecuciones antes y después del proceso de enseñanza. [Grupo control con $F < 1$ y grupo experimental con $F(1, 16) = 2.6$, $MCE = 0.48$, $p > 0.1$.]

Por ello, y una vez más, se comparó la ejecución de ambos grupos teniendo en cuenta su ejecución a lo largo de todo el periodo de evaluaciones. El análisis de esta variable sí mostró que, en promedio, la ejecución del grupo experimental era significativamente mejor que la del control, $F(1, 16) = 13.7$, $MCE = 6.3$, $p < 0.01$.



Gráfica 13

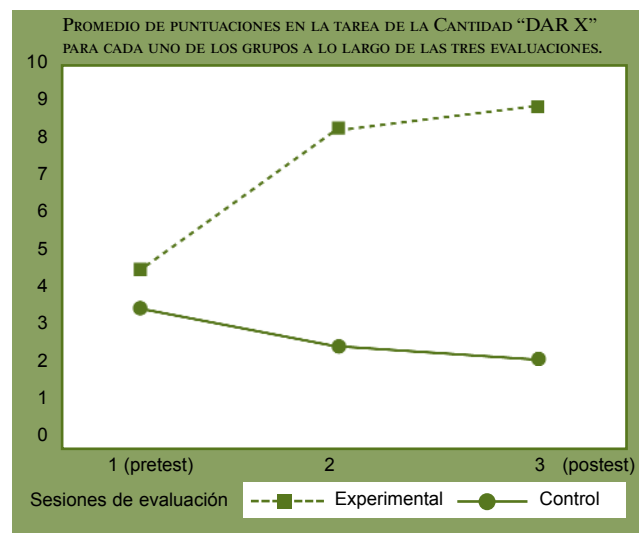
3.4. TAREAS DE CANTIDAD “DAR X”

A diferencia del resto de medidas, el análisis de la ejecución en las tareas de dar “X” se hizo teniendo en cuenta tres momentos distintos (en vez de seis). La razón es que en cada una de las evaluaciones solamente se presentaban la mitad de las tareas que comprendían un conjunto completo, por lo que la actuación completa de cada niño, con las diez cantidades pedidas, se obtuvo tras dos sesiones de evaluación. De esta forma, las dos primeras evaluaciones conforman el pretest, y la quinta y sexta el postest (la ejecución en las sesiones tercera y cuarta se consideran a modo de transición entre ambas). En cualquier caso, los contrastes realizados sobre estas medidas siguieron la misma lógica que los llevados a cabo anteriormente.

En primer lugar, la comparación de ambos grupos en la condición pretest reveló que no existían diferencias significativas de partida entre ellos ($F < 1$). (Grupo control con $M = 3.7$ y $DT = 1.16$; y grupo experimental con $M = 4.6$ y $DT = 1.9$).

En el caso de la última evaluación, sin embargo, aparecía un efecto del tipo de enseñanza, $F(1, 16) = 90.3$, $MCE = 1.6$, $p < 0.01$. En promedio, el grupo de enseñanza convencional ($M = 2.6$, $DT = 1.2$) puntuó por debajo del grupo de enseñanza con multimedia ($M = 8.4$, $DT = 1.3$). (Ver gráfica 14).

El análisis pre-post para cada uno de los grupos reveló resultados similares a los encontrados con otras medidas. Mientras la ejecución de los niños del grupo control no experimentó ningún cambio tras el proceso de enseñanza, $F(1, 16) = 3.6$, $MCE = 1.4$, $p > 0.5$, la competencia del grupo experimental en cuanto a la tarea de dar se incrementó de forma significativa, $F(1, 16) = 51.9$, $MCE = 1.4$, $p < 0.01$. Como puede observarse en la gráfica 15, la actuación de este grupo mejoró de forma progresiva durante las sesiones (el componente de tendencia lineal llegaba a explicar un 85% del efecto principal del factor sesión, $F(1, 16) = 51.9$, $MCE = 1.4$, $p < 0.01$).



Gráfica 14



3.5. TAREAS DE GENERALIZACIÓN

Correspondencia ítem-objeto

La recogida de datos en esta prueba se realizó atendiendo a si los alumnos eran capaces de realizar la correspondencia ítem-objeto en cuatro conjuntos de objetos que variaban en su cantidad (1-5-10-15). El análisis de datos se llevó a cabo sobre las proporciones de sujetos de cada grupo que realizaban las tareas de forma correcta, utilizando el estadístico χ^2 modificado de Yates. A continuación, se describirán los resultados de los contrastes para cada uno de los cuatro grupos de objetos.

Para el caso de un único objeto presentado no aparecían diferencias entre ambos grupos. El 100% de los participantes en el estudio realizó esta tarea sin ningún tipo de error ($\chi^2_{(1)} = 0.0$).

Respecto al conjunto de cinco objetos, el análisis reveló que tampoco existían diferencias significativas entre ellos, $\chi^2_{(1)} = 0.85$, $p > 0.35$. El 75% de los niños del grupo control y el 100% de los del grupo experimental realizaron correctamente la tarea.

Una distribución de frecuencias idéntica se produjo con el conjunto de 10 elementos, por lo que tampoco se observaron diferencias significativas entre los dos grupos ($\chi^2_{(1)} = 0.85$, $p > 0.35$).

La única diferencia entre los dos grupos de niños aparecía en la tarea en la que el conjunto era de 15 objetos ($\chi^2_{(1)} = 38.6$, $p < 0.05$). Mientras sólo el 50 % de los niños del grupo control realizaron la prueba correctamente, el porcentaje en el grupo experimental fue del 100 %.



En la tabla 13 se puede observar la evolución de ambos grupos en las cuatro condiciones estudiadas.

PROPORCIÓN DE NIÑOS DE AMBOS GRUPOS QUE REALIZAN ADECUADAMENTE LA TAREA DE CORRESPONDENCIA PARA LAS CUATRO CONDICIONES ESTUDIADAS.

Grupo	1 objeto	5 objetos	10 objetos	15 objetos
Control	100%	75%	75%	50%
Experimental	100%	100%	100%	100%

Tabla 13

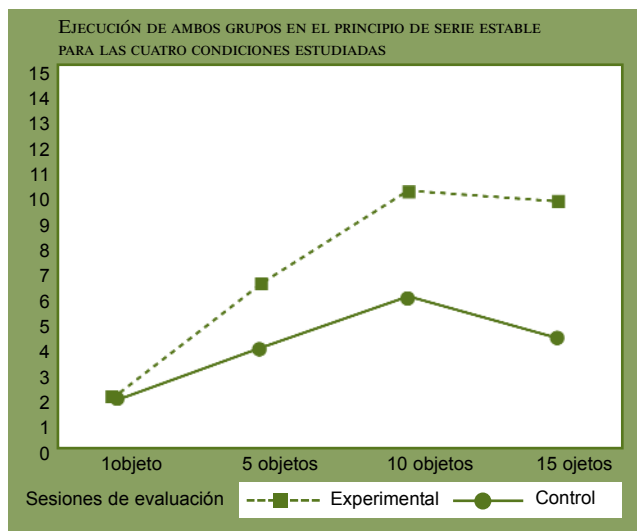
Tarea de Serie Estable Adquirida

Al igual que la anterior esta tarea se divide a su vez en cuatro subtareas, dependiendo del tamaño del conjunto de elementos presentado (1, 5, 10 y 15). Los niños habían de contar hasta cada uno de estos cuatro números manteniendo la serie estable convencional. La puntuación de cada alumno en cada caso correspondía al último número de la serie estable que producían correctamente. En el caso de un único objeto, todos los niños de ambos grupos eran capaces de contar un objeto, tanto en el grupo control, como en el experimental. Sin embargo, la ejecución en las restantes tres series (5, 10 y 15) mostró ser diferente para cada uno de los dos grupos de enseñanza.

En la subtarea de realizar una serie correcta y estable del 1 al 5, el ANOVA sobre las puntuaciones reveló que el grupo multimedia obtuvo, en promedio, una mejor puntuación que el grupo control, $F(1, 16) = 11.12$, $MCE = 1.8$, $p < 0.01$.

En este mismo sentido, y respecto a la serie de diez elementos, el tamaño de la serie estable producida también dependía del grupo, $F(1, 16) = 8.56$, $MCE = 7.1$, $p < 0.01$. (Ver Gráfica 15).

Por último, en la serie de 15 elementos también se observó una mejor ejecución en el grupo experimental $F(1, 16) = 8.70$, $MCE = 10.68$, $p < 0.01$, a pesar de que ninguno de los grupos consiguió realizar la serie adecuadamente.



Gráfica 15



Tarea de Cantidad “Dar X”

En este caso se pedía a los niños de ambos grupos que entregaran al investigador una cantidad variable de objetos. En concreto, se pidieron cuatro cantidades diferentes: 1, 5, 10 y 15. Para analizar la ejecución en las cuatro condiciones de la tarea se utilizó el estadístico χ^2 (corregido de Yates), dadas las opciones de respuesta en la tarea (correcto o incorrecto).

Los resultados mostraban que no había diferencias entre ambos grupos ante la petición de un único objeto, pues el 100 % de los niños de ambos grupos realizó la tarea correctamente. Sin embargo, un mayor porcentaje de niños del grupo experimental (100 % frente a un 37.5 % del grupo control) mostró realizarla de forma adecuada cuando el conjunto a entregar era de cinco elementos ($\chi^2_{(1)} = 5.82, p = 0.01$).

No obstante, ante las peticiones de 10 y 15 objetos ambos grupos presentaban una ejecución similar. En la tarea de 10 elementos, ningún niño del grupo control y sólo el 40% de los del grupo experimental la realizó adecuadamente ($\chi^2_{(1)} = 2.81, p > 0.9$). En el caso de los 15 objetos, ninguno de los niños del estudio completó la tarea.

En la tabla 14 se presentan las proporciones de la ejecución de ambos grupos en las cuatro condiciones.

PROPORCIÓN DE NIÑOS DE AMBOS GRUPOS QUE REALIZAN ADECUADAMENTE LA TAREA DE DAR “X” PARA LAS CUATRO CONDICIONES ESTUDIADAS.

Grupo	1 objeto	5 objetos	10 objetos	15 objetos
Control	100%	37,5%	0%	0%
Experimental	100%	100%	40%	0%

Tabla 14

3.6. OTROS RESULTADOS OBTENIDOS

Ejecución diferencial en las tareas de detección de errores

Un resultado que se consideró podía ofrecer información relevante era el derivado del análisis de la ejecución realizada en los distintos juicios presentados. Durante la realización de las tareas de detección de errores se presentaron a los niños errores en correspondencia, serie estable, precantidad, así como la posibilidad de apreciar series contadas sin ningún tipo de error. Por ello, se creyó importante analizar estadísticamente las posibles diferencias entre los distintos tipos de juicios. En la gráfica 16 pueden observarse las puntuaciones promedio en cada una de las condiciones.

En primer lugar, se realizó un ANOVA sobre las puntuaciones obtenidas en el pretest, con el grupo de enseñanza y tipo de tarea como factores. Este análisis mostró que no había un efecto principal del tipo de grupo y que ambos mostraban, en promedio, una ejecución similar antes de empezar el proceso de enseñanza, $F(1, 16) = 3.39, MCE = 1.34, p > 0.08$]. Sin embargo, sí que aparecía un efecto principal del tipo de tarea, que sugería una ejecución significativamente diferente para alguna de las tareas presentadas, $F(1, 16) = 4.73, MCE = 0.53, p < 0.01$.

Los análisis adicionales revelaron que era la tarea de juicios de series contadas sin error la que explicaba ese efecto principal, $F(1, 16) = 9.78, MCE = 0.67, p < 0.01$. En promedio, la ejecución en esa tarea era superior a la de las otras tres.

El análisis en el posttest mostró lo siguiente. Por un lado, aparecía un efecto del factor grupo, [$F(1, 16) = 24.69$, $MCE = 0.54$, $p < 0.01$]. El grupo experimental realizaba las tareas significativamente mejor que el control. Por otro, no se observó un efecto del tipo de tarea, $F(1, 16) = 1.69$, $MCE = 0.59$, $p = 0.18$. En términos generales, tras el proceso de enseñanza la ejecución en las diferentes tareas tendía a ser más homogénea.

Análisis de correlación entre las tareas de autorrealización y juicios de detección de errores

Para conocer hasta qué punto existía algún tipo de relación entre la ejecución en las tareas que requerían que el niño contara respetando los principios y las de detección de errores, se llevaron a cabo análisis de correlación considerando conjuntamente a ambos grupos. Un alto grado de relación en las puntuaciones en ambos tipos de tareas podría interpretarse como consecuencia de un mismo factor que determinaría la ejecución tanto cuando se ha de contar como cuando se ha de evaluar cómo lo hace otra persona. Las medidas consideradas fueron las obtenidas en la última sesión de evaluación.

En el caso de las tareas de ejecución del principio de correspondencia y la detección de errores cometidos por otra persona en este principio, los resultados del análisis mostraron que no existía una correlación lineal significativa, $r(x,y) = 0.12$, $t = 0.48$, $p = 0.63$. Una mejor actuación en las tareas de correspondencia no implicaba una mayor capacidad para detectar errores de salto o doble

conteo en la ejecución por parte de otras personas.

Lo mismo ocurre en las tareas en que los niños tienen que realizar el conteo manteniendo una serie estable convencional y la detección de errores en este principio. No se observan en esta medida correlaciones entre las dos variables, $r(x,y) = 0.15$, $t = 0.60$, $p = 0.55$.

En la ejecución de precantidad y la detección de errores en la misma, sin embargo, aparecía una correlación positiva significativa (y moderada) en la ejecución en ambos tipos de tareas, $r(x,y) = 0.53$, $t = 2.48$, $p = 0.02$.

Análisis de las relaciones entre las tareas de evaluación de la ejecución durante el proceso y las tareas de generalización

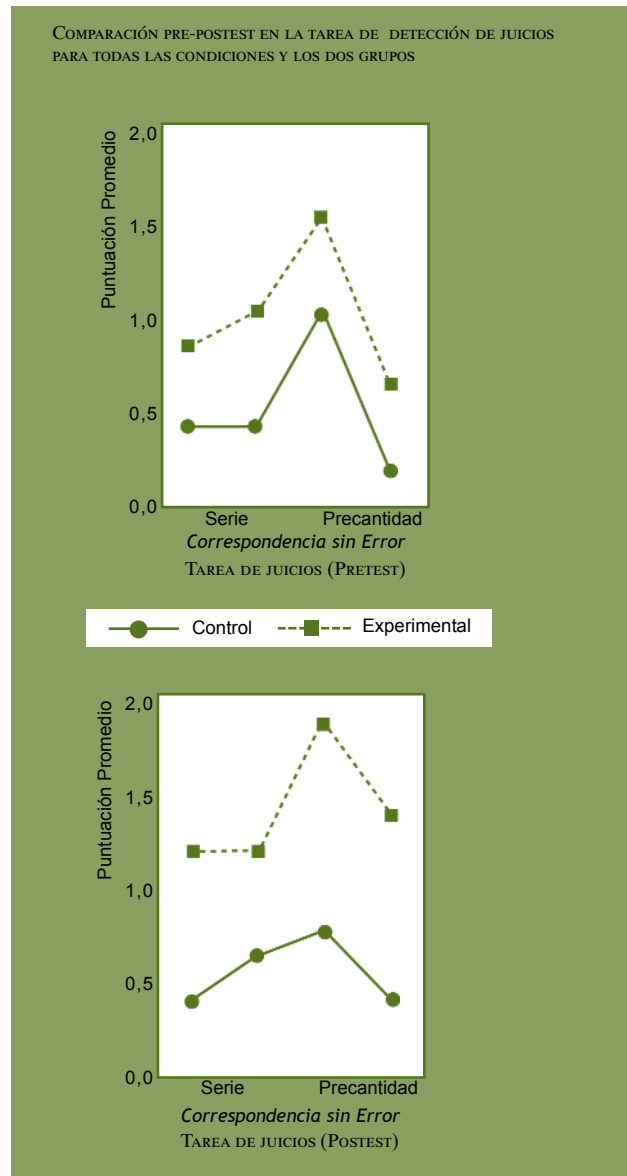
Con la idea de conocer algo mejor el efecto del tipo de enseñanza, se llevaron a cabo análisis de correlación entre las puntuaciones obtenidas por los niños durante el proceso de evaluación y las que obtuvieron en las pruebas de generalización. En concreto se realizaron análisis sobre cada uno de los principios estudiados a lo largo de este trabajo. Para las variables cuantitativas se llevaron a cabo análisis de correlación de Pearson como los comentados anteriormente. Para las medidas de frecuencia, la estimación de asociación se computó a través del análisis de tablas de contingencia mediante el estadístico χ^2 . Es importante destacar que la interpretación de relaciones entre tareas, en este último caso, se hizo a partir de la ausencia de diferencias en cuanto a la proporción de niños que las realizaban correctamente.



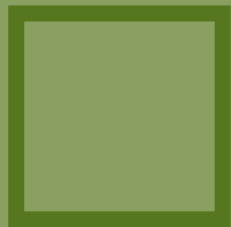
En primer lugar, y respecto al principio de correspondencia, se comparó la ejecución con material multimedia global en la última sesión de evaluación con la de la prueba de generalización con quince elementos. Los resultados sugerían algún tipo de relación entre ambas tareas pues aproximadamente los mismos sujetos las realizaban correctamente ($\chi^2_{(1)} = 0.16, p = 0.7$).

En cuanto al principio de serie estable, se realizó un primer análisis de correlación entre las ejecuciones en la tarea multimedia (de diez elementos) y la prueba de serie estable con diez elementos llevada a cabo en la generalización. El resultado mostró una correlación positiva y significativa (moderadamente alta) entre ambas, $r(x, y) = 0.66, t_{(17)} = 3.47, p < 0.01$. Un segundo análisis cuando las tareas implicaban 15 elementos (Material Multimedia Global y Generalización Serie Estable 15) reveló una correlación de la misma naturaleza, $r(x, y) = 0.71, t_{(17)} = 4.05, p < 0.01$.

El último principio analizado es el de cantidad, mediante las tareas de "Dar X". En concreto, el análisis se llevó a cabo en las cantidades solicitadas que eran comunes en la última sesión de evaluación (postest) y la de generalización; esto es, 1, 5 y 10 elementos. Respecto a las tareas de dar un único elemento, se observó que no había diferencias en la proporción de niños que realizaban correctamente ambas tareas, ($\chi^2_{(1)} = 0.53, p = 0.47$). Algo que también ocurría cuando se exigía dar cinco ($\chi^2_{(1)} = 0.13, p = 0.7$) y diez objetos ($\chi^2_{(1)} = 1.13, p = 0.3$).



Gráfica 16



CAPÍTULO VI



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo principal de esta investigación era conocer hasta qué punto los alumnos con Síndrome de Down pueden aprender conceptos lógico-matemáticos básicos (de número y cantidad), mediante la utilización de una metodología adecuada a sus necesidades. La consecución del objetivo propuesto pasaba por el conocimiento de las singularidades de esta población, así como la búsqueda de un programa multimedia adecuado a sus características para la enseñanza de los conceptos básicos del conteo y la cantidad. Como se comentó en el capítulo II, el ordenador posee unas potencialidades esenciales que lo hacen perfilarse como una excelente herramienta de transmisión de determinados tipos de contenidos que requieren de un dinamismo o una presentación especial para facilitar su comprensión. De ahí que en nuestro trabajo consideremos que el ordenador, y más concretamente el uso de material multimedia de enseñanza, es un instrumento muy útil para la enseñanza de conte-

nidos lógico-matemáticos a las personas con Síndrome de Down.

Los resultados encontrados en este estudio confirman claramente nuestra hipótesis de partida. En términos generales, los niños del grupo de aprendizaje multimedia demuestran haber adquirido, tras el proceso de enseñanza, conocimientos y habilidades relacionadas con el conteo que no presentan los del grupo control o que lo hacen en mucha menor medida. Es importante señalar que ambos grupos mostraban un nivel de conocimientos previos equivalente antes del comienzo del período de enseñanza. En ninguno de los análisis realizados de las condiciones pretest se encontraron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, al final del proceso, la capacidad de resolución de las tareas de conteo y cantidad era mucho más evidente en el grupo enseñado con material multimedia.

A continuación, se comentarán los resultados de



ambos grupos en todas y cada una de las tareas y variables utilizadas. Así mismo, se realizará una discusión más profunda sobre la ejecución en determinadas tareas que pueden clarificar la evolución de los niños a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por último, se comentarán algunas de las implicaciones prácticas más evidentes de este trabajo, incluyendo la necesidad de una mayor investigación futura.

■ 1. TAREAS PRESENTADAS CON MATERIAL MULTIMEDIA DE DIEZ ELEMENTOS

Una de las tareas que proporcionó información relevante sobre la ejecución de los alumnos en esta investigación es la tarea de conteo realizada a partir de la presentación de un material multimedia. En ella, los alumnos debían contar los conjuntos presentados en diez pantallas estáticas y que variaban en cantidad (de 1 a 10 objetos). El objetivo era la evaluación de los diferentes principios enunciados por Gelman y Gallistel (1978). A saber, correspondencia uno a uno, serie estable adquirida y precantidad.

Respecto al principio de correspondencia, y confirmando nuestra hipótesis, el grupo experimental mostró al finalizar el proceso de enseñanza-aprendizaje una ejecución superior a la del grupo control. Más aún, fue a partir de la tercera evaluación cuando empezaron a observarse diferencias significativas entre ambos grupos ($p < 0.01$), que se mantuvieron hasta el final. Ciertamente, la actuación del grupo control no sugiere la adquisición del



principio de correspondencia, pues no se aprecia ninguna tendencia significativa en su aprendizaje. Este resultado es congruente con la idea de que, en niños con Síndrome de Down, la enseñanza tradicional no facilita el desarrollo de la competencia para asignar unívocamente una serie numérica a la totalidad de un conjunto de elementos. De hecho, los alumnos de este grupo presentan errores de salto y doble conteo como los señalados por Poter (1999) o Gelman y Gallistel (1978). Probablemente, y como sugiere Baroody (1988), la ejecución de este grupo se vio influida por el aumento paulatino en el número de elementos que habían de contar y la disposición de los mismos. Este autor propone que a medida que se incrementa el número de objetos que forman la serie a contar, se aumenta también la dificultad de la ejecución de la tarea ya que requiere que el niño tenga en cuenta los elementos contados y los que quedan por contar. Del mismo modo, la disposición desordenada de los elementos puede hacer que sea más difícil utilizar la estrategia de partición.

Sin embargo, la enseñanza multimedia en el grupo experimental potenció su mejor ejecución en esta tarea, a pesar del aumento de elementos y su disposición. Suponemos que este incremento en el número de respuestas correctas por parte del grupo experimental puede venir favorecido por el feed-back que proporciona este material. El material multimedia presenta los elementos a contar con mayor dinamismo, lo que podría haber ayudado a que los alumnos que han trabajado las tareas de conteo a partir de él aprendan estrategias para

discriminar los elementos contados y los que quedan por contar. Consideramos que la ejecución del ordenador facilita, en mayor medida que la respuesta del profesor, una respuesta visual y más atractiva para el niño, lo que bajo nuestro criterio facilita la adquisición del principio de correspondencia. Teniendo en cuenta las características enunciadas en capítulos anteriores sobre la mejor adquisición de aprendizajes por el canal visual y la mejor memoria visual que auditiva de estos niños, creemos que el ordenador puede ofrecer estrategias de respuesta beneficiosas para el aprendizaje de las personas con Síndrome de Down. Hemos de recordar que a medida que el ordenador realiza la serie numérica se ilumina el elemento contado, lo cual favorece la entrada de información al niño por el canal visual además de por el auditivo.

Otro de los principios estudiados a partir de esta tarea es la adquisición paulatina de una mayor serie estable de números. En la ejecución de esta prueba, se evaluaba el mayor número de conjuntos contados con la serie estable convencional que los niños eran capaces de realizar. De nuevo, el claro avance del grupo experimental sobre el control a lo largo de todo el proceso confirmó nuestra hipótesis general. Como en el caso anterior, fue a partir de la tercera evaluación cuando este grupo comenzó a desmarcarse del grupo control.

La explicación del aumento de aciertos del grupo experimental puede venir dada por la respuesta que ofrece el ordenador en cada una de las ejecuciones de conteo realizadas por los niños. La reiteración de series estables adecuadas ante cada una de las tareas realizadas, parece



facilitar la adquisición paulatina de una serie estable convencional, mucho mejor que las respuestas ofrecidas únicamente por el profesor. El patrón del grupo control, sin embargo, fue radicalmente distinto. Estos alumnos concluyeron el período de formación sin mostrar un cambio en su capacidad para producir la serie estable convencional, a pesar de que ese contenido se trabajó en las tareas de entrenamiento.

Tras cada una de las series de conteo, se preguntaba a los niños cuántos elementos había en el conjunto que acababan de contar, tal y como se había hecho en otros estudios (Caycho y cols., 1991; Nye y cols., 1995). Esto permitía medir la competencia de los niños en cuanto al principio de valor cardinal que proponen Gelman y Gallistel (1978). No obstante, y dado que distintos autores sugieren que esta regla no garantiza una comprensión adecuada del valor cardinal del conjunto (Frye y cols., 1989; Gelman y Meck, 1983; Nye y cols., 1995; Poter, 1999 y Wynn, 1990, 1992) se optó por utilizar, además, las tareas de dar “X” como aproximación al principio de cantidad. En muchas ocasiones es posible que los alumnos, a pesar de contestar adecuadamente, no comprendan la abstracción que supone que el último número contado sea la cantidad de objetos que presenta el conjunto y, simplemente, den el último número como respuesta social adecuada a la pregunta.

Los resultados hallados en este caso van en la misma línea que los comentados anteriormente. El grupo experimental tendía a responder a la pregunta de *¿Cuántos hay?* utilizando el último número de la serie

contada. Además, esa tendencia se incrementó de forma lineal durante el periodo de enseñanza, confirmando la consecución secuencial de una mejor ejecución en las tareas de precantidad. La capacidad para hacer uso del último número contado en el caso del grupo control, sin embargo, no mostró ninguna variación a lo largo de las seis sesiones de evaluación. Aparentemente, los niños enseñados mediante el método tradicional aprenden peor qué responder ante la pregunta de cardinalidad.

Las posibilidades que ofrece el material multimedia a la hora de hacer tangibles algunos conceptos abstractos, como el de principio del valor cardinal, hace que el ordenador sea una de los mejores instrumentos de trabajo para facilitar el aprendizaje de este tipo de contenidos. La capacidad de representación que ofrece parece favorecer, en mayor medida, la creación de una imagen clara sobre lo que suponen determinados conceptos, más difíciles de percibir con la mera explicación del profesor. Así mismo, el uso de esta herramienta para la enseñanza de estos contenidos a personas con Síndrome de Down, permite la entrada de información por diferentes canales, especialmente el visual. Esto, a su vez, facilitaría su aprendizaje, como ya se mencionó en el Capítulo II. A partir de esta forma de presentación no sólo se favorece su percepción, sino que se estimula la atención sobre la información relevante y su procesamiento y retención. Probablemente, su carácter lúdico y atractivo ayuda a que los niños muestren un mayor interés por la tarea, a diferencia de si sólo se les presenta mediante fichas de lápiz y papel. Consideramos, junto con

Wright y otros (1992), que el uso de dibujos e imágenes animadas favorecer la motivación y el interés contribuyendo a la mayor participación del niño.

A modo de conclusión, en las tres pruebas realizadas a partir del material multimedia se observa una mejor ejecución, al término del proceso de enseñanza-aprendizaje, para el grupo experimental que para el grupo control. Este hecho puede deberse al potencial que el material multimedia posee en la enseñanza de estos principios a las personas con Síndrome de Down. El carácter lúdico y motivador de la presentación del aprendizaje, la adecuación y dinamismo de los estímulos, la posibilidad de obtener tantas ayudas y repeticiones como el niño necesite y la modalidad de presentación de la información son, entre otras, las características del ordenador que, consideramos, facilitan el aprendizaje de los contenidos lógico-matemáticos para esta población. Este material presenta la posibilidad de hacer más accesibles a las personas con Síndrome de Down estos conceptos, que en otras situaciones parecen difíciles de acercar a ellos.

■ 2. TAREA PRESENTADA CON MATERIAL MULTIMEDIA GLOBAL

La segunda tarea realizada hace referencia al conteo de un conjunto de veinte elementos simulados en la pantalla del ordenador. Esta prueba se realizó a partir de la tarea elaborada por Baroody (1988) para el mismo fin. En ésta, el autor presentaba una cartulina

con 20 estrellas dibujadas para la evaluación de los principios del conteo. En nuestro caso, y para facilitar una mayor motivación por parte de los niños y evitar un posible efecto de memorización de la solución a la tarea, se realizó con Microsoft PowerPoint. Si bien esta presentación comenzaba con movimiento, posteriormente se volvía estática para facilitar el conteo de elementos por parte de los niños. Se realizaron seis presentaciones diferentes, una para cada una de las evaluaciones. Con esta tarea se pretendía, al igual que en la anterior, conocer si los niños poseían los principios de correspondencia y precantidad. Por otro lado, se analizó la mayor serie estable adquirida por cada uno de ellos y la cantidad de nombres de número que citaban al contar.

En un primer momento, menos de la mitad de los niños de ambos grupos realizaron adecuadamente la tarea de correspondencia. Algo que podría ser explicado si se considera que en este caso la tarea incorpora una nueva dimensión a controlar; un conjunto de elementos sustancialmente mayor que los presentados en el resto de tareas. (Baroody, 1988). No obstante, la proporción de respuestas correctas se incrementó notablemente a lo largo de las sesiones en el grupo experimental. De hecho, a partir de la tercera evaluación la totalidad de este grupo realizaba perfectamente la correspondencia ítem-objeto en el conjunto presentado. Algo muy diferente a lo que ocurrió en el caso del grupo control. Sólo la mitad de este grupo era capaz de implementar el principio de correspondencia ante un conjunto de tantos elementos, lo que puede venir explicado, una vez más, por la dificultad



descrita por Baroody (1988). Así, y en general, estos resultados son congruentes con las tendencias observadas en la primera prueba del material multimedia. Aparece una clara ventaja del grupo experimental frente al control en la adquisición del principio de correspondencia.

Consideramos que el uso del material multimedia en el aprendizaje del conteo permitiría obtener una mayor información sobre estrategias que facilitan la adquisición de este principio. Estrategias que serían, en cambio, más difíciles de aprender por los niños con Síndrome de Down si no se enseñan explícitamente por parte del profesorado. En este sentido, hemos de señalar que cuando los niños no tienen acceso a manipular el material a contar, estrategias como las de separar aquellos elementos ya contados del conjunto que aún queda por contar no se pueden llevar a cabo. En sus estudios, Gelman y Meck (1983) demostraron cómo disminuía la ejecución en tareas de conteo cuando se realizaban con un material que los niños no podían manipular. Los autores metían los objetos en dos cajitas, una de las cuales estaba cubierta de plexiglás¹⁵. Así, en un caso los niños podían tocar los objetos mientras resultaba imposible en el otro. Los resultados mostraron la actuación significativamente mejor en el primer caso que en el segundo, en el que no tenían acceso a tocar y separa los objetos a contar. Desde cierto punto de vista, esto también ocurre cuando al niño se le presentan los estímulos en la pantalla del ordenador o mediante un dibujo o cualquier otro medio que ellos no pueden manipular. Sin



embargo, este hecho parece que se ve disminuido cuando se aprenden estrategias que no requieren mover los elementos de lugar. Durante el período de enseñanza, y para el grupo experimental, cada vez que concluían un ejercicio el ordenador daba una respuesta que mostraba la secuencia de conteo. Los elementos se contaban en orden y, además, cada uno de los elementos contados se iluminaba para después apagarse, lo que hacía que el niño siguiera con atención el orden en que se enumeraban dichos elementos. Así, estos niños pudieron aprender a utilizar la estrategia de contar ordenadamente, lo que parece afianzar el principio de correspondencia haciendo que no se den errores de salto o doble conteo.

Respecto a la serie estable mayor, el grupo de enseñanza multimedia volvió a mostrar una mayor competencia a partir de la tercera sesión de evaluación. Además, su patrón de ejecución sugería una adquisición paulatina de este principio y una diferencia sustancial respecto al grupo de enseñanza convencional. Esta discrepancia podría venir explicada por las posibilidades de repetición de la serie estable que ofrece el ordenador después de cada una de las ejecuciones de los niños. Ante cada una de las acciones del niño, el ordenador le ofrece un feed-back de su ejecución, mediante la enumeración de nuevo de toda la serie completa, lo que puede favorecer el aprendizaje de la serie estable convencional.

En cualquier caso, los resultados de esta prueba de correspondencia son paralelos a los encontrados en la primera con material multimedia. Tomados en su conjunto, apoyan la idea de que los niños con Síndrome de Down pueden aprender los contenidos lógico-matemáticos de conteo y cantidad, y que una metodología adecuada a sus características facilita este aprendizaje.

La tercera variable medida con esta prueba fue la cantidad de nombres de números conocidos por los niños de ambos grupos. Ante la presentación del conjunto de 20 elementos y durante la ejecución del conteo, se fueron anotando todos los nombres de número que mencionaban los niños. Como se recordará, la puntuación obtenida era equivalente a la cifra de nombres de números distintos que citaban, independientemente de que mantuvieran la serie estable convencional.

Los resultados, una vez más, revelan importantes diferencias entre los dos grupos de enseñanza. El aprendizaje de los números parece ser mayor para los niños que participaron en el proceso utilizando el ordenador como herramienta, que el de los niños que hicieron uso de las fichas de unir con flechas. Mientras los primeros mostraron una tendencia de aprendizaje lineal, en el grupo control se observa un patrón prácticamente plano a lo largo de las sesiones. Algo que confirmaría la idea de que de producirse algún tipo de aprendizaje mediante el método tradicional, se hace de forma mucho más lenta que mediante el uso del orde-

¹⁵ Resina sintética que tiene aspecto de vidrio.



nador. Es necesario señalar cómo, a pesar de no haber una enseñanza explícita de la serie numérica a partir del diez, los niños del grupo experimental aumentan su serie numérica hasta el catorce. Como se mencionó en el Capítulo III, en los primeros momentos los niños poseen un conocimiento no organizado de números gracias a las diferentes experiencias que tienen con ellos en su vida diaria. Así, el grupo experimental parece organizar este conocimiento previo aumentando su serie numérica en mayor medida que el grupo control. El afianzamiento de los principios de conteo que aparece en el grupo de aprendizaje de material multimedia, podría ayudar a la consolidación de una serie numérica mayor. Se observa que este grupo comienza a organizar una mayor serie estable a partir del conocimiento de la serie del uno al diez. Sin embargo, en el grupo control, ni siquiera se observa una adquisición adecuada de la serie trabajada durante la fase de aprendizaje.

Otro de los principios evaluados a partir de esta prueba, al igual que en la anterior de material multimedia, fue el de valor cardinal. Así, tras la realización de la tarea de conteo se les preguntaba a los niños cuántos objetos había en el conjunto que acababa de contar, anotándose como respuesta correcta si proporcionaba el último número de su serie contada, aunque no correspondiera en realidad con el número exacto de objetos que se le presentaban.

Los resultados respecto a esta medida de precantidad en esta tarea de multimedia global son paralelos a los encontrados en la prueba anterior con diez

elementos. Así, parece que la actuación diferencial de los dos grupos no es debida a las características de una determinada tarea. Más bien, ésta se produce en distintas pruebas y con distintos materiales. Durante el transcurso de las evaluaciones se observó un aumento en las respuestas correctas por parte del grupo experimental, que choca frontalmente con el estancamiento en las puntuaciones que muestra el grupo control. En la tercera sesión de evaluación, la ejecución de ambos grupos ya resulta estadísticamente significativa. La actuación del grupo de enseñanza convencional parece apoyar las afirmaciones de muchos autores que sugieren que los niños con Síndrome de Down tienen mayores dificultades en el aprendizaje de contenidos lógico-matemáticos (p.e., Gijón, 2000; Graaf, 1997). Sin embargo, los resultados del grupo de enseñanza multimedia sugieren que la razón de que este colectivo presente problemas en la consecución de contenidos matemáticos no es debido a una imposibilidad *per se*, sino a una metodología no adecuada a sus características y necesidades.

■ 3. TAREA DE DETECCIÓN DE ERRORES.

Gelman y Meck (1983) presentaron esta prueba para analizar el conocimiento implícito que poseían los niños sobre el conteo. En sus trabajos, Gelman y Meck mostraron que a niños sin Síndrome de Down les resultaba más fácil esta tarea que aquellas otras en las que tenían que contar por sí solos. Sin embargo, Caycho y cols. (1991) encontraron que niños con y sin Síndrome de Down

presentaban una peor ejecución en las tareas de detección de errores que en las de autoconteo. En este sentido, y confirmando los resultados de Caycho y cols. (1991), nuestros resultados también revelan mayores dificultades en la realización de éstas. En esta prueba los niños ven a una muñeca contar y han de decir al experimentador si ha contado bien o mal. Así, no tienen que generar la secuencia de conteo sino observar y evaluar la violación de alguno de los principios del mismo.

Como se recordará, para la realización de esta tarea se presentaban a los niños ocho juicios. Dos por cada tipo de error cometido y dos sin ningún tipo de error.

Los resultados sobre detección de errores de correspondencia muestran un patrón de evolución muy distinto en los dos grupos de niños. Tras el proceso de enseñanza aprendizaje, se observaban diferencias significativas entre la ejecución de ambos grupos, si bien no llegaban a aparecer cambios sustantivos antes y después del proceso de entrenamiento en ninguno de los grupos. En cualquier caso, considerando el conjunto de evaluaciones, el grupo experimental resultó ser más competente a la hora de detectar errores en correspondencia.

Es importante destacar que durante el período de enseñanza no se entrenó a ninguno de los dos grupos en la detección de inconsistencias en el conteo de otras personas. Por ello, consideramos que esto supone una dificultad añadida en la resolución de esta tarea por parte de los dos grupos. A pesar de ello, la actuación del grupo de multimedia resulta más eficiente que la del grupo control. Por tanto, parece coherente pensar que el

entrenamiento con el ordenador afianza no sólo las tareas que se trabajan directamente con él, sino también aquellas otras implícitas en el acto de contar, como es la detección de errores cometidos por otras personas.

Otro tipo de errores que los niños tenían que descubrir se presentaba con una violación en la serie estable convencional. El patrón encontrado con esta variable iba en la misma línea que en el caso anterior. Probablemente, el constante refuerzo con series estables adecuadas que realiza el ordenador ayudó a que los niños del grupo de aprendizaje multimedia fueran más conscientes de la serie estable que aquellos otros que sólo estuvieron reforzados por el profesor. A pesar de que estos refuerzos eran constantes para ambos grupos, la reiterada respuesta por parte del ordenador hace que estén expuestos en muchas más ocasiones a la serie estable adecuada.

En la tercera parte de la prueba se presentaron a los niños dos series contadas por la muñeca, al final de cada una de las cuales respondía con una cantidad falsa. El objetivo de los niños era descubrir si la muñeca cometía errores ante la pregunta de precantidad.

Las puntuaciones para ambos grupos sufrieron cambios a lo largo del proceso de evaluación, de manera que en la condición posttest se encontraron diferencias significativas entre las ejecuciones de ambos grupos. Como era esperable, el grupo experimental mostró una evolución notable en su capacidad para descubrir los errores. Congruente con estos resultados, a lo largo de las evaluaciones el grupo de aprendizaje multimedia también presentó



una mayor ejecución en las tareas de precantidad realizadas en las pruebas de autoconteo. El grupo experimental parece adquirir una mayor capacidad para responder a la pregunta de *¿cuántos hay?* y, a la vez, incrementa su habilidad para detectar los errores cometidos por otras personas. Aunque la ejecución en detección suele ser peor que la de autorrealización, cuando los niños son capaces de aplicar los principios de forma adecuada mejoran las posibilidades de detectar una ejecución incorrecta.

Por último, conviene comentar las diferencias en relación con la condición en la que la muñeca no cometía ningún error. Durante las seis evaluaciones el grupo control permaneció constante en su nivel de detección. En promedio, de los dos errores presentados tendían a descubrir uno de ellos. Al final del proceso de enseñanza, sin embargo, el grupo experimental llegaba a advertirlos en su totalidad, mostrando una mejora sustancial de ejecución.

Para terminar, señalar que, en general, la actuación en las tareas de detección de errores es ligeramente inferior a la encontrada en las de autorrealización del conteo. Algo que, como se comentó con anterioridad, es congruente con los hallazgos de Caycho y cols. (1991). Así, parece que resulta más fácil realizar y cumplir los principios de Gelman y Gallistel (1978) que detectar las violaciones en los mismos en el conteo de otras personas. Entre otras cosas, las tareas de detección exigen al niño prestar atención a la actuación de otra persona. Mientras que los procesos de autoconteo se automatizan progresivamente mediante la práctica, el ser capaz de detectar errores implica un mayor grado de control de la atención sobre los

elementos que están siendo contados por otra persona. Dadas las evidentes dificultades en esta capacidad que presentan las personas con Síndrome de Down, es esperable un peor rendimiento en estas tareas.

En cualquier caso, parece comprensible que un niño que presenta dificultades a la hora de realizar las tareas de autoconteo, muestre una pobre capacidad para la detección de errores. Para poder llevar a cabo estas tareas, los niños deben haber adquirido y consolidado los principios referidos. De no ser así, resultará menos probable detectar errores en otras personas.

A pesar de todo lo expuesto, y dada la mayor complejidad de estas tareas, resulta complicado extraer conclusiones definitivas sobre la eficacia del ordenador en este sentido. Si bien es cierto que se apunta a que este instrumento facilita el desarrollo de las capacidades de detección, el no haber llevado a cabo ninguna acción específica de enseñanza explícita obliga a ser cautos en cuanto a su utilidad en este caso.



■ 4. TAREA DE CANTIDAD “DAR X”

Diferentes autores han sugerido que la regla del valor cardinal propuesta por Gelman y Gallistel (1978) no ofrece una comprensión adecuada del valor cardinal del conjunto (p.e., Frye y cols., 1989; Gelman y Meck, 1983; Nye y cols., 1995; Poter, 1999 y Wynn, 1990, 1992). Por esta razón, se optó por utilizar las tareas de “Dar X” para garantizar la evaluación del conocimiento de la cantidad que poseían los niños.

A lo largo de cada una de las sesiones de evaluación se proponía a los niños que dieran cinco conjuntos de objetos al experimentador, cuando éste los pidiera de entre seis presentados. La solicitud de cantidades se contrabalanceó de manera que en dos sesiones, cada uno de los niños hubiera dado al experimentador diez conjuntos de animales con todas las posibles cantidades (desde un conjunto de un elemento a un conjunto de diez). Cada una de las peticiones se puntuaba como correcta (1 punto) si el niño era capaz de dar el conjunto de objetos que se le pedía.

Los datos de cada una de las cantidades ofrecidas al experimentador se analizaron de forma conjunta. Se realizó una nueva variable en la que se recogía cuántas cantidades había sido capaz de ofrecer correctamente el niño. Posteriormente, se analizó su ejecución en tres conjuntos específicos (1, 5 y 10 objetos) para contrastar los resultados en la última evaluación, con los recogidos en la prueba de generalización.

Respecto a los conjuntos que los niños habían sido capaces de dar correctamente a lo largo de cada una de las tres sesiones, los resultados muestran que en la primera evaluación ninguno de los dos grupos fue capaz de dar, adecuadamente, ni siquiera la mitad de los conjuntos pedidos. Sin embargo, al concluir la cuarta evaluación y terminar así el segundo ciclo de petición de 10 conjuntos de objetos, el grupo de enseñanza multimedia presentaba ya una mejor actuación que el grupo control. Junto con lo encontrado en las pruebas anteriores de precantidad, esto demuestra la mejor adquisición del concepto de cantidad por parte del primero. El grupo control no mostró ningún efecto de la enseñanza ni siquiera al finalizar el proceso.

Al igual que reseñamos en las tareas de precantidad, es posible que el refuerzo en las respuestas y las ejemplificaciones dinámicas presentadas por el ordenador posean un mayor efecto que la enseñanza tradicional sobre la formación del concepto de cantidad. Desde luego, la idea no es que el simple hecho de trabajar con el ordenador produzca el aprendizaje. Como hicimos ver en los capítulos anteriores, el ordenador no es más que una herramienta que, al igual que las fichas de lápiz y papel, el profesor utiliza para transmitir conocimientos a sus alumnos. Siempre se requiere la guía y el trabajo conjunto profesor-alumno-ordenador (Marquès, 2001). Lo que parece desprenderse de nuestro trabajo son las posibilidades que esta herramienta nos presenta gracias a su dinamismo y gran poder lúdico y motivador.



■ 5. TAREA DE GENERALIZACIÓN

Como se comentó en el Capítulo IV, al finalizar el proceso de enseñanza para ambos grupos y después de transcurridas dos semanas, se realizó una prueba a cada uno de los niños en la que se intentó analizar si se producía la generalización de los contenidos aprendidos. La situación simulada era una compra de golosinas. Los niños podían conseguir cuatro chucherías si daban al investigador el número de fichas correspondientes al valor de cada una de ellas (1, 5, 10 y 15 fichas). Esta tarea permitía, una vez más, evaluar la adquisición de los principios descritos por Gelman y Gallistel (1978). Hasta el punto en que los niños tengan consolidados los conceptos que subyacen a tales principios, sería esperable una ejecución paralela a la encontrada al finalizar la formación.

Respecto al principio de correspondencia, se observó que sólo ante la serie de quince elementos existían diferencias entre los grupos. Todos los niños del grupo de multimedia realizaban correctamente la tarea con los cuatro conjuntos utilizados. Sin embargo, la tendencia en el grupo control describía una disminución paulatina en el número de niños que aplicaban adecuadamente el principio. Sólo el 50 % de ellos conseguían el objetivo con el conjunto mayor. Un resultado congruente con el encontrado en las pruebas anteriores sobre este mismo principio. El aumento en el número de objetos a contar supone que los alumnos han de poner en juego estrategias



para diferenciar los elementos ya contados de los que aún quedan por contar (Baroody, 1988). Esto parece resultar complicado en los niños del grupo control. El comportamiento del grupo experimental, sin embargo, corrobora nuestra hipótesis de que la enseñanza multimedia facilita la capacidad de generalización de los conocimientos a otras situaciones diferentes.

A diferencia de lo sucedido con el principio de correspondencia, en la tarea de serie estable el patrón de ejecución era diferente entre los grupos en los tres últimos conjuntos pedidos (5, 10 y 15). El aumento del conjunto de elementos a contar implica una peor ejecución para el grupo control. Hemos de subrayar que en esta tarea de generalización no se pedía al niño que contara las fichas que tenía que entregar. Únicamente se les decía que para conseguir una determinada golosina tenían que dar “x” fichas. Congruente con nuestra hipótesis de partida, los niños del grupo que había aprendido mediante material multimedia eran capaces de hacer uso de las habilidades de conteo enseñadas para ofrecer la cantidad pedida. Sin embargo, el grupo control se limitaba a dar un puñado de fichas sin poner en práctica las habilidades de conteo enseñadas. Por tanto, no se producía una generalización por parte de este grupo, lo cual implica que los contenidos aprendidos están mucho más ligados a la situación de enseñanza que para el grupo experimental.

Con anterioridad, se mencionó que en el grupo control no se daba una mejora significativa en sus capacidades de conteo. Además de no haber avanzado en su concepto

de conteo y cantidad, no son capaces de utilizar los conocimientos que poseen, en otras situaciones diferentes a las de evaluación.

Respecto a la aplicación del principio de cantidad en la tarea de generalización, se observa una peor ejecución por parte de los dos grupos. Hemos de señalar que esta tarea entraña una mayor dificultad que las anteriores. Para que un niño ofrezca correctamente la cantidad solicitada, ha de aplicar perfectamente los principios de correspondencia y serie estable. Cualquier error en el proceso de aplicación generaría dar una cantidad diferente a la pedida.

El empleo que realiza el niño de la serie numérica no implica un conocimiento y comprensión de la misma. Frye y cols. (1989) y Wynn (1990, 1992) señalan que a pesar de hacer uso de la serie numérica, ante la petición de un determinado número de objetos los niños terminaban ofreciendo un puñado de éstos al experimentador. En nuestro estudio, ambos grupos dan correctamente un objeto cuando se les pide. Sin embargo, a partir de la petición de cinco de ellos los niños del grupo control presentan más errores que los del grupo experimental. A pesar de realizar la serie numérica, los niños del grupo control no la utilizaban para ofrecer la cantidad pedida y, de hacerlo, cometían fallos en correspondencia o serie estable que los llevaban a ofrecer una cantidad errónea.

Ninguno de los niños del grupo control puso en práctica las estrategias necesarias para dar diez objetos.

El grupo experimental, por su parte, realiza perfectamente



la petición de cinco objetos. Sin embargo, ante la petición de diez elementos comienzan a cometer errores de manera que solo el 40 % de ellos realiza bien la tarea. Cuando se pidió el conjunto de quince objetos ninguno de los niños del estudio consiguió dar al experimentador la cantidad solicitada.

Si bien es cierto que el grupo experimental utiliza la estrategia de contar los objetos para entregar la cantidad solicitada, a medida que esta cantidad aumenta su ejecución empeora.

La diferente ejecución de ambos grupos podría explicarse por la mayor comprensión del principio de cantidad en los niños que han aprendido con el material multimedia. Éstos, además de haber afianzado mejor los principios de correspondencia y serie estable, parece que aprenden a usarlos en las situaciones que lo requieren mejor que los niños que aprenden con enseñanza tradicional.

En resumen, por tanto, el grupo experimental no sólo consiguió una mejor ejecución en las cantidades trabajadas durante el proceso de enseñanza, sino que generalizó su competencia a otras situaciones. Algo que apoya nuestra hipótesis de trabajo.

El trabajo con el ordenador facilita el desarrollo de los principios que subyacen al conteo.

■ 6. OTROS RESULTADOS OBTENIDOS

Junto con el análisis de los resultados para cada tarea, elaborado en el capítulo anterior, se realizaron diferentes análisis para poder obtener más información de los datos recogidos. Así, se llevó a cabo una comparación entre las tareas de autorrealización del conteo y aquellas consistentes en detectar series mal contadas por otra persona. Dado que Caycho y cols. (1991) proponen una mayor dificultad en las tareas de detección de errores, nuestro objetivo era comprobar esas diferencias en ejecución. Consideramos que las tareas de detección implican poner en práctica diferentes estrategias de atención y un mayor afianzamiento de los principios, lo cual implica una mayor dificultad en estas tareas que en las de autoconteo. Así mismo, se comparó la realización en los distintos principios al finalizar el proceso de evaluación con la prueba de generalización. Se intentaba conocer si existía una relación entre las ejecuciones en la última evaluación y las que mostraban los niños después de dos semanas y en una situación diferente. De existir ésta, podría concluirse que los aprendizajes adquiridos durante el proceso de formación se mantienen después de un periodo sin enseñanza y, a la vez, se pueden aplicar a diferentes situaciones. Se podría afirmar que los conocimientos adquiridos resultan significativos y favorecen la generalización a otros contextos en los que se requiere su uso.

En primer lugar, no parece existir relación entre las tareas de correspondencia ítem-objeto y las de detección de errores. Tal y como se apuntó anteriormente, éstas

presentan una mayor dificultad para los niños que aquellas que implican la autorrealización de los principios. El que un niño realice bien el principio de correspondencia no implica que sea capaz de detectar errores de este tipo en el conteo realizado por otra persona. Es posible que se requieran diferentes capacidades para la ejecución en estas tareas. Así, pensamos que una correcta ejecución en los principios de conteo implica la progresiva automatización de los mismos. Sin embargo, la capacidad de detectar errores en el conteo de otras personas supone poner en práctica una atención dirigida a una situación externa. Consideramos que el niño ha de tener afianzados los principios para ser capaz de detectar violaciones en los mismos y, además, mantener la atención en la ejecución de otra persona. Esto implica una dificultad añadida a la realización de esta tarea, lo que explicaría las diferencias en ejecución entre ambas. Especialmente, si se tienen en cuenta las dificultades atencionales que presentan los niños con Síndrome de Down.

Posiblemente, esta sea la razón por la que tampoco se observa relación entre la actuación en la serie estable y la detección de errores en este principio. Para los niños parece ser más complicado el detectar errores en serie estable que realizar la serie correcta, suponemos que por las capacidades de atención implicadas en la detección de errores.

Sin embargo, sí parece haber algo en común entre la aplicación del principio de precantidad y la detección de errores de este tipo. Lo primero implica que los niños afiancen la idea de que el último número contado era el que respondía a la cantidad de objetos presentados. Así, es más fácil para ellos detectar errores en estas respuestas, que

detectar una serie mal contada o en la que se realiza un error en correspondencia. Mientras que detectar errores en estas circunstancias implica tener que prestar atención y seguir toda la ejecución durante la realización de la serie, detectar errores de precantidad sólo requiere saber que ante la pregunta *¿cuántos hay?* se ha de responder con el último número contado. En resumen, el desarrollo del conocimiento sobre el principio de precantidad parece tener consecuencias tanto en su aplicación en autoconteo como en la comprensión de la conducta de los demás.

Respecto a la tarea de detección de series erróneas, parece demostrarse que el conocimiento que adquieren los niños durante el periodo de enseñanza favorece la detección de series contadas sin ningún tipo de error. Y esto aunque es más difícil para ellos descubrir series incorrectamente contadas (Gelman y Cohen, 1988). Este resultado nos hace presumir que a pesar de tener una incipiente capacidad para realizar la serie estable y aplicar los principios de correspondencia y precantidad, ésta resulta insuficiente para descubrir este tipo de errores.

A lo largo de las sesiones, sin embargo, la ejecución para ambos grupos se suavizó en torno a los diferentes juicios. En la última evaluación no se observaban diferencias entre las tareas. Esto sugiere que después del proceso de enseñanza se hacen más sensibles a los errores cometidos en el conteo de otras personas. Algo coherente si tenemos en cuenta que han mejorado su ejecución en las tareas de autoconteo. Al dominar mejor los principios que rigen el conteo son más hábiles en la detección de violaciones de los principios.



Así mismo, hay que reseñar la diferencia significativa que se observó entre la ejecución del grupo experimental frente a la del grupo control. Los niños que aprendían con el ordenador consiguieron una mejor ejecución general en las tareas de detección de errores, a la vez que en todas las tareas de autorrealización del conteo. En este nuevo análisis se vuelven patentes, una vez más, las mejores habilidades adquiridas por los niños que practican sus ejercicios de conteo y cantidad con un medio dinámico y lúdico como es el ordenador.

Por otro lado, conviene destacar la relación

encontrada en las medidas de correspondencia entre el final del período de evaluación y la prueba de generalización. El objetivo de la prueba de generalización era observar si los conocimientos encontrados durante el proceso de enseñanza se mantenían después de transcurridas dos semanas sin tener ningún tipo de refuerzo. Además de explorar si eran capaces de aplicar estos contenidos a un contexto diferente de aquel en el que han adquirido los diferentes contenidos. El hecho de encontrar una correlación entre las puntuaciones obtenidas en la última sesión de evaluación y la prueba de generalización con respecto

al principio de correspondencia muestra que este principio no sólo se había mantenido sino que, además, podían aplicarlo a una tarea totalmente distinta a las entrenadas durante el proceso de evaluación.

Hemos de recordar que mientras que en las pruebas llevadas a cabo durante la enseñanza se daba la instrucción de contar un conjunto de elementos, en la prueba de generalización solamente se decía a los niños que si querían comprar una golosina tenían que dar al experimentador un determinado número de fichas a cambio. A pesar de eso, ninguno de los niños del grupo experimental cogió una cantidad de fichas al azar. Todos intentaron realizar el conteo de las fichas para dar el número pedido, si bien es cierto que algunos de ellos cometían errores en los principios de conteo. Los mismos niños que realizaban bien la correspondencia en la última sesión de evaluación la volvieron a realizar en esta prueba de generalización. Esto sugiere que quienes consiguen adquirir este principio son capaces de llevarlo a cabo en otras situaciones después de concluido el periodo de enseñanza.

De igual forma, se intentó ver si ocurría lo mismo con el principio de serie estable en dos pruebas. Por un lado, se examinó si los niños mantenían la serie estable de 1 a 10, comparándose para ello las ejecuciones en multimedia en el posttest y las de generalización para diez elementos. Y por otro, sí se mantenía con 15 elementos comparándose la ejecución con el material multimedia global en el posttest con la de la generalización. Al igual que en el principio de correspondencia, nuestros

resultados muestran una clara relación entre ambos momentos de evaluación para ambos tipos de conjuntos (10 y 15 elementos). Existe una correlación entre las puntuaciones obtenidas por los niños en las dos pruebas que nos lleva a afirmar que los resultados obtenidos en el posttest se mantienen después de haber concluido las sesiones de evaluación. Aquellos niños que tenían afianzado este tipo de conocimiento fueron capaces de implementarlo ante una situación diferente a aquella en la que lo habían aprendido. La importancia de la generalización viene dada por la necesidad de ser capaces de aplicar aquellos contenidos aprendidos en el ámbito escolar a las necesidades de la vida diaria. Es imprescindible que los niños no sólo adquieran los principios de conteo, sino que sean capaces de utilizarlos en aquellas actividades de su vida que los requieren tales como el manejo de dinero. Así mismo, esos conceptos resultan prerrequisitos para posteriores aprendizajes matemáticos como los de la suma o la resta, entre otros.

Por otro lado, en el transcurso de la evaluación se llevaron a cabo pruebas de dar un determinado número de objetos (de uno a diez). Dado que en la prueba de generalización se pidió a los niños que entregaran a cambio de las golosinas una, cinco, diez o quince tarjetas, se comparó la ejecución de los niños en las peticiones de uno, cinco y diez objetos. No se realizó con la de "Dar 15" objetos ya que esto no se pidió a los niños en ninguna de las sesiones de evaluación. Los resultados mostraron una actuación similar a la del final del proceso de enseñanza ante una nueva tarea dos semanas después.



Esto implica que los avances llevados a cabo por los niños a lo largo de las sesiones se pueden aplicar a nuevos contextos de aprendizaje y, por otro lado, que no existen diferencias significativas entre las ejecuciones en tareas que a pesar de implicar los mismos principios, requieren planteamientos diferentes.

■ 7. CONCLUSIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

A lo largo de la exposición y discusión de los resultados se han ido dejando ver algunas de las conclusiones más importantes a las que podemos llegar desde este estudio.

En primer lugar, se ha comprobado cómo, en la práctica totalidad de las variables estudiadas, la evolución del grupo experimental en las habilidades relacionadas con el conteo y la cantidad ha sido superior a la sufrida por el grupo control. Por tanto, podemos afirmar que el ordenador, y más concretamente el uso de programas multimedia de enseñanza, optimiza el aprendizaje de estos contenidos en personas con Síndrome de Down.

Por otro lado, nuestros resultados se muestran incompatibles con la idea de determinados autores que afirman que estas personas poseen una especial dificultad para los conceptos matemáticos y que, por lo tanto, hay que optar por una enseñanza ligada al mero aprendizaje de estrategias funcionales para la actividad en la vida diaria. Ciertamente, las personas con Síndrome de Down poseen unas características que matizan su proceso de aprendizaje de contenidos lógico-matemáticos. Sus dificultades de atención, sus diferencias en el procesamiento, percepción y retención de la información, e incluso, la mejor funcionalidad del canal visual sobre el auditivo, dificultan en muchas ocasiones su acceso al aprendizaje mediante métodos expositivos o que utilicen estrategias poco dinamizadoras. Son los resultados

mostrados por el grupo control los que corroboran las afirmaciones de los autores que predisponen poca destreza para las personas con Síndrome de Down en esta materia. A su vez, esto sugiere que es mediante el método tradicional de enseñanza como estas personas presentan mayores dificultades en la adquisición de las habilidades requeridas para realizar el conteo y la cantidad.

Del mismo modo, los resultados hallados en el grupo experimental apoyan nuestra hipótesis de trabajo de que las dificultades encontradas en el aprendizaje de contenidos matemáticos no se deben tanto a las características de las personas con Síndrome de Down, como a la metodología utilizada para su enseñanza a estas personas. Afirmamos que el uso de un método que facilite la percepción de determinados conceptos abstractos, como son el de conteo y cantidad, hace que estas personas adquieran dichos contenidos sin presentar unas dificultades especiales.

Se ha observado como los niños que utilizan el ordenador en su aprendizaje adquieren con mayor rapidez y de una forma más consolidada el principio de correspondencia que aquellos que únicamente aprenden a partir del método tradicional. Si analizamos la conducta del profesor y el ordenador en estas actividades, observamos que mientras que el profesor puede reforzar las ejecuciones de los niños contando y tocando con su dedo cada uno de los objetos, el ordenador ofrece estrategias de refuerzo que facilitan en mayor medida su aprendizaje. Las potencialidades del ordenador como la presentación

de estímulos a partir del canal visual y su carácter lúdico y motivador, facilita el afianzamiento de este principio de correspondencia uno a uno en el conteo. Del mismo modo, la capacidad de atraer la atención del niño en cada momento sobre el estímulo principal optimiza la tarea realizada, en mayor medida que con la sola actuación del profesional.

Por otro lado, el principio de serie estable se ve posibilitado de igual modo por el uso del ordenador, en la medida en que esta herramienta presenta, ante todas y cada una de las ejecuciones de los niños, la serie estable convencional de una manera mucho más atractiva y motivadora. Cualquier tipo de dinamismo y animación, junto con la posibilidad de presentar dicha serie numérica tanto por el canal auditivo como el visual, potencia el aprendizaje en mayor medida que la enseñanza tradicional, dado que provee al alumno de información más rica y, a la vez, más adaptada a sus necesidades. Por esta razón, los niños con Síndrome de Down, que aprenden mediante el uso del ordenador, también aumentan su vocabulario en nombres de números conocidos.

Otra conclusión que extraemos del estudio realizado es el mayor afianzamiento de los conceptos de precantidad y cantidad observados en el grupo experimental. El énfasis llevado a cabo por el ordenador en la integración que supone que el último número contado hace referencia a la cantidad de objetos del conjunto, optimiza el aprendizaje de esta regla de precantidad. Sorprendentemente, estos resultados se transfieren a otras situaciones no trabajadas explícitamente como las



referentes a las tareas de cantidad (DAR X). La regla de precantidad afianzada mediante el uso del ordenador posibilita el paso al principio de cantidad mejor que cuando sólo se trabaja con el apoyo de un profesor y el método tradicional. La capacidad del material multimedia de hacer visibles mediante imágenes dinámicas estos conceptos abstractos, tiene mayores resultados en el aprendizaje de las personas con Síndrome de Down.

El hecho de la transferencia de aprendizajes, cuando aprenden con el ordenador, también se observa en las posibilidades de detección de violaciones en los principios de conteo. A pesar de ser esta tarea de especial dificultad para ambos grupos, el análisis final muestra una mejor actuación por parte del grupo experimental. Lo que confirma que los aprendizajes adquiridos por medio de la enseñanza multimedia facilitan su aplicación a otros contextos y tareas decisivas en la formación de los conceptos de conteo y cantidad.

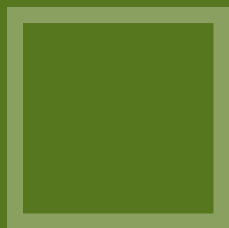
En resumen, se confirma la hipótesis de que el ordenador optimiza el aprendizaje de los conceptos de conteo y cantidad en mayor medida que la enseñanza tradicional facilitando, además, su transferencia y generalización a otras situaciones diferentes de las de aprendizaje.

La investigación que aquí se ha presentado abre un gran abanico de posibilidades para futuros estudios. Hemos de destacar los que podrían realizarse para explicar el hallazgo de peores resultados en las tareas de detección de errores. Consideramos que un estudio más

pormenorizado y una enseñanza más explícita de este tipo de tareas puede mostrar resultados más concluyentes en estas habilidades.

Por otro lado, creemos interesante estudiar en qué medida el ordenador puede ser también una herramienta de gran utilidad en la enseñanza de otros conceptos o habilidades, no sólo referentes al área matemática. Lo que pretendemos para futuras investigaciones es extrapolar nuestro planteamiento al estudio de los aprendizajes en áreas tan diversas como la lectura, la adquisición de estrategias de memoria o el aprendizaje de habilidades sociales básicas, entre otras. Consideramos el material multimedia como una de las herramientas que pueden optimizar los procesos de aprendizaje de las personas con Síndrome de Down, junto con el estudio más profundo del aprendizaje de otros contenidos matemáticos.

Si una de las premisas claves de la educación de calidad es ofrecer al alumno los recursos que faciliten un mayor aprovechamiento de las situaciones de aprendizaje, concluimos que el material multimedia puede ser, entre otras, una respuesta a sus necesidades. Hemos de recordar que no se trata de implementar sin más todos los programas multimedia que lleguen a nuestras manos. La evaluación y selección de estos materiales, junto con la implicación del profesional son piezas clave para sacar todo el provecho a este material. Un estudio de los programas antes de su puesta en marcha es fundamental para asegurar el éxito del proceso.



ANEXO



ANEXOS





ANEXO I:

ESCALA DE EVALUACIÓN DE MATERIAL MULTIMEDIA PARA PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN.

Escala de Evaluación de Material Multimedia para Personas con Síndrome de Down.

A.-Identificación del programa:

Nombre del programa

Autor:

Año:

Lugar:

Editorial:

B.- Adaptabilidad al currículo oficial

1 2 3 4 5

1. Ciclo escolar al que va dirigido:
2. Edad a la que va dirigido:
3. Áreas a las que atiende:
4. Grado de adecuación al currículo oficial:
5. Objetivos del currículo a los que corresponde:
6. Número de conceptos que trabaja:
7. Conceptos a los que se refiere:

C.-Diseño del programa: Ejercicios.

1 2 3 4 5

1. El profesor puede cambiar, suprimir o añadir problemas.
2. El profesor puede adaptar el número de actividades que se proponen para cada ejercicio.
3. Los ejercicios poseen distintos niveles de dificultad.
4. Los ejercicios poseen distintos itinerarios.
5. El programa presenta la posibilidad de rectificar el itinerario de cada alumno.
6. El programa aporta información sobre la utilización realizada por cada usuario
7. El programa almacena los resultados de todos los ejercicios
8. El programa almacena los datos de cada repetición.
9. El programa mantiene un esquema de presentación de actividades
10. El programa propone un número de actividades suficiente para cada objetivo

11. Las actividades son adecuadas a los contenidos propuestos.
12. Los conceptos fundamentales se repiten a lo largo del planteamiento del problema
13. El programa tiene una duración adecuada
14. Los ejercicios tienen una duración adecuada
15. frecuencia de los ejercicios es ajustada.
16. El número de intentos permitido es apropiado.
17. Se presentan ejercicios de entrenamiento y luego de evaluación.
18. Se presentan ejemplos
19. El alumno puede solicitar un ejemplo cuando lo necesite
20. Hay mapa de actividades que orienta al alumno en lo que está haciendo
21. El alumno puede revisar las instrucciones.
22. El alumno puede revisar entornos previos.
23. Es fácil volver al ejercicio anterior
24. Es fácil volver al inicio
25. Se puede finalizar en cualquier momento y volver al menú principal
26. Se da información sobre los aciertos
27. Se avisa de los fallos
28. Se explican los errores y la forma de evitarlos
29. El programa da la posibilidad de rectificar aunque queden registrados el número de fallos y el de aciertos
30. La complejidad de los ejercicios es la adecuada para los alumnos.
31. La composición utilizada facilita la lectura y comprensión de la información.
32. Posee un carácter lúdico
33. La velocidad de presentación de estímulos es adecuada para su procesamiento
34. Realiza un uso adecuado de diferentes códigos (visual, auditivo,...) como apoyo a la información que el alumno necesita para realizar la tarea.
35. Hay buena sincronización imagen-sonido-texto.
36. Tiene manual para padres y profesores
37. Tiene tutorial para el niño
38. Hace referencia a los organizadores previos que debe tener cada alumno para realizar bien la tarea



D.-Diseño del Programa:

Imágenes y enunciados escritos

1 2 3 4 5

1. El tamaño, la proporción y la distribución de la imagen son adecuadas y facilitan la comprensión del alumno.
2. La imagen posee una buena calidad estética
3. Los colores son vivos y alegres
4. Los contornos son nítidos y contundentes
5. las imágenes son dinámicas (animadas)
6. Las imágenes enmarcan o resaltan elementos importantes para el ejercicio
7. El tamaño de la letra es el adecuado
8. El color de la letra es adecuado
9. El tipo de letra es legible por nuestros alumnos
10. El interlineado es el suficiente para no dar una sensación de agobio
11. El tamaño y la complejidad de las palabras son adecuados
12. Hay suficiente contraste como para diferenciar bien las letras
13. Se usan técnicas de subrayado y enmarcaciones... para llamar la atención sobre determinadas palabras claves del ejercicio

E.-Diseño del programa:

Sonidos y enunciados audibles

1 2 3 4 5

1. El sonido es claro
2. La pronunciación es fácilmente identificable
3. La estructuración de las frases es correcta
4. Las repeticiones son claras
5. El vocabulario usado es el adecuado al nivel de nuestros alumnos
6. Se repiten estructuras gramaticales fácilmente identificables
7. El número de conceptos emitidos es el apropiado
8. El ritmo de las palabras y órdenes es correcto
9. Las órdenes son claras y directas
10. Las órdenes incorporan toda la información necesaria para realizar el ejercicio
11. Las palabras utilizadas son de uso común

13. No hay vocabulario usado por determinados grupos sociales y no identificado por nuestros alumnos
14. Se pone énfasis en lo que tiene que hacer el alumno
15. Las órdenes se repiten siempre que el alumno lo necesita
16. Junto con las órdenes se pone algún ejemplo

F.- Diseño del programa : Vínculos

1 2 3 4 5

1. Los iconos son inteligibles (analogía entre imagen y función que representa)
2. Existen varias superficies de vínculo de manera que se facilita la respuesta del alumno
3. Las superficies de vínculo tienen una amplia zona de activación
4. Las superficies de vínculo no requieren una precisión difícil de alcanzar por nuestros alumnos
5. Los botones de control de navegación son fácilmente observables

G.- Aspectos dinámicos de la atención:

Reforzadores.

1 2 3 4 5

1. Es atractivo para los alumnos
2. La forma de presentación de los contenidos motiva a los alumnos
3. Hay elementos motivadores como sorpresas, adivinanzas, humor, cómics...
4. Se personalizan pantallas con su nombre y sus objetos
5. Se pueden administrar los reforzadores
6. El profesor puede modificar el número de respuestas necesarias para cada refuerzo

H.- Aspectos dinámicos de la atención:

Distractores.

1 2 3 4 5

1. El entorno del formato es claro, inequívoco y coherente de pantalla en pantalla
2. Se destacan claramente los estímulos dominantes
3. Los indicadores de pantalla muestran claramente dónde debe centrar la atención el alumno
4. No sobran objetos que pueden distraer la atención del alumno
5. No hay música que distraiga o entorpezca la audición de elementos relevantes.
6. No se dificulta la concentración de la atención en un punto
7. No hay demasiados estímulos a los que el alumno debe atender
8. No se obliga al alumno a mantener en la memoria demasiados elementos.

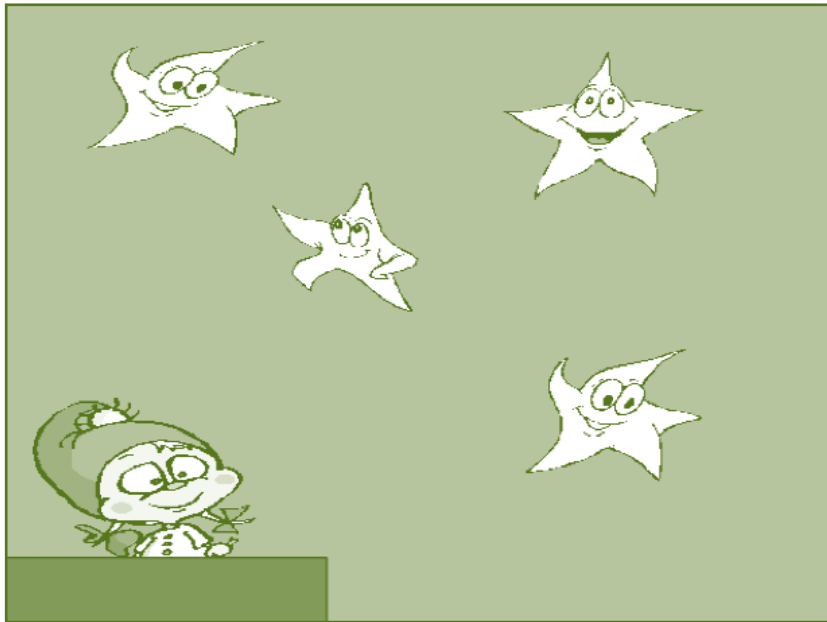


ANEXO II:

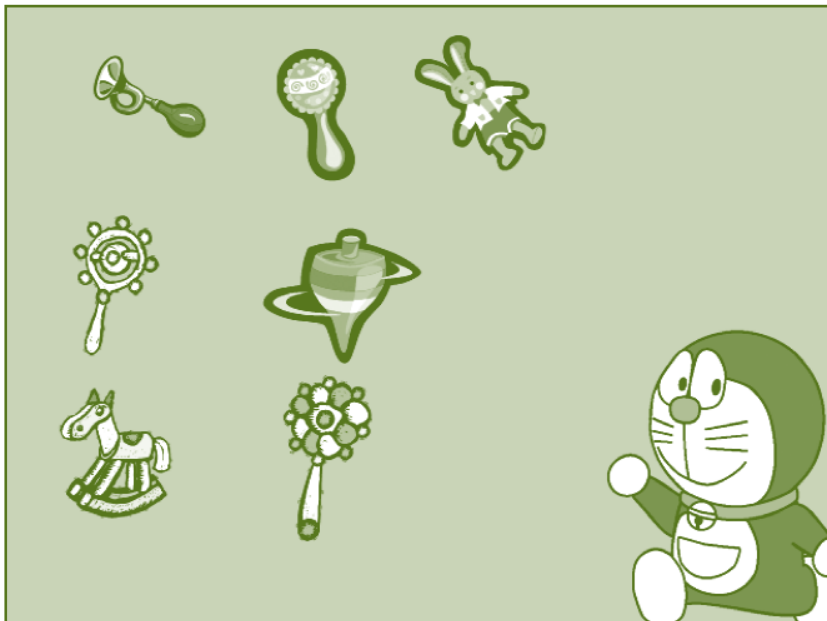
MODELOS DE MATERIAL MULTIMEDIA ELABORADO PARA LA PRUEBA DE MATERIAL MULTIMEDIA GLOBAL



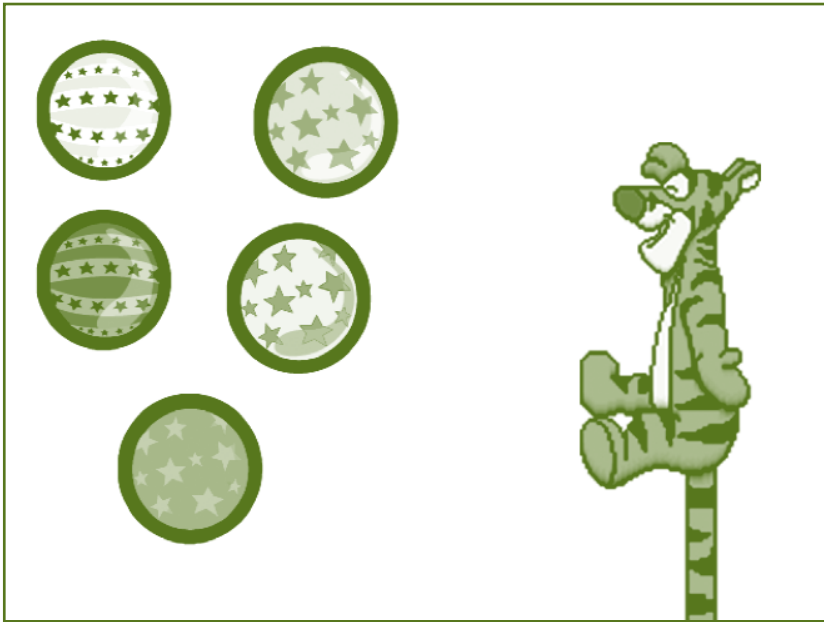
Material Primera Evaluación (Pretest)



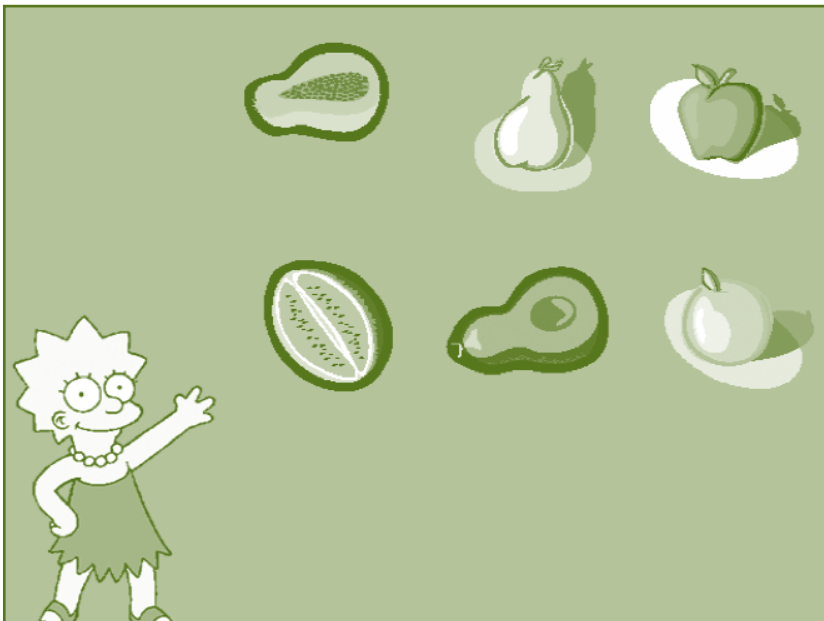
Material Segunda Evaluación



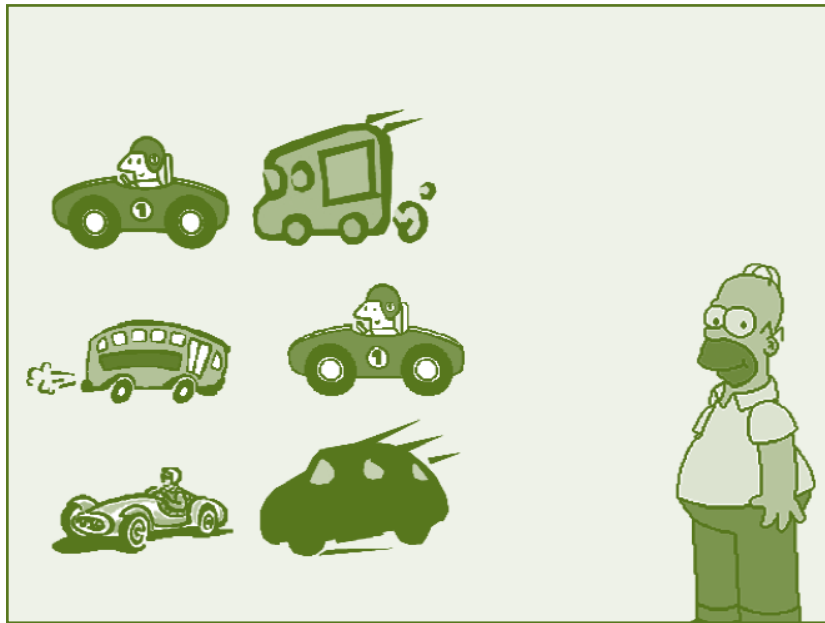
Material Tercera Evaluación



Material Cuarta Evaluación



Material Quinta Evaluación



Material Sexta Evaluación (Postest)



ANEXO III.-

MATERIAL PARA EL EXPERIMENTADOR.

REGISTRO EVALUACIÓN MATERIAL MULTIMEDIA DIEZ ELEMENTOS. (Máximo 1 punto en cada serie y principio; Máx. 10 puntos por principio)						
Principio Serie presentada	Correspondencia		Serie Estable		Precantidad	
1	Si	No	Si	No	Si	No
2	Si	No	Si	No	Si	No
3	Si	No	Si	No	Si	No
4	Si	No	Si	No	Si	No
5	Si	No	Si	No	Si	No
6	Si	No	Si	No	Si	No
7	Si	No	Si	No	Si	No
8	Si	No	Si	No	Si	No
9	Si	No	Si	No	Si	No
10	Si	No	Si	No	Si	No
Total Principio						

REGISTRO EVALUACIÓN MATERIAL MULTIMEDIA GLOBAL (20 ELEMENTOS)

Correspondencia (Máx 1 punto)		Serie Estable (Máx. mayor serie estable)	Nombres Número (Máx. cantidad de números distintos)	Precantidad (Máx. 1 punto)
Si	No			Si No

REGISTRO DETECCIÓN DE ERRORES
(Máx. 1 punto por juicio y tipo de error.)

Tipo de Error Juicio	Correspondencia		Serie Estable		Precantidad		Sin Error	
1° Juicio	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
2° Juicio	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Total tipo de Error								

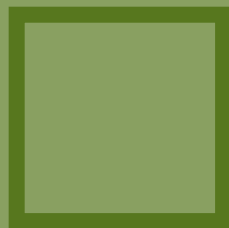


REGISTRO TAREA DAR X

Cantidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	
	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	

REGISTRO TAREA GENERALIZACIÓN

Condición Principio	1		5		10		15	
Correspondencia	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Serie Estable	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
Precantidad	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No



BIBLIOGRAFÍA



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abascal, J. y Gardeazabal, L. (2001). A propósito del diseño de aplicaciones informáticas para las personas con limitaciones cognitivas. En, A. Vega (Coord.). *La educación de los niños con Síndrome de Down*. Salamanca: Amarú Ediciones.
- Alba, C. (1991). Introducción a la informática en Educación Especial. En: M. López y J.F. Guerrero (Coords.). *Caminando hacia el siglo XXI. La integración escolar*. Málaga: Universidad de Málaga. 211-218.
- Alba, C. (1992). *Investigación en nuevas tecnologías y necesidades especiales*. Ponencia presentada a la XIX Reunión Científica de AEDES: Nuevas Tecnologías y necesidades especiales. Vitoria-Gasteiz, Noviembre 1992.
- Alba, C. (1994). Utilización didáctica de recursos tecnológicos como respuesta a la diversidad. En: J.M. Sancho (Coord.). *Para una tecnología educativa*. Barcelona: Orsori, 221-240.
- Alba, C. y Sánchez Hípola, P. (1996). La utilización de los recursos tecnológicos en los contextos educativos como respuesta a la diversidad. En: D.J. Gallego; C.M. Alonso y Y. Cantón (Coords.). *Integración curricular de los recursos tecnológicos*. Barcelona: Oikos-Tau. 351-374.
- Alcalde Cuevas, C. (1998). *Conceptualización numérica en niños deficientes mediante un pronóstico de control de estímulos*. Cádiz. Servicio de publicaciones de la Universidad, D.L.
- Area, M. (1991). *Los medios, los profesores y el currículo*. Barcelona: Sendai.
- Arnáiz, P. (1988). Un análisis de la Educación Especial hoy. *Anales de Pedagogía*, 6, 7-26.

- Arnáiz, P. (1997). Innovación y diversidad: Hacia nuevas propuestas didácticas. En: J. A. Torres (Coord.). *La innovación en la Educación Especial*. Jaén: Servicio de Publicaciones de la Universidad.
- Arraiz, A. (1994). Deficiencia mental: Niños con Síndrome de Down. En S. Molina (Dir). *Bases psicopedagógicas de la Educación Especial*. Alcoy: Marfil.
- Baroody, A. J. (1988). *El pensamiento matemático de los niños. Un marco evolutivo para maestros de preescolar, ciclo inicial y educación especial*. Aprendizaje Visor y MEC.
- Baroody, A. J. (1988). Number-comparison learning by children classified as Mentally Retarded. *American Journal on Mental Retardation*. Vol. 92, N° 5, 461-471.
- Baroody, A. J. (1992). The development of preschoolers' counting skills and principles. En J. Bideaud; C. Meljak y J.P. Fischer (Eds). *Pathways to number. Children's developing numerical abilities*. Hillsdale, N.J.: L.E.A; pp. 307-324.
- Baroody, A.J. y Ginsburg, H.P. (1986). The relationship between initial meaningful and mechanical knowledge of arithmetic. En J. Hiebert (Ed.) *Conceptual and procedural Knowledge: The case of mathematics*. Hillsdale, NJ. England: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bartolomé, A. (1994). Multimedia interactivo y sus posibilidades en educación superior. *Pixel-Bit. Revista de medios y Educación*, 1, 5-14.
- Becker, J. (1989). Preschoolers' use of number to denote one to one correspondence. *Child Development*, 60. 1147-1157.
- Bermejo, V. y Lago, M^a. O. (1991). *Aprendiendo a contar. Su relevancia en la comprensión y fundamentación de los primeros conceptos matemáticos*. M.E.C.: CIDE.
- Bernal, A. (1997). Le problematiche dell'educazione nella societa dell'informazione. En *Rinascita della Scuola*, Anno XXI, N° 1, pp, 29-41.
- Beveridge, M. C. (1997). La integración escolar en los niños con Síndrome de Down: políticas, problemas y procesos. En J. Rondal, J. Perera, L. Nadel y A. Comblain (Eds). *Síndrome de Down. Perspectivas psicológica, psicobiológica y socioeducacional*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
- Boone, R.A.; Higgins, K. y Notari, A. (1996). Hypermedia pre-reading lessons: learded-centered software for Kindergarten. *Journal of computing in childhood Education*. 7 (2) 39-69.
- Brannon, E. y Van de Walle. G. (2001). The development of ordinal numerical competence in Young children. *Cognitive Psychology*, 43, 53-81.
- Briars, D.J. y Siegler, R.S. (1984). A featural analysis of preschoolers' counting knowledge. *Developmental Psychology*, 20. 607-618.
- Bright, B. y Harvey, T. (1984). Computers games as instructional Tools. *Computers in Schools*. The Hawort Press, NY. 1 (3).

- Brinkley, V.M. y Watson, J.A. (1987). Logo and Young children: are quadrant effects part of initial Logo mastery?. *Journal of Educational Technology Systems*, 19, 75-86.
- Brown, A.L. y DeLoache, J.S. (1978). Skills, plans and self-regulation. En R.S. Siegler (Ed.). *Children's thinking: What develops?* Hillsdale, NJ. England.
- Bryant, P. y Nuñez, T. (2002). Children's understanding of mathematics. En U. Goswami (Ed.). *Blackwell Handbook of childhood cognitive development. Inst of child health: U Coll London Medical School*. Maldem, MA, US: Blackwell Publishers.
- Buckley, S. (1985). Attaining basic educational skills: Reading, Writing and number. En : D. Lane y B. Stratford (Eds). *Current Approaches to Down Syndrome*. London: Holt, Rinehart y Winston. pp.315-343.
- Buckley, S. (1995). Aprendizaje de la lectura como enseñanza del lenguaje en niños con Síndrome de Down: resultados y significado teórico. En, J. Perera (Dir.). *Síndrome de Down. Aspectos específicos*. Barcelona: Masson.
- Buckley, S. y Bird, G. (1993). Teaching children with Down's syndrome to read. *Down syndrome Research and practice*, 1 (1) 34-39.
- Buckley, S.; Bird, G. y Byrne, A. (1997). La importancia práctica y teórica de enseñar a leer y escribir a los niños con Síndrome de Down. En J. Rondal, J. Perera, L. Nadel y A. Comblain (Eds). *Síndrome de Down: Perspectivas psicológica, psicobiológica y socioeducacional*. Madrid: IMSERSO.
- Buckley, S. y Sacks, B. (1987). *The adolescent with Down syndrome*. Portsmouth: Portsmouth Politechnic.
- Buckley, S.(2002). Count us in-all of us. *Down Syndrome Information Network*. En: [http://www. down-syndrome.info/library](http://www.down-syndrome.info/library). (06/06/2002)
- Bullock, M. y Gellman, R. (1977). Numerical relationships in young children: The ordering principle. *Child Development*, 48, 427-434.
- Butterfield, E. C. (1961). A provocative case of overachievement by a mongolod. *American Journal of mental deficiency*, 66, 444-448.
- Byrne, A.; Buckley, S., MacDonald, J. y Bird, G. (1995). Investigating the literacy, language and memory skills of children with Down's syndrome. *Down's Syndrome: Research and Practice*,3, 53-8.
- C.E.C./J.A. (1993). *Plan de orientación educativa en Andalucía*. Sevilla: Junta de Andalucía.
- C.E.C./J.A.(1994). *La atención educativa a la diversidad de los alumnos en el Nuevo modelo educativo*. Sevilla: Servicio de Publicaciones.
- Cabero, J. (1992). Diseño de Software informático. *Bordón*, 44, (4), 383-391.

- Cabero, J. (1996). Nuevas Tecnologías, comunicación y educación. En *Edutec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, <http://www.uib.es/depart/dcweb/revelec1.html>, num. 1
- Cabero, J. (1999). *Análisis, selección y evaluación de medios audiovisuales*. En <http://edutec.rediris.es/documentos/1992/qurricul.html>.
- Cabero, J.; Barroso, J. y Fernández, J.M. (2000). Medios y nuevas tecnologías para la integración escolar. *Revista de Educación*, 2, 253-265.
- Cabero, J.; Márquez, D.; Ballesteros, C.; Barroso, J.; Fernández, J.M.; Román, P.; López, E. y Duarte, A. (2001). Sierra Sur: una experiencia universitaria innovadora para el diseño y desarrollo de material multimedia. *Bordón*, 53, 2, 185-200.
- Cabero, J. y Duarte, A. (1999). Evaluación de medios y materiales de enseñanza en soporte multimedia. *Revista Pixel-Bit*, nº 13, 23-45.
- Carey, S. (1998). Knowledge of number: It's evolution and ontology. *Science*, 282, 641-642.
- Carr, J. (1988). Six weeks to twenty-one years old: A longitudinal study of children with Down syndrome and their families. *Journal of child Psychology and Psychiatry*, 29 (4), 407-431.
- Casey, W. y cols. (1988). Integration of Down syndrome children in the primary school: A longitudinal study of cognitive development and academic attainments. *British Journal of educational Psychology*, 58, 279-286.
- Castro, E.; Rico, L. y Castro, E. (1992). *Números y operaciones. Fundamentos para una aritmética escolar*. Madrid: Síntesis.
- Caycho, L.; Gunn, P.; Siegal, M. (1991). Counting by children with Down Syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, 95, 5, 575-583.
- Clements, D. H. (2002). Computers in Early Childhood Mathematics. *Contemporary Issues in Early childhood*, 3, (2), 160 -181.
- Clements, D. H. y Nastasi, B. K. (1993). Electronic Media and Early Childhood Education. En B. Spodek (Ed.) *Handbook of research on the Education of Young Children*, New York: Macmillan.
- Clements, D. H. y Sarama, J. (2002). Building blocks for young children's mathematical development. *Journal of educational computing research*. Vol 27 (1-2) 93-110.
- Cornwell, A.C. (1974). Development of language, abstraction and numerical concept formation in Down's Syndrome Children. *American Journal of Mental Deficiency*, 79 (2), 179-190.
- Cunningham, C. (1990). *El Síndrome de Down. Una introducción para padres*. Piadós: Barcelona.
- Cunningham, C. (1995). Desarrollo psicológico en los niños con Síndrome de Down. En, J. Perera (Dir.). *Síndrome de Down. Aspectos específicos*. Barcelona: Masson.
- Cunningham, C. (2000). Familias de niños con Síndrome de Down. En VERDUGO, M.A. (Ed.). *Familias y Discapacidad Intelectual*, 41-71. Madrid, F.E.A.P.S.

- Char, C.A. (1989). *Computer Graphic Feltboards: New software approaches for young children's mathematical exploration*. Conferencia presentada en American Educational Research Association, Marzo, San Francisco.
- Chen, S.M. y Bernard-Opitz, V. (1993). Comparison of personal and computer assisted instruction for children with autism. *Mental Retardation*, 31 (6). 368- 376.
- Dahle, A. J. y Baldwin, R. L. (1992). Audiologic and otorringologic concerns. En, S. M. Pueschel y J. K. Pueschel (Eds). *Biomedical concerns in persons with Down Syndrome*. Baltimore MD: Brookes.
- Dahle, A. J. y Baldwin, R. L. (1994). Problemas audiológicos y otorrinolaringológicos. En, S. M. Pueschel y J. K. Pueschel (Eds). *Síndrome de Down. Problemática Biomédica*. Fundación Síndrome de Down de Cantabria. Barcelona: Masson.
- Davidson, J. Elcock, J. y Noyes, P. (1996). A preliminary study of the effect of computer-assisted practice on reading attainment. *Journal of research in Reading*, 19 (2), 102-110.
- Deaño, M. (1994). Dificultades selectivas de aprendizaje: Matemáticas. En, S. Molina (Dir). *Bases Psicopedagógicas de la Educación Especial*. Alcoy: Marfil.
- Del Barrio, J.A. (1991). Evaluación del desarrollo psicolingüístico en los niños con Síndrome de Down en edad escolar. En J. Florez y M.V. Troncoso: *Síndrome de Down*. Salvat: Barcelona.
- Dessent, T. (1987). *Making the ordinary school Special*. Filadelfia: The Falmer Press.
- Down, J.L. (1866). Observations on an ethnic classification of idiots. *London Hospital. Clinical lectures and reports*, 3, 259-262.
- Duffen, L. (1976). Teaching reading to teach language. *Remedial Education*, 11, 139- 142.
- Elliot, A. y Hall, N. (1997). The impact of Self-Regulatory teaching Strategies on "At-risk" Preschoolers' Mathematical Learning in a computer-mediated Environment. *Journal of Computing in Childhood Education*, 8 (2/3), 187-198.
- F.E.I.S.D. (2002). *Plan de Acción para las personas con Síndrome de Down en España 2002-2006*. FEISD. Madrid.
- Firth, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. En S. Paterson, B,Marshall y S. Coltheart (Eds.): *Surface Dyslexia*. HOVE, UK: Erlbaum. 301- 334.
- Flórez, J. (1990). Síndrome de Down. Expresión génica y alteraciones cerebrales. En M. Bueno, S. Molina, A. Seva (Eds.). *Deficiencia mental I. Aspectos biomédicos*. Barcelona, Expaxs. 71-84.
- Flórez, J. (1991). Patología Cerebral y aprendizaje en el Síndrome de Down. En. J. Florez y M.V. Troncoso. *Síndrome de Down*. Salvat: Barcelona.
- Flórez, J. (1995). Patología cerebral en el Síndrome de Down: Aprendizaje y conducta. En, J. Perera (Dir.). *Síndrome de Down. Aspectos específicos*. Barcelona: Masson.
- Flórez, J. (1997). Bases neurobiológicas del aprendizaje y la memoria en el Síndrome de Down. En: Miñan. *Educar a las personas con Síndrome de Down*. Granada: Asociación Síndrome de Down.

- Flórez, J. (1999a). Bases neurológicas del aprendizaje. *Siglo Cero*. 30 (3), 9-27.
- Flórez, J. (1999b). Síndrome de Down. Presentación General. *Siglo Cero*. 30 (4),5-15.
- Flórez, J. y Troncoso, M.V. (1991). *Síndrome de Down y Educación*. Salvat: Barcelona.
- Fortes, A. (1994). Epistemología de la Educación Especial. En, S. Molina (Dir). *Bases Psicopedagógicas de la Educación Especial*. Alcoy: Marfil.
- Fowler, A. (1990). Language abilities in children with Down Syndrome: Evidence for a specific syntactic delay. En G. Cicchetti y M. Beeghly (Eds). *Children with Down Syndrome: A developmental approach*. Nueva York, Cambridge University Press. 302- 328.
- Frye, D., Braisby, N., Lowe, J., Maroudas, C., y Nicholls, J. (1989). Young children's understanding of counting and cardinality. *Child Development*, 60, 1158-1171.
- Fuson, K.C. (1986). Teaching children to subtract by counting-up. *Journal for Research in Mathematics Education*, 17, 172-189.
- Fuson, K.C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer-Verlag.
- Fuson, K.C. y Hall, J.W. (1983). The acquisition of early number word meanings. En H. Ginsburg (Ed.). *The development of mathematical thinking*. New York: Academic Press, 47-107.
- Gagé, N.L. y Berliner, D.C. (1984). *Educational Psychology*. Boston : Houghton Mifflin Co.
- Gallistel, C.R. y Gelman, R. (1990). The what and how of counting . *Cognition*, 34, 197-199.
- Gallistel, C.R., y Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44, 43-74.
- Gardner, A. y Lipsky, D. (1987). Beyond special education: Toward System for all students. *Harvard Educational Review*, 57, 367-395.
- Gathercole, S. y Baddeley, A. (1993): Phonological working memory: A critical building block for reading development and vocabulary acquisition. *European Journal of the Psychology of Education*. 8, 259- 272.
- Gayeski, D. (1992). Making Sense of Multimedia. *Educational Technology*, 32 (4). Abril, 15-19.
- Gelb, S.A. y Mizokawua, D.T. (1986). Special Education and Social Structure: The Commnality of Excepcional. *American Educational Research Journal*, 4, 543-557.
- Gelman, R. (1982). Accessing one-to-one correspondence: Still another paper about conservation. *British Journal or Psychology*. 73 (2), 209-220.
- Gelman, R. y Meck, E. (1983). Preschoolers' counting: Principles before skill. *Cognition*, 13, 343-359.
- Gelman, R. ; Meck, E. y Merkin, S. (1986): Young children's numerical competence. *Cognitive Development*, 46, 167-175.
- Gelman, R. y Cohen, M. (1988). Qualitative differences in the way Down Syndrome and normal children solve a novel counting problem. En L. Naderl (Ed.), *The psychobiology of Down Syndrome*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Gelman, R. y Gallistel, C. R. (1978). *The child's concept of number*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.
- Gibson, D. (1978). *Down Syndrome: The psychobiology of Mongolism*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gijón, A. (2000). *Los alumnos y alumnas con Síndrome de Down aprenden en la escuela de la diversidad*. Granada: Andadown.
- Giné, C. (1987). El retraso en el desarrollo: Una respuesta educativa. *Infancia y Aprendizaje*, 39, 40, 83-94.
- Gliedman, J. y Roth, W. (1980). *The unexpected minority. Handicapped children in America*. New York: Harcourt Brace.
- Góngora, A. (1998). Las Nuevas Tecnologías de la Información y de la comunicación: Nuevos Retos Educativos. En M. Cebrian, A. Chacón, R. Manchado, J. Sánchez, A. Bartolomé, J. Cabero, F. Martínez y J. Salinas (Coords): *Creación de materiales para la innovación educativa con nuevas tecnologías: EDUTEC 97*. Málaga: ICE de la Universidad de Málaga.
- Graaf, E. (1997). Learning elementary Maths: Case study of a Dutch boy. Workshop presented at the Down Syndrome World Conference, Madrid. Octubre, 1997
- Greeno, J.G.; Riley, M. S. y Gelman, R. (1984). Conceptual competence and children's Counting. *Cognitive Psychology*, 16, 94-143.
- Hegarty, S. (1987). *Meeting special need in ordinary school*. Salisbury: Cassel.
- Hegarty, S. (1994). *Educación de niños y jóvenes con discapacidades*. Paris: UNESCO.
- Hegarty, S. Hodgson, A. y Cluniesross, L. (1988). *Aprender juntos. La integración escolar*. Madrid: Morata.
- Heimann, M.; Nelson, K.; Tjus, T. y Gillberg, C.H. (1995). Increasing reading and communication skills in children with Autism through an interactive multimedia computer program. *Journal of autism and developmental disorders*. 25 (5) 459-480.
- Hulme, C. y Mackenzie, S. (1992). *Working Memory and severe learning difficulty*. Hove, UK: Erlbaum.
- Jiménez, P. y Vila, M. (1999). *De Educación Especial a Educación en la Diversidad*. Málaga: Aljibe.
- Jonassen, D. (1989). *Hypertext/Hypermedia*. Educational Technology Pub., Englewood Cliffs, New Jersey.
- Jonassen, D. y Wang, S. (1990). Hypertext, Learning and Instructional Desing. En, *Educational Media and Technology*, Yearbook, 1990.
- Kromhout, O. M. y Butzin, S. M. (1993). Integrating computers into the elementary school curriculum: an evaluation of nine project CHILD model schools. *Journal of Research on Computing in Education*, 26, pp.55-69.
- Lambert, J. (1978). *Introducción al retraso mental*. Barcelona: Herder.
- Lambert, J. y Rondal, J. A. (1982). *El Mongolismo*. Barcelona, Herder.
- Le Gall, I. (1995). Especificidad genética del Síndrome de Down. En, J. Perera (Dir.). *Síndrome de Down. Aspectos específicos*. Barcelona: Masson.

- Lejeune, J., Turpin, R. y Gautier, M. (1959). Etudes des chromosomes somatiques de neuf enfants mongoliens. *Cr. Academie Sciences*, 248. 1721-1722.
- LEY DE INTEGRACIÓN SOCIAL DE LOS MINUSVÁLIDOS (1982). Ley 13/ 1982, de 7 de abril. B.O.E., 30-IV-1982.
- LEY ORGÁNICA DE CALIDAD DE LA EDUCACIÓN (2002). Ley 10/2002, de 23 de diciembre.
- Lincoln, A. J. y cols (1985). Neuropsychological correlates of information-processing by children with Down Syndrome. *American Journal of Mental Deficiency*, 89, 403-414.
- López Melero, M. (1990): *La integración escolar; otra cultura*. Málaga: Cuadernos Puerta Nueva.
- Lorenz, S. y cols. (1985). Learning in Down's syndrome. *British Journal of Special Education*. 12, 65-67.
- Luceño, J.L. (1986). *El número y las operaciones aritméticas básicas: su psicodidáctica*. Alcoy: Marfil.
- M.E.C. (1970). Ley General 14/1970, de 4 de agosto, de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. B.O.E., 6-VIII-1970.
- M.E.C. (1985). Real Decreto, 334/1985, de 6 de marzo, de Ordenación de la Educación Especial. B.O.E., 16-III-1985.
- M.E.C. (1989). *Libro Blanco de la Reforma del Sistema Educativo*. Madrid: MEC.
- M.E.C. (1990). Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo. B.O.E., 4 -X-1990.
- M.E.C. (1992). *Alumnos con necesidades educativas especiales y Adaptaciones Curriculares*. Madrid: Ed. propia.
- M.E.C. (1995). Real Decreto 696/1995, de 28 de abril, de ordenación de la educación de los alumnos con necesidades educativas especiales. B.O.E., 2-VI-1995.
- Macías. M. J. (1999). El Síndrome de Down. Características generales. En C.J. Fernández. *Discapacidad y trastornos del niño en el ámbito escolar. Actas II Jornadas de Psicología*. Úbeda: Gráficas Minerva.
- Marcell, M.M. y Armstrong, V. (1982). Auditory and visual sequential memory of Down Syndrome and nonretarder children. *American Journal of mental deficiency*, 87, 86-95.
- Marchesi, A. (1988): Prólogo a la Edición Española. En S. Hegarty; A. Hodgson y L. Cluniescross (Eds.): *Aprender juntos: La integración escolar*. Madrid: Morata, 9-13.
- Marchesi, A. y Martín, E. (1990): Del lenguaje del trastorno a las necesidades educativas especiales. En A. Marchesi ; C. Coll y J. Palacios (Comp.): *Desarrollo psicológico y educación III. Necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar*. Madrid: Alianza, 15-33.
- Marquès, P. (1997). La informática en la enseñanza primaria. *Revista Aula de Innovación Educativa*, 67. Barcelona.
- Marqués, P. (2001). Criterios para la selección de software educativo. *Quaderns Digitals*, nº 24.
- McCollister, F.P. y Dahle, A.J. (1986). Hearing and otologic disorders in children with Dow's syndrome. *American Journal of Mental Deficiency*. 90, 636- 642.

- Mitchie, S. (1985). Development of absolute and relative concepts of number in preschool children. *Developmental Psychology*, 21,247-252.
- Mix, K.S. (1999). Similarity and Numerical Equivalence: Appearances Count. *Cognitive Development*, 14, 269-297.
- Molina, S. (Dir.) (1994). *Bases psicopedagógicas de la Educación Especial*. Alcoy: Marfil.
- Moreno, R. y Mayer, R.E. (1999). Multimedia-supported Metaphors for Meaning Making in Mathematics. *Cognition and instruction*, 17 (3), 215-248.
- Moxley, R.; Warash, B.; Coffman, G.; Brinton, K. y Concannon, K.R. (1997). Writing development using computers in a class of three years olds. *Journal of computing in childhood Education*. 8 (2-3), 133-164.
- Nadel, L. (Ed)(1988). *The psychobiology of Down Syndrome*. Cambridge, The MIT Press.
- Navarro, M^a. J. (1981). La Utilización de la tecnología: Otro modo de atender a la diversidad. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 18.
- <<http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n18/n18art/art184.htm>.>
- Nye, J. y Bird, G. (1996). Developing number and maths skills. *Down Syndrome Information Network. The Down syndrome Educational Trust.*, 6.1-7.
- Nye, J., Clibbens, J. y Bird, G. (1995). Numerical ability, general ability and language in children with Down's Syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 3 (3) 92-102.
- O.M.S. (1983). *Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías. Manual de Consecuencias de la Enfermedad*. Madrid: INSERSO.
- OCDE (1994). *The integration of disabled children into mainstream education: Ambitions, Theories and practices*. París.
- Olson, J.K. (1988). *Microcomputers Make Manipulatives Meaningful*, conferencia presentada en The International Congress of Mathematics Education, Agosto: Budapest, Hungría.
- Ortega, J. M. (2001). *Escala de Evaluación de Material Multimedia para Personas con Síndrome de Down. Estudio de Validación*. Trabajo de Investigación Inédito. Universidad de Jaén.
- Ortega, J. M. y Parras, L. (2002). Escala de Evaluación de material multimedia para personas con Síndrome de Down. En: F.J. Soto y J. Rodríguez. *Las Nuevas Tecnologías en la Respuesta Educativa a la Diversidad*. Murcia: Consejería de Educación y Cultura.
- Paterson, S. (1995). Lenguaje and number in Down Syndrome: The complex developmental trajectory from infancy to adulthood. *Down Syndrome Information Network*. En: <http://www.down-syndrome.info/library>. (06/06/2002)
- Pérez, J.A. y Urbina, S. (1997). Nuevas tecnologías aplicadas a la Educación Especial. En: A. Sánchez Palomino y J.A. Torres González (Coords.): *Educación Especial I: Una perspectiva curricular organizativa y profesional*. Madrid: Pirámide, 371-387.

- Piaget, J. (1952). *The child's conception of number*. New York: Norton.
- Poter, J. (1999). Learning to count: A difficult task?. *Down Syndrome Research and Practice* Vol.6, 2, 85-94.
- Pueschel, S.M. (1984). *A Study of the young child with Down syndrome*. New York; Human Science Press.
- Pueschel, S.M. (1988). Visual and auditory processing in children with Down syndrome. En NADEL, L. (Ed). *The psychobiology of Down Syndrome*. Cambridge, The MIT Press.
- Pueschel, S.M. y cols. (1990). *A parent's guide to Down Síndrome: Toward a brigter future*. Paul H. Brookes, Baltimore.
- Pueschel, S.M. (1995). Características Físicas de las personas con Síndrome de Down. En, J. Perera (Dir.). *Síndrome de Down. Aspectos específicos*. Barcelona: Masson.
- Pueschel, S.M. y Pueschel, J.K. (Eds.)(1994). *Síndrome de Down. Problemática Biomédica*. Fundación Síndrome de Down de Cantabria. Barcelona: Masson.
- Pueschel, S.M. y Sustrova, M. (1997). Percepción visual y auditiva en los niños con Síndrome de Down. En. J.A. Rondal; J. Perera; L. Nadel y A. Comblain. *Síndrome de Down: Perspectivas psicológica, psicobiológica y socioeducacional*. Madrid. IMSERSO
- Ralston, G. (1991). Hypermedia...not Multimedia. *The Expanded Desktop*. 1 (4), 58.
- Rett. A. (1977). *Mongolismus*. Bern: Huber
- Rondal, J.A. y cols. (1990). *La interacción adulto-niño y la construcción del lenguaje*. Méjico. Trillas.
- Rondal, J.A., Perera, J. y Nadel, L. (Cols.) (2000). *Síndrome de Down. Revisión de los últimos conocimientos*. Editorial Espasa Calpe, Madrid.
- Rondal, J.A.; Perera, J.; Nadel, L. y Comblain, A. (1997). *Síndrome de Down: Perspectivas psicológica, psicobiológica y socioeducacional*. Madrid. IMSERSO
- Salinas, J. (1996). *Multimedia en los procesos de enseñanza aprendizaje: Elementos de discusión*. Ponencia en el Encuentro de Computación educativa. Santiago de Chile, 2-4.
- Sánchez Palomino, A. y Torres González, J.A. (Coords) (1997). *Educación Especial I: Perspectiva Curricular, organizativa y profesional*. Madrid: Pirámide.
- Sánchez Palomino, A. y Torres González, J.A. (Coords) (1997). *Educación Especial II: Ámbitos específicos de intervención*. Madrid: Pirámide.
- Saxe, G. B. (1977). A developmental analysis of notational counting. *Child Development*, 48. 1512-1520.
- Saxe, G. B. (1979). Developmental relations between notational counting and number conservation. *Child Development*, 50, 180-187.
- Schaeffer, B., Eggleston, .H. y Scott, J.L. (1974). Number development in young children. *Cognitive Psychology*, 6, 357-379.

- Serrano, J.M. y Denia, A.M. (1994). ¿Cómo cuentan los niños?. Un análisis de las teorías más relevantes sobre la construcción de los esquemas de conteo. Murcia: ICE
- Shepperdson, B. (1994). Attainments in reading and number of teenagers and young adults with Down's syndrome. *Down Syndrome: Research and practice*, 2 (3), 97-101.
- Shilling, W.A. (1997). Young children using computers to make discoveries about written language. *Early childhood education Journal*, 24 (4), 253-259.
- Shute, R. y Miksad, J. (1997). Computer assisted instruction and cognitive development in preeschoolers. *Child Study Journal*, 27 (3), 237-253.
- Siegel, L. S. (1971). The sequence of development of certain number concepts in preschool children. *Developmental psychology*, 5, 357-361.
- Siegel, L. S. (1972). The development of concepts of numerical magnitude. *Psychonomic Science*, 28, 245- 246
- Sloper, P., Cunningham, C., Turner, S. y Knussen, C. (1990). Factors relating to the academic attainments of children with Down Syndrome. *British Journal of Educational Psychology*, 60, 284-298.
- Snider, S.L. (1996). *Effects of alternative software in development of creativity and non at-risk young children*. Tesis Doctoral. Texas Woman's University.
- Sophian, C. y Kailihiwa, C. (1998). Units of counting: Developmental Changes. *Cognitive Development*, 13, 561-585.
- Stainback, S. y Stainback, W. (1984a). A Rationale for the merger of Special and Regular Education. *Exceptional Children*, 51 (2), 102-111.
- Stainback, S. y Stainback, W. (1984b). Broadening the research perspective in Special Education. *Exceptional Children*, 50 (5), 400-408.
- Steffe, L.P., Von-Glasersfeld, E., Richards, J. y Coob, P. (1985). Children's counting types: Philosophy, theory and application. *Journal of structural learning*. Gordon and Breach Science Publishers. 8 (3-4), 285-291.
- Strelling, M.K. (1976). Diagnosis of Down's syndrome at birth. *British Medical Journal*, 3, 1386- 1389.
- Talley, S.; Lancy, D.F. y Lee, T.R. (1997). Children, Story-books and computers. *Reading horizons*, 38, 116-128.

- Tolhurst, D. (1995). Hypertext, Hypermedia, Multimedia defined?. *Educational Technology*, 35, 2, 21-26.
- Torres, J.A. (1999). *Educación y Diversidad. Bases didácticas y organizativas*. Málaga: Aljibe
- Troncoso, M.V. y cols. (1997). Fundamento y resultados de un método de lectura para alumnos con Síndrome de Down. En: Florez, J. ; Troncoso, M.V. y Diersen, M., (Eds) *Síndrome de Down: Biología, desarrollo y educación*. Masson SA, Fundación Síndrome de Down de Cantabria y Fundación Marcelino Botín, Barcelona.
- Troncoso, M.V.; Del Cerro, M. (1991). Lectura y escritura de los niños con Síndrome de Down. En: Florez, J. ; Troncoso, M.V. (Eds). *Síndrome de Down y Educación*. Barcelona. Masson SA y Fundación de Cantabria.
- Troncoso, M.V.; Del Cerro, M.; Ruiz, E. (1999). El desarrollo de las personas con Síndrome de Down: Un análisis longitudinal. *Siglo Cero*. 30 (4), 7-26.
- Ulizarna, J.L.(1999). Tecnologías multimedia en el ámbito educativo. En *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (12).
- UNESCO (1977). *La Educación Especial. Situación actual y tendencias en la investigación*. Salamanca: Sígueme.
- UNESCO (1983). *Tecnología de la Educación Especial*. París: UNESCO.
- UNESCO (1994). *Declaración de Salamanca. Conferencia Mundial sobre Necesidades Educativas Especiales: Acceso y calidad*. Salamanca: Junio.
- Urbina, S. (2002). Líneas de investigación sobre uso del ordenador y educación infantil. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, (19) 27-48.
- Warnock, M. (1978). *Special Education Needs. Report of the committee of Enquiry into the Education of Handicapped Children and Young People*. London: Her Majesty's Stationery Office.
- Warnock, M. H. (1990). Informe sobre necesidades educativas especiales. *Siglo Cero*, 130, 12-24.
- Wilkinson, A.C. (1984). Children's Partial Knowledge of cognitive Skill of Counting. *Cognitive Psychology*, 16.874-891.
- Wilson, M. (1983). The curriculo for special needs. *Secondary Education Journal*, Vol. 13.
- Wright, J.L., Seepy, J. y Yenkin, L.(1992). The use of digitized images in Developing Software for young children. *Journal of computing in childhood education*. 3 (3/4) 259-284.
- Wynn, K. (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36. 155-193.
- Wynn, K. (1992). Children's acquisition of the Number Words and the Counting System. *Cognitive Psychology* 24, 220-251.

FOTOGRAFÍAS

Juana María Ortega Tudela

FOTOGRAFÍAS



Roberto Villagraz ©

FOTOGRAFÍAS



