

LECTURA DE NUMERALES ARÁBIGOS EN NIÑOS CON DISCALCULIA*

Yenny Otálora Sevilla¹

ABSTRACT

En este artículo se exponen los estudios de caso de dos niños de 10 años, uno de los cuales presenta discalculia de desarrollo y el otro discalculia adquirida. Se analizan sus patrones de desempeño en la resolución de una tarea de transcodificación numérica: la lectura de numerales arábigos. Se establecen para cada uno de los sujetos, niveles generales del tipo de producción -acierto, error sintáctico y error léxico- y niveles de las mismas categorías, en función de cuatro rangos de los numerales transcodificados. En ambos pacientes se evidencia una clara disociación entre los mecanismos de procesamiento léxico, que se encuentran preservados y los de procesamiento sintáctico que se ven gravemente afectados. La caracterización de cinco tipos de error sintáctico al leer numerales y de algunas estrategias utilizadas por los niños para resolver la tarea favorece la comprensión de algunos procesos involucrados en la transcodificación numérica del formato arábigo al formato verbal-hablado y permite plantear algunas especificidades de la disociación léxico/sintáctico en la discalculia de desarrollo y la discalculia adquirida.

Key-words: Procesamiento numérico, discalculia de desarrollo, discalculia adquirida, transcodificación numérica, disociación léxico-sintáctico, lectura de numerales.

DISCALCULIA Y PROCESAMIENTO NUMÉRICO

Desde un enfoque neuropsicológico se denomina *Discalculia* al conjunto de perturbaciones y dificultades que se presentan en los niños al iniciar o en el transcurso del aprendizaje de las habilidades matemáticas, como el cálculo, la adquisición de conceptos numéricos y aritméticos y el procesamiento numérico. La discalculia se ha diferenciado tradicionalmente de la *acalculia*, término utilizado para señalar que los déficits se adquirieron una vez se llevó a cabo el proceso de aprendizaje y por lo tanto, el área de conocimiento ya se dominaba. En otras palabras, el término *acalculia* se refiere a un daño adquirido en la edad adulta por causa de lesión o enfermedad cerebral (Deaño, 1998). Aunque la discalculia puede aparecer asociada a déficits del lenguaje, frecuentemente se ha caracterizado por una discrepancia significativa entre las habilidades matemáticas específicas y la inteligencia general. Según Von Aster (2000), los niños discalcúlicos evidencian una marcada diferencia entre su edad mental y su edad cronológica en cuanto al dominio matemático, es decir, que las habilidades matemáticas se encuentran en un nivel esperado para niños normales mucho más pequeños. Varios autores han referenciado que ellos no tienen problemas físicos ni emocionales y no tienen dificultades para el aprendizaje de otras áreas de conocimiento.

Una segunda distinción es hecha desde el punto de vista de la naturaleza del daño cognitivo. El término *discalculia adquirida* es utilizado para caracterizar los déficits asociados a daño cerebral durante la etapa infantil, es decir, como resultantes de la lesión de un área del cerebro que se relaciona con el dominio numérico, cuando ésta se encuentra en período de maduración. Y el término *discalculia de desarrollo* se refiere a una anomalía congénita subyacente a esas áreas (Geary, 1993). Algunos investigadores han argumentado que desde el punto de vista de las dificultades asociadas a la discalculia de desarrollo y la discalculia adquirida, no es necesaria esta diferenciación porque son condiciones análogas (Temple, 1991).

* Esta investigación fue realizada con el apoyo de COLCIENCIAS en marco del Programa de Formación de Jóvenes Investigadores 2001-2002, la Escuela de Psicología de la Universidad del Valle y el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Psicología, Cognición y Cultura de la Universidad del Valle.

¹ Agradecimientos a Mariela Orozco, por la tutoría en todas las etapas de esta investigación, a Diego Gómez y Diego Guerrero, por su colaboración durante las etapas de recolección, análisis e interpretación de los datos.

Los estudios realizados durante las dos últimas décadas han mostrado que la discalculia no constituye un síndrome homogéneo y han presentado una gama amplia de dificultades selectivos que llevaron a redefinirla y ha plantear subtipos mucho más precisos (ver revisión completa en Deaño, 1998). En el auge reciente de la neuropsicología cognitiva se proponen dos importantes modelos, entre otros, que describen la arquitectura cognitiva subyacente del procesamiento numérico y el cálculo. Estos modelos plantean un sistema en estado final, conformado por módulos de funcionamiento autónomos e independientes.

El primer modelo, de McCloskey, Caramazza & Basili (1985; McCloskey, 1992) diferencia dos módulos principales para el procesamiento numérico: Uno de *comprensión* y otro de *producción* numérica, los cuales se subdividen a su vez en dos mecanismos, en función del tipo de estímulo o respuesta que procesan, el primero para procesar numerales *arábigos* y el segundo para numerales *verbales*. Al interior de los componentes de comprensión y producción de numerales arábigos y verbales los autores distinguen entre mecanismos de procesamiento *léxico* y *sintáctico*. El procesamiento léxico permite comprender o producir elementos individuales en un numeral, mientras el procesamiento sintáctico implica procesar relaciones entre éstos elementos con el fin de comprender o producir números como un todo. Finalmente, en el procesamiento léxico se distinguen, otros dos mecanismos, uno *fonológico* para procesar palabras numéricas habladas, y otro *grafémico* para procesar palabras numéricas escritas. Esta distinción no es necesaria para el mecanismo de procesamiento sintáctico, porque las reglas para ensamblar elementos en el formato verbal hablado son las mismas que para ensamblarlos en el formato verbal escrito. Según este modelo, todos los mecanismos de procesamiento numérico están mediados por una representación semántica central de los números de naturaleza abstracta, que permite recuperar la cantidad en “partículas de cantidad” y partículas de “potencia de diez”.

El segundo modelo, propuesto por Dehaene (1992; Dehaene y Cohen, 1993), también plantea una arquitectura modular en la que tres módulos procesan la información de forma diferenciada, de acuerdo al formato en el que los números son representados y manipulados: En el primer módulo de *código visual-arábigo*, los números se representan en formato arábigo como cadenas de dígitos organizados en un marco viso-espacial interno extendido, sin que exista información semántica ni abstracta. En el módulo de *código verbal-auditivo* los números son representados como secuencias de palabras organizadas sintácticamente de la misma manera como se organizan en el lenguaje, por lo que tampoco se recupera información semántica. Por último, en el módulo de *código de magnitud analógica*, los números son representados en una especie de recta numérica orientada analógicamente. Este es el único módulo que recupera información semántica sobre el número. Por lo tanto, en el modelo de Dehaene se proponen representaciones numéricas y vías de tipo semántico y de tipo asemántico, a diferencia del modelo de McCloskey en el que únicamente se propone un tipo de representación semántico que media todas las vías de procesamiento.

Los modelos han sido exitosos en la interpretación de ejecuciones de sujetos con daño cerebral o problemas de aprendizaje en tareas aritméticas o que impliquen la manipulación de números en diferentes formatos. Particularmente han permitido explicar las disociaciones y dobles disociaciones específicas reveladas en complejos patrones de desempeño, lo cual confirma que en el desarrollo normal estas habilidades son favorecidas por diferentes componentes cognitivos. Las disociaciones son explicadas como el deterioro en alguno de los componentes o mecanismos del sistema cognitivo, mientras los otros se encuentran debidamente preservados. Los datos son interpretados de la misma manera para ambos modelos.

El interés de ésta investigación se centra en el estudio de una disociación léxico/sintáctico encontrada en los patrones de desempeño de dos niños con un tipo de discalculia diferente, al resolver una tarea de lectura de numerales arábigos. Esta es una tarea de transcodificación

numérica que implica traducir números del formato arábigo (p.e. 3 ó 56) al formato verbal-hablado (p.e. “tres” ó “cincuenta y seis”). Desde la perspectiva de los dos modelos, los errores en la transcodificación pueden revelar dificultades en el procesamiento léxico o en el procesamiento sintáctico. Los primeros, involucran errores en la producción de los elementos del número, como los dígitos o las palabras numéricas, pero está preservada la habilidad para ensamblar los elementos (probablemente errados) en un número que conserva la forma sintáctica apropiada y el mismo orden de magnitud (Deloche y Serón, 1981; McCloskey, et al. 1985). Por ejemplo en la lectura, un error de tipo léxico es cuando el paciente lee “veinticinco” por “27”. En cambio, los errores producidos por deficiencias en el procesamiento sintáctico involucran respuestas en las cuales el orden de magnitud del numeral es incorrecto. En este caso, los errores revelan dificultades de los pacientes para procesar las relaciones entre los elementos y ensamblarlos como un todo numérico (Deloche y Serón, 1981; McCloskey, et al. 1985). Un error sintáctico es cuando el paciente lee “doscientos siete” por “27”. La mayoría de errores de lectura que presentaron los sujetos de esta investigación, son de tipo sintáctico, con muy baja frecuencia de errores de tipo léxico.

El objetivo de los estudios de caso presentados en este artículo es indagar este tipo de disociación, a partir un análisis descriptivo del patrón general de desempeño de los sujetos en función del tipo de producción –acierto, error sintáctico, error léxico-, luego un análisis del mismo tipo de producción en función de los cuatro rangos numéricos de interés –dos, tres, cuatro y cinco cifras- y finalmente un análisis cualitativo del tipo de error de los sujetos, identificando categorías más específicas de tipo sintáctico. Se espera que este análisis favorezca una profundización en la comprensión de algunos mecanismos que hacen posible la transcodificación numérica del formato arábigo al formato verbal hablado.

METODO

Variables de la tarea

La tarea de lectura fue diseñada con variables específicas para los numerales arábigos a transcodificar². La primera variable, objeto de la investigación, es el *Rango Numérico*. Se consideraron cuatro rangos, determinados por los criterios del MEN-ICETEX³ para los primeros cuatro grados de Educación Básica Primaria:

Rango 1	0-99	Rango propio para 1° de primaria
Rango 2	100-999	Rango propio para 2° de primaria
Rango 3	1000-9999	Rango propio para 3° de primaria
Rango 4	10000-99999	Rango propio para 4° de primaria

La segunda variable a considerar es la *presencia o ausencia de ceros en el numeral estímulo* y la tercera variable es *si el numeral tiene dígitos menores o mayores que 5*. Estas dos variables solo fueron consideradas como procedimientos de control para garantizar mayor homogeneidad en la dificultad de los numerales en cada rango. También se garantizó que en un numeral estímulo ningún dígito fuera repetido.

Procedimiento

Previo a la tarea de lectura, a cada paciente se le aplicó un protocolo de selección con diferentes pruebas neuropsicológicas⁴ para observar la generalidad de los patrones de

² Estas variables son consideradas para la tarea de escritura en Orozco (2001).

³ Ministerio de Educación Nacional-Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Instituciones que establecen los lineamientos para la educación en Colombia. A pesar que son niños con dificultades escolares, se utilizan como referente estos criterios porque ambos son institucionalizados en escuela normal.

⁴ Más adelante al presentar los estudios de caso se especifican las pruebas presentadas a cada uno de los pacientes en el protocolo de selección.

desempeño, determinar la magnitud de su dificultad y garantizar que el daño se encontrara en funciones cognitivas específicas y no se tratara de una disfunción perceptual, periférica, cognitiva generalizada o de origen genético. En la caracterización del sujeto con discalculia adquirida se tuvo en cuenta su situación premórbida, su historia clínica y las pruebas imageneológicas, con las cuales se realizó el diagnóstico previo a la selección, en la institución que lo remitió.

La aplicación de la tarea de lectura se llevó a cabo individualmente y en una sesión para cada paciente. En total son presentados a cada sujeto 92 numerales en formato arábigo, 20 en rango 1, y 24 en cada uno de los otros rangos. El orden de presentación de los numerales fue aleatorio. El experimentador muestra, a través de un dispositivo, uno por uno los numerales arábigos al paciente, quien los lee en voz alta. La aplicación de la tarea es grabada en medio audiovisual.

Análisis de datos

Para cada paciente se llevó a cabo un análisis descriptivo y cualitativo del patrón de desempeño en la resolución de la tarea. El análisis descriptivo implicó el porcentaje general del tipo de producción y el porcentaje del mismo tipo de producción en función del rango de los numerales transcodificados. Las categorías específicas para la variable *tipo de producción* son las siguientes:

Acierto	Si la producción es correcta.
Sintáctico	Si la producción tiene uno o más errores de tipo sintáctico, es decir que afectan la estructura del numeral como un todo.
Léxico	Si la producción tiene uno o más errores de tipo léxico, es decir que afectan los elementos en el numeral sin transgredir su estructura.

Para caracterizar el patrón de desempeño general de los pacientes fueron utilizados cuatro niveles de acierto:

Alto	85% de acierto o más
Medio	50 % - 85% de acierto
Bajo	15% - 50% de acierto
Muy bajo	15 % de acierto o menos

El análisis cualitativo contempla la categorización de los tipos de error encontrados en el desempeño de los pacientes. La producciones erradas fueron analizadas a partir de las dos categorías generales propuestas por el modelo cognitivo de procesamiento numérico de McCloskey et al. (1985) a saber error léxico y sintáctico, con sus respectivos mecanismos de procesamiento, categorías más específicas de error léxico propuestas por Macaruso et al. (1993) y categorías de error sintáctico más específicas propuestas para lectura de numerales por Power y Dal Martello (1990). Algunos criterios utilizados fueron tomados de las categorías de error sintáctico propuestos para escritura de numerales por Orozco y Hederich (2000) y Scheuer et al. (2000).

ESTUDIO DE CASO 1: EL PACIENTE EG

EG es un niño de 10 años de edad, de lateralidad derecha, que en el momento de la aplicación finaliza 4° de primaria, en un colegio público del área urbana de Cali. Según informa esta institución, presenta déficits en su desempeño escolar, especialmente en las áreas de matemáticas y lenguaje, por lo que ha perdido dos veces 4°. En todas las otras áreas no presenta ninguna dificultad. EG fue remitido en junio de 2003, al Centro de Investigaciones en Psicología para una valoración neuropsicológica, con el fin de establecer compromiso de sus funciones cognitivas superiores. Previo a la remisión, EG fue evaluado en la Clínica Rafael Uribe del seguro social y se le había diagnosticado anartria, síndrome afásico y acalculia. Fue

remitido a una institución para niños especiales donde determinaron que su déficit no era generalizado y por lo tanto podía seguir vinculado a escuela normal. En esta institución se le brinda actualmente rehabilitación en el área de lenguaje y matemáticas.

Evaluación neuropsicológica

Como parte de la evaluación realizada para esta investigación a EG se le aplicaron las siguientes pruebas: La Batería Luria DNI -Diagnóstico Neuropsicológico Infantil-, el F.A.S. semántico y asemántico y la figura compleja de Rey. Según las pruebas EG presenta un Cuadro de Dislexia de Tipo Auditivo-Verbal con discalculia asociada, por causa indeterminada.

El cuadro presenta las siguientes características: 1) Déficits moderados en la función del habla expresiva y receptiva con compromiso de la discriminación simbólica, el análisis y síntesis fonético, la articulación del lenguaje hablado y el lenguaje fluente, principalmente en la lectura alfabética para ciertos fonemas y combinaciones consonánticas específicas, dificultades en la escritura alfabética igualmente para grafemas y combinaciones consonánticas específicas. Su compromiso en el lenguaje no es generalizado. 2) Severas dificultades en la comprensión y producción de la estructura numérica en la lectura y la escritura de numerales, para rangos inferiores⁵ (las centenas y las unidades de mil) y en rango propio (las decenas de mil). 3) Déficits moderados en la memoria auditivo-verbal, inmediata y diferida, y en la memoria episódica. 4) Se encuentran preservados los procesos atencionales -atención sostenida y discriminativa- con un foco amplio, el automonitoreo de sus procesos cognitivos, incluyendo cambio normal de patrón conductual, sus destrezas motoras, preceptuales y viso-espaciales, su orientación espacial y uso de operaciones esenciales en el espacio, su habilidad construccional, su memoria lógica-visual y su memoria viso-espacial, inmediata y diferida. No presenta anartria ni dificultad en el cálculo numérico.

Resultados

Para su nivel de escolaridad 4° de primaria, el rango 4 constituye el rango propio del paciente y todos los numerales de los anteriores rangos corresponden a rango inferior.

Análisis del tipo de producción de EG

El análisis general del tipo de producción de EG muestra un nivel bajo de acierto en la tarea de lectura, con un porcentaje del 28,2% de las producciones correctas (ver **Tabla 1**). Un 69,6% son producciones con error sintáctico y sólo un 2,2% con error léxico. El paciente presenta un patrón de desempeño deteriorado, que evidencia un déficit severo para la transcodificación del formato arábigo al formato verbal-hablado con una clara predominancia del error sintáctico sobre el acierto y mucho más sobre la baja proporción del error léxico.

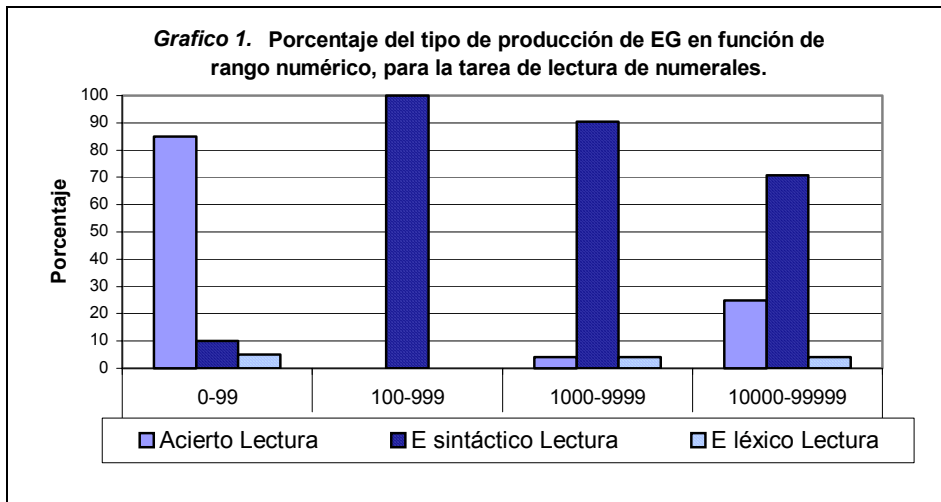
Tipo de producción	LECTURA (%)
<i>Acierto</i>	28,2
<i>E sintáctico</i>	69,6
<i>E léxico</i>	2,2
Total	100,0

Tabla 1. Porcentaje del tipo de producción en el desempeño de EG en la tarea de lectura de numerales arábigos.

Sin embargo, el deterioro no es homogéneo para toda clase de numerales. El análisis del tipo de producción en función del rango muestra diferencias en la transcodificación de estímulos con diferente número de dígitos. Así, que en el rango 1 (ver **Grafico 1**), EG tiene la mayoría de aciertos, representados en un 85%. Solo un 10% de las producciones tienen error sintáctico y

⁵ Como se señaló anteriormente, en función del grado cursado, se considera rango propio al que establece el MEN ICETEX, dado que el sujeto es escolarizado.

un 5% tienen error léxico. Por el contrario en el rango 2, se incrementa dramáticamente el porcentaje de error cubriendo el 100% de las producciones y todas corresponden a error sintáctico. En este rango no hay presencia de producciones con error léxico. En el rango 3 el porcentaje de acierto también es muy bajo. El porcentaje de error sintáctico sigue predominando con el 90,5% sobre el error léxico. Finalmente, en el rango 4 el porcentaje de acierto continúa bajo pero se incrementa levemente con respecto a los rangos anteriores. Por la misma razón el error sintáctico con el 70,8% decrece en este rango, pero la proporción es alta y predomina sobre el acierto y el error léxico que presenta un porcentaje mínimo.



Los datos del tipo de producción en función del rango revelan un nivel de acierto alto en rango 1. Esto indica que EG no tiene mayor dificultad para la transcodificación de los numerales de dos cifras. Su patrón de desempeño por el contrario se observa deteriorado en los tres últimos rangos. Las producciones erradas de EG aumentan considerablemente, sobre todo en el rango 2 y en el rango 3, por lo que sus niveles de error son muy altos. Aunque el rango 4 tiene un nivel de acierto bajo no es tan dramático como en los rangos 2 y 3. Esto muestra que EG presenta severas dificultades para transcodificar numerales arábigos con más de dos dígitos. Siguiendo criterios de escolaridad, EG a su edad ya debería dominar completamente los rangos del 1 al 3 que son inferiores para él, pero el único rango que domina es el de las unidades de diez o decenas. Llama la atención que en rango 4, es decir, en el que pudiera ser más difícil de todos para el paciente porque corresponde a su rango propio, no presenta un porcentaje de errores tan alto como en los anteriores. Esta pregunta se intentará responder más adelante.

Por otro lado, se evidencia en el patrón de desempeño de EG una marcada disociación entre los mecanismos de procesamiento léxico y los mecanismos de procesamiento sintáctico. En todos los rangos el error sintáctico es predominante sobre el error léxico, en especial en el rango 2, cuyo porcentaje es del 100%. En los otros rangos la proporción de producciones con error léxico es muy baja. Estos resultados permiten señalar dos aspectos importantes: 1) La mayor dificultad del paciente se encuentra en el ensamblaje correcto de los elementos del numeral en un todo, mientras la recuperación de los elementos que conforman el numeral está preservada. Las producciones verbales de EG se observan afectadas básicamente en su estructura. 2) En los rangos inferiores, los errores sintácticos de EG se incrementan con la longitud de las cadenas de dígitos.

Patrones de desempeño con incremento de error a medida que se avanza en el grado escolaridad o edad, así como la predominancia progresiva del error sintáctico, han sido encontrados en niños normales, por supuesto a edades más tempranas, hasta los 7 años

(Serón, Van Lil y Noël, 1995; Serón, Noël y Van der Elst, 1997; Power y Dal Martello, 1997; Noel y Turconi, 2000; Orozco, 2001). Algunas producciones que presentan errores de tipo sintáctico afectan la recuperación adecuada de las clases léxicas, proceso que Macaruso et al. (1993) atribuyen a los mecanismos léxicos del sistema. Sin embargo, lo que se observa en el patrón de desempeño de EG es que los errores que comete en la recuperación de la clase léxica están determinados por su organización errada de la estructura del numeral, más que por algún fallo del procesamiento léxico en si mismo. Esto se corrobora por el bajo porcentaje de error léxico del paciente en todos los rangos aplicados, dado que los elementos del numeral son correctos en la mayoría de las producciones.

Análisis del tipo de error de EG

En el desempeño de EG fueron encontradas cuatro categorías de error sintáctico y una de error léxico. Las frecuencias de las categorías es variable (ver **Tabla 2**) porque algunos tipos de error prevalecen sobre otros, pero aún así responden a un patrón regular del paciente.

TIPO ERROR		FRECUENCIA
Errores sintácticos	Aumento del orden de la unidad	34
	Cambio del orden de la unidad en nudos	12
	Fragmentación	10
Total errores sintácticos		56
Errores léxicos	Codifica el "6" como si fuera "9"	16
Total errores léxicos		16

Tabla 2. Categorías del tipo de error sintáctico o léxico del paciente EG.

1. Aumento del orden de la unidad: EG tiende a leer los numerales estímulo como si tuvieran más dígitos de los que realmente tienen, aumentando el orden de la unidad de algunas cifras. Generalmente, aumenta el orden de los dos primeros dígitos del numeral arábigo y conserva el de los últimos dígitos. El orden de la primera cifra es aumentado a decenas de mil y el orden de la segunda cifra a unidades de mil. Siguiendo este patrón, cuando el numeral estímulo tiene tres dígitos tiende a codificar las expresiones verbales de dos maneras⁶:

Codificación Tipo 1: Unid₁[decena de mil] Unid₂ [unidad de mil] Unid₃ [unidad]

Por ejemplo:

241 lo lee "veinticuatro **mil** uno"

345 lo lee "treinta y cuatro **mil** cinco"

105 lo lee "diez **mil** cinco"

302 lo lee "treinta **mil** dos"

Codificación Tipo 2: Unid₁[decena de mil] Unid₂ [decena] Unid₃ [unidad]

Por ejemplo:

967 lo lee "noventa **mil** noventa y siete"

687 lo lee "sesenta **mil** ochenta y siete"

435 lo lee "cuarenta **mil** treinta y cinco"

786 lo lee "setenta **mil** ochenta y seis"

⁶ Se sigue el modelo de codificaciones analizadas por Noel y Serón (1993) en un paciente adulto con acalculia. Los valores de cada unidad (**Unid₁ Unid₂...**etc) corresponden a dígitos específicos del numeral estímulo. Para los autores, este tipo de codificaciones constituyen un "patrón sintáctico regular" del sujeto que lleva a cabo la transcodificación (p. 323).

En las codificaciones Tipo 1 y Tipo 2 se observa que para los dígitos que deberían leerse en las centenas EG utiliza las palabras correspondientes a las decenas de mil. En ninguno de los ejemplos se observa que los dígitos son codificados como centena. La codificación de centenas aparece muy pocas veces en las producciones de EG, mientras que las codificaciones mostradas en éstos ejemplos caracterizan la mayoría de sus producciones erradas. Igualmente, en los dos tipos de codificación el dígito arábigo correspondiente a las unidades (último dígito) es leído como unidad, es decir, conserva su orden. La diferencia entre los dos tipos de codificación se presenta en la lectura de los dígitos arábigos correspondientes a las decenas. En la codificación tipo 1, este dígito es leído como unidad de mil y en la codificación tipo 2 es leído como decena. Por otro lado, las dos palabras aplicadas regularmente para aumentar el orden de las unidades son el **enta** y el **mil**. Cuando en el numeral estímulo hay cero, EG lo tiende transcodificar como “silencio” o en otras palabras no utiliza ninguna palabra en la unidad correspondiente, según los dos tipos de codificación mostrados. Por ejemplo, cuando lee 240, siguiendo la codificación Tipo 1, lee “2” como decena de mil, “4” como unidad de mil y “0” es un silencio. Lo mismo sucede con los ejemplos presentados anteriormente en la codificación Tipo 1 de los numerales que tienen ceros. Cuando el numeral estímulo tiene cuatro dígitos EG codifica las expresiones verbales así:

Codificación 3: Unid₁(decena de mil) Unid₂ (unidad de mil) Unid₃ (decena) Unid₄ (unidad)

Por ejemplo:

7698 lo lee “setenta y seis mil noventa y ocho”

5241 lo lee “cincuenta y cuatro mil cuarenta y uno”

1034 lo lee “diez mil treinta y cuatro”

4302 lo lee “cuarenta y tres mil dos”

La codificación Tipo 3 presenta similitud con las dos presentadas anteriormente. Por ejemplo, EG lee siempre la primera cifra como decena de mil y la última como unidad. La diferencia entre los tipos de codificación 1 y 2 aquí no se presenta porque el numeral estímulo tiene 4 dígitos, por lo que siempre el segundo dígito es leído como unidad de mil y el tercer dígito es leído como decena. En la codificación tipo 3 las palabras sintácticas **enta** y **mil** también aparecen de manera regular para aumentar el orden de las unidades, ningún dígito es codificado como centena o centena de mil, y los ceros son codificados como “silencios” (ver los dos últimos ejemplos).

La regularidad en los tipos de codificación de EG pueden mostrar algo más sobre su procesamiento. Si se observan los niveles de acierto y error de EG a través de los rangos (volver a **Gráfico 1**) se encuentra que el rango de las decenas es el que domina completamente -porcentaje alto de acierto-. En cambio, los porcentajes tan bajos en el rango de las centenas evidencian que EG no domina las reglas de composición de numerales de tres dígitos en adelante. Se puede suponer entonces que cuando EG tiene que transcodificar numerales de 3 dígitos o más, rangos que no maneja, aplica las reglas del rango de las decenas que si maneja correctamente. Por eso en casi todos los estímulos tiende a leer la primera cifra como decena yuxtaponiendo a la partícula de cantidad, los **entas** o los sufijos que representan en el formato verbal-hablado el multiplicador diez. Al parecer esta es una estrategia que EG utiliza cuando no sabe como leer numerales, lo cual se podría constituir en su mente como un problema.

Continuando con la codificación, EG yuxtapone la palabra sintáctica **mil** a todas las expresiones. Es muy probable que el número de dígitos constituye para el niño un indicador de magnitud del numeral. Según Lerner y Sadovsky (1994) los niños tienen hipótesis sobre el sistema de notación antes de conocer la escritura convencional de un número. Una de éstas hipótesis es que “cuánto mayor es la cantidad de cifras de un número, mayor es el número”(p.100). Además, para las autoras esta hipótesis es más fuerte que cualquier otra que esté referida al valor absoluto de un número. De esta manera, puede ser que para EG los

numerales que tienen más de dos dígitos y que están por encima del rango que maneja bien, son “números grandes” y por ello les aplica una regla que conoce para números grandes: la partícula “*mil*”.

En este caso, en la producción de la expresión verbal el niño puede estar usando un dato que le ofrece el numeral estímulo –hay varios dígitos–, lo relaciona con un conocimiento o una información que posee sobre el sistema –los números que tienen varios dígitos son grandes– y como estrategia, les aplica una regla que conoce para números grandes –se debe decir *mil*-. De manera más sencilla, la palabra sintáctica *mil* puede ser la regla que el niño utiliza para codificar los numerales más “grandes” o que tienen 3 y más dígitos. En el modelo de Dehaene (1992, Dehaene y Cohen, 1993) esta es precisamente la manera como un sistema normal lleva a cabo la transcodificación de numerales. El sistema toma indicadores de los estímulos y según esta información aplica reglas que conoce para organizar en un marco sintáctico los elementos del numeral respuesta. Como se observa en el desempeño de EG (volver al **Grafico 1**) el niño no maneja los rangos 2, 3 y 4, pero aún así parece utilizar estrategias para componer números en ellos, utilizando un conocimiento que ya posee sobre los rangos que si domina y sobre el sistema de numeración en general.

Es claro que el niño domina también las unidades simples. Es por ello que en sus tres tipos de codificación puede elevar el orden de la unidad de los dígitos intermedios a “unidades de mil”. Sigue para ello la misma estrategia de las decenas y aplica al dígito dos reglas que conoce bien: la forma de expresar verbalmente el primitivo léxico (por lo menos del 1 al 9) y le aumenta la partícula *mil* determinando así la magnitud del numeral “grande”. Es por ello que el niño casi nunca utiliza las centenas para codificar. Como antes se explicó, unas pocas producciones erradas de EG poseen la palabra “*cientos*”, por lo que hace parte de su almacén léxico, pero no es un rango que domine bien y por lo tanto no tiene buen conocimiento de sus reglas de composición.

Previamente se hacía la pregunta sobre el porqué, si EG no tiene dominio del rango de las centenas ni de las unidades de mil, presenta un mejor desempeño en el rango de las decenas de mil, es decir, aún cuando en el rango 2 y 3 se incrementa dramáticamente el error sintáctico, baja el nivel de este tipo de producción en el rango 4. Es muy poco probable que no domina los rangos anteriores, comprenda en este rango los numerales como un todo. Noel y Turconi (2000) señalan que muchos niños pueden presentar errores en rangos específicos, y en otros no, incluso cuando se trata de rangos mayores. Esto también ha sido reportado en adultos con acalculia (ver por ejemplo, Noel y Seron , 1993). En el caso de EG es probable que, como tiende a aumentar el orden de la unidad de la primera cifra a decenas de mil, decrece el nivel de error en la transcodificación de numerales de cinco dígitos es decir, el leve incremento de acierto en el rango 4 puede ser un resultado de su estrategia de elevar el primer dígito al orden de las decenas de mil, procedimiento acertado para números de cinco dígitos.

Si se observan con cuidado los errores presentados en los tres tipos de codificación anteriormente, el aumento de orden de la unidad no se presenta en el rango 4. Más adelante se verá que los errores sintácticos que aparecen al transcodificar numerales de 5 cifras son de otro tipo. Por un lado, el niño no puede aumentar el orden de la primera cifra, porque solo podría hacerlo al rango de las centenas de mil o al de las unidades de millón y en su caso, ni maneja bien las reglas de las centenas ni en su lexicón aparece la partícula sintáctica “*millón*” todavía. Además, las decenas de mil corresponden al rango que se enseña en 4° de primaria, grado que cursa el niño en el momento de la aplicación, por lo que está aprendiendo en la escuela los “diezmiles”. Este factor puede contribuir a un mejor manejo de ellos. Aún así se insiste en que más que una comprensión del los numerales en este rango, el niño parece aplicar “reglas de producción” que conoce bien (Dehaene, 1992; Power y Dal Martello, 1997).

El respeto del patrón de lectura cuando aparece el cero en un numeral, y por lo tanto su codificación como “silencio” o la ausencia de palabra que exprese partícula de cantidad, constituye también una regla que el niño parece conocer y dominar. Finalmente, aumentar el orden de la unidad lleva al paciente a utilizar otras estrategias para completar la codificación de la expresión verbal. Generalmente son estrategias de tipo léxico, como repetir partículas de cantidad o introducir otras que no aparecen en el numeral arábigo. La repetición o la intrusión de partículas de cantidad son errores léxicos, pero que están determinados particularmente por éste tipo de error sintáctico y no se ven asociados a otras categorías. No es así cuando se trata de sustitución de una de las partículas de cantidad por otra. Este error léxico ha sido considerado por separado. Tampoco lo es cuando se trata de ignorar dígitos⁷, estrategia que aparece asociada a otro tipo de error que se describirá más adelante.

El aumento del orden de la unidad es el tipo de error sintáctico predominante en EG en la lectura de numerales arábigos. Con una frecuencia de 34 errores en los rangos 2 y 3, determina su patrón de desempeño. Esta categoría ha sido considerada previamente por Power y Dal Martello (1997) como *cambio de posición de los multiplicadores* para caracterizar la tendencia de niños normales a aumentar o disminuir el orden de la unidad. En esta investigación estas dos condiciones se han considerado por separado, en primer lugar, porque el aumento de la unidad prevalece en el patrón de desempeño de EG y en segundo lugar, porque conlleva estrategias diferentes a la disminución del orden de la unidad.

2. Cambio en el orden de la unidad de los nudos: EG tiende a cambiar el orden de la unidad de la única cifra de cantidad de los numerales nudos⁸, la mayoría de las veces disminuyéndolo y en algunos casos aumentándolo. Cuando lo aumenta lee el numeral como si tuviera más dígitos de los que realmente tiene así como en la categoría anterior. Se ha considerado esta categoría por aparte porque los errores en los nudos sobresalen bastante en este paciente y son tipos de error que no se reportan en la lectura de numerales de niños normales. Como se observó anteriormente EG escribe en su mayoría correctamente los números de dos cifras. Los únicos errores que comete en el rango de las decenas son precisamente en los nudos, pero el aumento en los tres casos no sigue un patrón:

Por ejemplo:

20 lo lee “dos mil”

60 lo lee “noventa”

80 lo lee “ochocientos”

Cuando se trata de disminuir el orden de la unidad lee como si el numeral tuviera menos dígitos. En este caso si se presenta un tipo de codificación regular, ya que EG tiende a leer de una sola manera y utilizando una única unidad: **Unid₁[decena]**.

Por ejemplo:

900 lo lee “noventa”

500 lo lee “cincuenta”

700 lo lee “setenta”

9000 lo lee “noventa”

5000 lo lee “cincuenta”

7000 lo lee “setenta”

90000 lo lee “noventa”

50000 lo lee “cincuenta”

70000 lo lee “setenta”

Dos preguntas surgen en relación con este tipo de error. ¿Porque si en la mayoría de los numerales tiende a aumentar la partícula de cantidad en los nudos tiende a disminuirla? ¿Por qué, por ejemplo, el 900, el 9000 y el 90000 que tienen diferente número de dígitos EG los transcodifica de la misma manera si en la categoría anterior de error se observó que para él, un

⁷ Este error ha sido considerado para la tarea de escritura de numerales como “omisión en clase léxica” por Macaruso y otros (1993) o “inhibición de partícula de cantidad” por Orozco y Hederich (2000)

⁸ Lerner y Sadovsky (1994) denominan nudos a las decenas, centenas, unidades de mil, etc, exactas (10, 20...90; ó 100, 200 ... 900; ó 1000, 2000... 9000, etc. p)

criterio preponderante para la determinación del numeral que va a codificar es el número de dígitos?

En el desempeño de EG se puede observar que en el caso de los nudos el criterio del número de dígitos carece de importancia para él. En primer lugar EG disminuye y no aumenta orden porque al parecer para él los nudos son números “pequeños” y para determinar si el número es pequeño parece utilizar un criterio diferente: el valor absoluto de las cifras en el numeral. De esta manera se le presenta el estímulo, evalúa que solo tiene una partícula de cantidad y que las otras cifras son ceros, es decir no tienen valor. Así determina que es un numeral pequeño y le aplica la regla del rango que domina, las decenas. Los nudos son los únicos numerales a los que no aplica la regla del “mil” utilizada para numerales no nudos, probablemente por la no presencia de partículas de cantidad. En este caso para el sujeto el valor cardinal o absoluto de las partículas de cantidad también parece un indicador de magnitud del numeral. Lerner y Sadovsky (1994) señalaron que los niños normales también utilizan este criterio para escribir numerales y los evidencian en las tareas de comparación numérica. En tareas donde se compara por ejemplo 21 y 19, muchos niños dicen que 19 es mayor porque tiene un “9” y éste es más grande que “2” y que “1”. En este caso, en que el número de cifras se conserva como procedimiento de control, los niños están atendiendo a un criterio de valor absoluto de la cifra (Lerner & Sadovsky, 1994)

Al parecer un numeral que tiene varias partículas de cantidad es para EG un “número grande” mientras que un numeral con pocas partículas de cantidad es “pequeño”. Los nudos son los únicos numerales que no tienen más partículas de cantidad que la primera. EG parece tomar esta información como dato para determinar que el numeral no es grande y por lo tanto no le tiene que aplicar la regla del “mil”. Haciendo una analogía con el tipo de producciones de escritura presentadas en Schewer et al. (2000) EG parece tener formas verbales o expresiones verbales para “clases de números” que determinarían de alguna manera la categoría a la que un numeral pertenece. En este caso, aplicar la regla del enta, sufijo utilizado en el formato verbal para codificar las decenas, a la lectura de los nudos, sin importar su rango numérico.

Según Lerner y Sadovsky los nudos son números privilegiados porque los niños aprenden a manejar primero su escritura y solo después aprenden a escribir los números que se ubican en los intervalos entre ellos. Para que este proceso se de así, los niños deben manejar criterios propios con respecto a este tipo de numerales, por lo que se podría suponer que para la lectura sucedería lo mismo. Los niños utilizan esta información inicial para leer nudos por lo que el aprendizaje de la lectura puede ser igual de fácil que la escritura.

3. Fragmentación: EG tiende a leer los numerales de 5 dígitos fragmentándolos en dos o tres partes con sentido. La mayoría de las veces una de las partículas de cantidad se lee literalmente sin ninguna expresión que indique que el niño hizo una composición.

Por ejemplo:

40153 lo lee “cuarenta mil uno cincuenta y tres”

43152 lo lee “cuarenta y tres mil uno cincuenta y dos”

78096 lo lee “setenta y ocho noventa y tres”

35241 lo lee “treinta y cinco mil veintidos cuarenta y uno”

Como se observa en algunos ejemplos, los errores de fragmentación conservan la unidad de orden de las primeras partículas de cantidad, lo que podría indicar un error de tipo léxico, pero cuando aparecen las expresiones de las partículas siguientes, no se componen correctamente, sino que son yuxtapuestas, alterando la estructura de la expresión verbal numérica.

En un estudio realizado con una muestra de niños normales de 1° a 3° de primaria (Otalora, 2003) se encontró que en la lectura de numerales, la gran mayoría de ellos tienden a conservar la composición del numeral. Puede que ésta composición sea incorrecta con respecto al

número arábigo que están transcodificando, es decir puede que los niños al leer aumenten o disminuyan el orden de las unidades, pero en si mismo, el numeral leído constituye un numeral posible. La fragmentación solo se encontró en algunos niños de grado 3° quienes tuvieron que leer numerales de cinco dígitos, y únicamente lo hicieron sujetos que presentaron niveles altos de dificultad. Al parecer la fragmentación es una estrategia más primitiva. Sin embargo, este tipo de error ha sido reportado anteriormente por Power y Dal Martello (1997) en niños normales de 7 años. Los autores señalan que la fragmentación es una estrategia de escisión del numeral, y constituye uno de los errores de “omisión de la palabra del multiplicando”, que utilizan cuando no saben como leerlo. Entonces lo fragmentan en dos expresiones que si conozca o dominen. En este caso aplican “reglas de producción” del tipo del numeral conocido a las dos expresiones yuxtapuestas. En los ejemplos se observa que EG transcodifica generalmente a decenas de mil, unidades de mil, decenas y unidades, pero nunca a centenas, el rango que no domina. Por lo tanto en el caso de EG no se omite el multiplicando de la primera cifra como lo sugiere Power y Dal Martello. Pero la expresión es dividida en dos o incluso tres partes.

Se puede observar el siguiente ejemplo de la transcodificación de dos numerales similares que solo cambia en una cifra: Por “54513” lee *“cincuenta mil cinco trece”* y por “54613” lee *“cincuenta y cuatro mil sesenta y uno trece”*. En ambos casos EG lee de manera distinta, sin embargo, utiliza para dividir el numeral dos clases léxicas que conoce, las decenas y las unidades, utilizando la partícula “mil” para marcar la magnitud del numeral y los primitivos léxicos correspondientes.

4. Codifica el “6” como si fuera “9”: Este tipo de error corresponde en Macaruso et al (1993) a un error léxico de sustitución en el cual falla la recuperación en la misma clase léxica. Como se observa en los seis primeros ejemplos EG tiende a leer el “6” como si fuera un “9” y lo compone en diversas posiciones, así en los cuatro primeros ejemplos los lee como *“...noventa”* y en los otros dos lo lee como *“...novecientos”*. Por lo tanto, la recuperación errada en la clase léxica es sólo para el “6”

Por ejemplo:

87960 lo lee *“cincuenta y siete mil novecientos noventa”*

67860 lo lee *“sesenta y siete mil ochocientos noventa”*

60 lo lee *“noventa”*

78967 lo lee *“setenta y ocho mil novecientos noventa y siete”*

8096 lo lee *“ocho mil...nueve mil novecientos”*

660 lo lee *“sesenta mil novecientos”*

Como en la mayoría de las producciones no cambia la estructura de los numerales es considerado error léxico, a excepción de los dos últimos ejemplos que son mixtos. Estas categorías (2 y 1 respectivamente) son solo algunas ilustraciones pero en general EG tiende a leer el dígito 6 como si fuera 9 y cambia en muchas ocasiones la estructura de la palabra numérica. Por eso es que varios de los errores sintácticos tienen también errores de tipo léxico asociados.

ESTUDIO DE CASO 2: EL PACIENTE JV

JV es un niño de 10,1 años de edad, de lateralidad derecha, que en el momento de la aplicación cursa 4° de primaria, en un colegio público del área urbana de Cali. A finales de su 2° grado, en agosto de 1998, a la edad de 8 años fue hospitalizado con el diagnóstico de una Meningo-encefalitis por Herpes Viral con secuelas secundarias. Después de la lesión se encontró área desmielinizada y compromiso de sustancia blanca de predominio frontal-lateral, núcleos caudados, principalmente izquierdo y tálamo derecho. Las notas medicas reportan nistagmus horizontal, dismetría mímica, ataxia troncular, rigidez nuczal terminal, temblor distal en manos, hemiparesia derecha leve, pérdida de visión por ojo izquierdo y audición por oído izquierdo y depresión. Los compromisos cognitivos reportados al ser dado de alta fueron los siguientes: curva baja de memoria verbal- auditiva, afasia fluente, agrafia, alexia, acalculia y déficit atencional con hiperactividad. Posterior a esto inicia un periodo de 1 año ½ de rehabilitación - terapia física, terapia del lenguaje y rehabilitación neuropsicológica-, la cual resulta en la total recuperación de los aspectos corporales a excepción de una cefalea ocasional que el paciente ubica en la parte frontal dorso-lateral del cerebro y recuperación de sus habilidades cognitivas a excepción del área de matemáticas. En tres ocasiones se le aplicó EEG y nunca fue encontrado foco epiléptico. Según el reporte de sus familiares antes del incidente JV “ya sabía leer y escribir, sabía sumar y restar, sabía bien las tablas de multiplicar y sabía dividir por una cifra”. Al momento de la evaluación realizada en el Centro de Investigaciones, JV ha asistido a 1½ años de rehabilitación.

Evaluación Neuropsicológica

Como parte de la evaluación para esta investigación a JV se le aplicaron las siguientes pruebas: La Batería Luria DNI -Diagnóstico neuropsicológico Infantil- y el F.A.S. semántico y asemántico. Según las pruebas JV presenta un Cuadro de Discalculia adquirida con las siguientes características: 1) Déficit severo en la comprensión y producción de la estructura numérica para numerales en rangos inferiores (las centenas y las unidades de mil) y en rango propio (las decenas de mil). El cálculo numérico es normal para sumas y restas, en todo sentido. En la multiplicación, conoce los signos, los algoritmos y procedimientos de la operación y algunas tablas de multiplicar del 1 al 9, pero no tiene acceso a otras tablas para operar con ellas. Tiene conocimiento conceptual adecuado de la multiplicación y conocimiento procedural inapropiado. Utiliza estrategias aditivas de completar a partir de o descendiendo hasta, con uso de conteo y patrones figurales⁹; y 2) Recuperación de las facultades cognitivas del lenguaje en general: habla receptiva, habla expresiva fluida, y lenguaje narrativo. Lee y escribe de corrido y comprende lo que lee y escribe. Solo presenta algunas dificultades en la organización sintáctica del texto escrito al dictado, ya que algunas palabras las divide en dos y las concatena con otras palabras, pero estas en si mismas son correctamente escritas. El texto no pierde sentido. 3) Presenta atención focal y sostenida, automonitoreo de procesos cognitivos y cambio de patrón conductual. Se encuentran preservadas sus habilidades preceptuales, de orientación espacial y relaciones espaciales esenciales, las habilidades construccionales y las habilidades motoras. Se encuentran preservados su memoria lógica-visual, su memoria viso-espacial, inmediata y diferida, su memoria auditivo-verbal, inmediata y diferida, y su memoria episódica. Los procesos mnémicos fallan para la recuperación de algunas tablas de multiplicar.

Resultados

Para su nivel de escolaridad 4° de primaria, el rango 4 constituye el rango propio del paciente y todos los numerales de los anteriores rangos corresponden a rango inferior.

⁹ Son llamados figurales, a los conteos y patrones numéricos realizados con los dedos (Steffe, 1983)

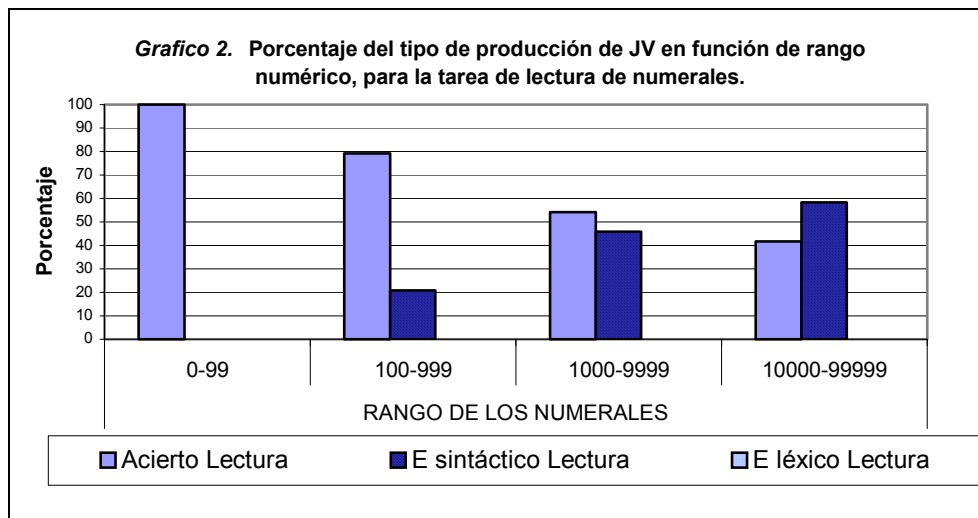
Análisis del tipo de producción de JV

En cuanto al tipo de producción de JV, el análisis general muestra un nivel medio de acierto en la tarea de lectura (ver **Tabla 3**), con un porcentaje del 67,4% de las producciones correctas. El 32,6% de las producciones tienen error sintáctico y no se presenta producciones con error léxico. En el desempeño del paciente se observa un déficit moderado para la lectura de numerales con un patrón predominantemente sintáctico.

Tipo de producción	LECTURA (%)
Acierto	67,4
E sintáctico	32,6
E léxico	0
Total	100,0

Tabla 3. Porcentaje del tipo de producción en el desempeño de JV en la tarea de lectura de numerales arábigos.

Al igual que EG, el déficit de este paciente no presenta homogeneidad para toda clase de numerales. El análisis del tipo de producción en función del rango, evidencia un nivel alto de acierto en el rango 1 con el 100% de las producciones correctas (ver **Gráfico 2**). En el rango 2 el porcentaje de las producciones acertadas decrece levemente a un 79,2% y se incrementa a un 20,8% el de las producciones con error sintáctico, sin presencia de errores de tipo léxico. En el rango 3 JV presenta un 54,2% de acierto y un 45,9% de producciones con error sintáctico quedando los porcentajes casi parejos. Finalmente, en el rango 4 presenta un 41,7% de producciones acertadas y un 58,3 % de producciones con error sintáctico.



En general, el paciente presenta un patrón medio de desempeño lo cual revela que los procesos de transcodificación de JV de numerales en formato arábigo a formato verbal-hablado no se encuentran tan deteriorados como en el paciente EG. JV tampoco tiene ninguna dificultad en la transcodificación de numerales de dos cifras correspondientes a los primitivos léxicos y las unidades de diez. El nivel de acierto de JV decrece a nivel que se avanza en los rangos numéricos. Aún así en el rango 2 su nivel de acierto no es tan dramático como en el caso de EG, ya que las dificultades para transcodificar numerales de tres dígitos, correspondientes a las centenas, no son severas. Por el contrario, las producciones erradas se incrementan considerablemente en los rangos 3 y 4, siendo el primero un rango inferior y el segundo el rango propio del paciente según criterios de escolaridad. Esto muestra que JV presenta graves dificultades para transcodificar numerales de cuatro y cinco dígitos. Una vez más se incrementan los errores a medida que crece la longitud de las cadenas de dígitos.

JV al igual que EG, presenta una disociación de mecanismos de procesamiento léxicos y sintácticos con un patrón de desempeño predominantemente sintáctico, este tipo de error prevalece en los tres últimos rangos ya que no hay presencia de errores únicamente léxicos. En el rango 4 el error sintáctico supera incluso el porcentaje de acierto del paciente. Por lo tanto manifiesta un déficit en la organización de los numerales como un todo, aunque no tan dramático como en el caso de EG. Las producciones de JV se observan afectadas igualmente en su estructura, y la recuperación de los elementos que conforman el numeral se encuentra totalmente preservada. JV comete algunos errores léxicos en producciones que tienen error sintáctico, pero no han sido considerados como una producción con error léxico. Como se explicó previamente en el análisis de EG una producción con error de tipo sintáctico involucra errores en la recuperación adecuada de las clases léxicas, pero que son determinados por el fallo sintáctico, por lo que tampoco se consideran como error léxico puro. De hecho JV no tiene producciones que presenten un error léxico sin que se afecte la magnitud del numeral, en la mayoría de las producciones, los elementos recuperados son correctos. Para la comprensión de los procesos implicados en el patrón de desempeño de JV se realizó el análisis del tipo de error sintáctico que comete.

Análisis del tipo de error de JV

En el desempeño de JV fueron encontradas cuatro categorías de error sintáctico, cuyas frecuencias también son variables al igual que en EG y en su totalidad determinan el patrón regular del paciente (ver **Tabla 4**).

TIPO ERROR		FRECUENCIA
Errores sintácticos	Aumento del orden de la unidad	11
	Disminución del orden de la unidad	5
	Cambio del orden de la unidad en nudos	4
	Repite palabra sintáctica "mil"	4
	Fragmentación	4
Total errores sintácticos		28

Tabla 4. Categorías del tipo de error sintáctico del paciente JV.

1. Aumento del orden de la unidad: JV al igual que EG tiende a leer los numerales estímulo como si tuvieran más dígitos, aumentando su magnitud y por lo tanto transgrediendo la estructura del numeral. Como se observa en el patrón general de desempeño (volver a **Gráfico 2**) en los rangos 3 y 4 JV aumenta el porcentaje de sus producciones erradas, y esto sucede, como se señaló anteriormente, porque al incrementarse el número de dígitos en la cadena del numeral, se complejiza su composición. Es decir, a mayor complejidad del numeral mayor complejidad del "proceso" de transcodificación. Al parecer JV conoce y domina las reglas de composición de las decenas y las centenas y estos constituyen los rangos que maneja. Si la magnitud del numeral aumenta a cuatro o más cifras, se incrementan las dificultades en la transcodificación.

De los pocos errores que JV comete en rango 2 con numerales arábigos de tres dígitos tiende a codificar de la siguiente manera:

Codificación Tipo 1: Unid₁[unidad de mil] Unid₂ [centena] Unid₃ [unidad]

Por ejemplo:

967 lo lee "nueve mil seiscientos siete"

790 lo lee "siete mil novecientos"

607 lo lee "seis mil siete"

960 lo lee "nueve mil seiscientos"

Cuando los numerales son de dos cifras tiende a codificar de la siguiente manera:
Codificación Tipo 2: Unid₁[centena de mil] Unid₂ [centena] Unid₃ [decena] Unid₄ [unidad]

Por ejemplo:

3152 lo lee “trescientos mil ciento cincuenta y dos”

7960 lo lee “setecientos mil novecientos sesenta”

9786 lo lee “novecientos mil setecientos noventa y seis”

Los tipos de codificación de JV siguen un patrón regular, ya que utiliza ciertas reglas de transcodificación. En la codificación Tipo 1, utilizada cuando los numerales estímulo tienen tres dígitos, JV tiende a aumentar el orden de la primera y la segunda cifra. EG hace lo mismo en sus codificaciones pero a diferencia de él, JV lo hace a las centenas de mil y a las centenas respectivamente. Solo conserva el orden de la última unidad y esta es por la coincidencia con el patrón de EG. Los ejemplos presentados para la codificación Tipo 1 son los únicos errores que se cometen en este rango. En el caso de la transcodificación de los numerales de cuatro dígitos el número de errores aumenta de manera considerable. En estos JV tiende a aumentar el orden de la primera partícula de cantidad a las centenas de mil, mientras conserva el de las otras. En este caso, la conservación del orden de las tres últimas cifras se ve favorecida porque hay más cantidad de dígitos. Una tercera similitud con el patrón de EG es que cuando aparece un cero en el numeral estímulo el paciente respeta el orden correspondiente a su patrón regular y entonces es codificado como “silencio”. Finalmente, en todas las expresiones erradas de JV, y en cualquiera de los dos tipos de codificación, aparecen las partículas sintácticas que permiten aumentar el orden de la unidad como por ejemplo, los “**ciento**” y “**mil**”.

Se puede suponer que JV al igual que EG utiliza información sobre los números y hace uso de estrategias de transcodificación basadas en reglas de producción. Las diferencias en las estrategias de ambos niños sólo radica en el nivel de conocimiento de cada uno. En el cuadro de desempeño de JV (volver a **Gráfico 2**) se observa que el paciente domina los rangos de las decenas y de las centenas, pero no es capaz de transcodificar numerales de cuatro y cinco dígitos. Por lo tanto, cuando este tipo de numerales se presentan, JV aplica las reglas de las centenas, último rango que aprendió a dominar y lo aplica a las dos primeras cifras. Enseguida utiliza la regla de codificar con “mil” dado que esta partícula ya está en su lexicón¹⁰. Como no maneja los rangos mayores a las centenas, es decir, los numerales de más de tres cifras, utiliza las mismas estrategias que puede estar utilizando EG, es decir, juzga la magnitud del número y como sabe que es “grande” aplica palabras numéricas que expresan la potencia de diez como por ejemplo “**mil**”. En otras palabras este niño parece saber que la cantidad de dígitos indica que el número es grande y por lo tanto no se escribe igual que los numerales en el rango que conoce, sabe también que puede utilizar la palabra mil para los numerales grandes y por ello la aplica. Su estrategia falla porque no logra la comprensión del numeral arábigo y por lo tanto no puede hacer la coordinación con la organización de las palabras numéricas en cadenas.

Aún así, lo realmente importante es que JV sabe que un numeral con cuatro o cinco dígitos se escribe de una forma diferente y utiliza reglas de composición para números de cuatro o cinco dígitos. En general, organiza expresiones de numerales que no conoce a partir de reglas de las expresiones que conoce, por ejemplo yuxtaponer la palabra **cientos** o **mil**.

En JV el aumento de orden de la unidad es predominante en numerales de 3 y 4 dígitos. A diferencia de EG también aparecen numerales de 5 dígitos porque como domina el rango de las centenas, puede elevar el orden de la unidad de la primera cifra a centenas de mil, por ejemplo lee 35241 como “trescientos cincuenta y siete mil cuarenta y uno”, operación que EG no podía llevar a cabo porque no dominaba las centenas. Sin embargo este es un error que poco

¹⁰ Se llama *lexicón* al almacén en que se guardan las palabras y los signos utilizados para referirse al sistema de numeración.

aparece en el último rango. En esta categoría se observa la mayor frecuencia de error con 14 producciones. Al igual que en EG algunos tipos de error léxico se encuentran asociados como la repetición de partículas de cantidad y la intrusión de otras.

2. Disminuye unidad de orden: JV lee algunos numerales como si tuvieran menos dígitos, disminuyendo el orden de la unidad de las primera o las dos primeras partículas de cantidad del numeral estímulo. Utiliza dos estrategias asociadas a este tipo de error: 1) cuando el estímulo no tiene ceros disminuye unidad de orden inhibiendo partículas de cantidad. Esta estrategia solo se observa en una producción.

Por ejemplo:

96879 lo lee “*nueve mil seiscientos ochenta y siete*”

2) Cuando el numeral tiene ceros este tipo de error es predominante. El niño disminuye unidad de orden inhibiendo partículas sintácticas o leyéndolas literalmente. Esto no es fácil de determinar.

Por ejemplo:

89607 lo lee “*ocho mil novecientos setenta y siete*”

1034 lo lee “*ciento treinta y cuatro*”

4302 lo lee “*cuatrocientos treinta y dos*”

607 lo lee “*sesenta y siete*”

Lo importante es que los niños igualmente están utilizando sus estrategias para transcodificarlos. En JV este tipo de error es frecuente. Se puede observar que numerales de cuatro dígitos tienden a ser codificados con expresiones también cortas, por ejemplo correspondientes a las centenas. En cambio para los numerales grandes, EG utiliza expresiones largas conformadas a partir de las unidades de mil. De nuevo parece que aplicara reglas que conoce a numerales no convencionales, para poderlos transcodificar.

El error de disminución del orden de la unidad tiende a presentarse en los dos últimos rangos de 4 y 5 dígitos. Sin embargo, es más común en el rango de los numerales de 5 dígitos. igualmente el niño no disminuye a unidades de orden más bajas de mil, es decir también aplica la regla de la partícula *mil* para numerales grandes.

3. Cambia orden de la unidad en nudos: JV al igual que EG cambia el orden de la unidad en nudos, aumentándola o disminuyéndola.

Por ejemplo:

20 lo lee “*dos mil*”

80 lo lee “*ochocientos*”

5000 lo lee “*cincuenta mil*”

En los anteriores ejemplos se aumenta el orden de la unidad pero no se observa ningún patrón específico. Sin embargo, el aumento sólo se llevó a cabo en tres producciones. De la misma forma sucedió en el desempeño de EG, pocas veces aumentó el orden de la unidad de los nudos y no siguió ningún patrón específico. En cambio cuando disminuye el orden de la unidad se pueden ver desempeños similares en ambos pacientes.

Por ejemplo:

2000 lo lee “*doscientos*”

7000 lo lee “*setecientos*”

9000 lo lee “*novcientos*”

90000 lo lee “*nueve mil*”

5000 lo lee “*quinientos*”

7000 lo lee “*setecientos*”

En estos ejemplos se observa que JV disminuye el orden de la unidad al rango que domina, al de las centenas, tal como lo hace en ejemplos anteriores con numerales no nudos. JV maneja las centenas y aplica esta regla, a pesar que son numerales con mayor número de cifras. En este caso sigue el mismo desempeño de EG, su indicador más que el número de cifras en este caso es la presencia de pocas o de una sola partícula de cantidad. El tener en el numeral dígitos con poco valor no le sugiere utilizar la partícula de “mil”.

4. Repite palabra sintáctica “mil”: En este tipo de error JV al leer repite la partícula sintáctica “mil” aumentando por supuesto la unidad de orden.

Por ejemplo:

86788 lo lee “ochenta y seis mil setenta y ocho mil”

87698 lo lee “ochocientos mil setecientos setenta y seis mil novecientos ocho”

86978 lo lee “ocho mil seiscientos noventa y siete mil setecientos ocho”

87960 lo lee “ocho mil setecientos noventa y seis mil seiscientos”

En los ejemplos se observa que este tipo de error se presenta únicamente en el último rango correspondiente a los numerales de 5 dígitos y además en los numerales cuyos dígitos son mayores de 5, es decir, dígitos “de magnitud grande”. Este es un tipo de error muy interesante porque muestra como JV se basa en un conocimiento propio del sistema para transcodificar numerales que no conoce. En este caso JV parece tomar de los numerales estímulo dos datos que le informan de la magnitud del numeral: el valor absoluto de los dígitos y la cantidad de dígitos en el numeral. Como tiene más dígitos de los que sabe leer y como las cifras son más grandes que cinco, JV le aplica a la codificación verbal una regla para numerales grandes: la partícula de mil. Finalmente parece que sobregeneraliza esta regla aplicándola doblemente. Este tipo de error evidencia que los niños utilizan para codificar numerales que no conocen, reglas sobre los numerales que si conocen. La palabra “mil” en el lexicón de JV es utilizada para “codificar números grandes”.

5. Fragmentación: Esta categoría también se presenta en numerales de 5 dígitos fragmentándolos en dos o tres partes con sentido. La mayoría de las veces uno de los dígitos se lee literalmente sin ninguna expresión del formato verbal que indique que el niño hizo una composición.

Por ejemplo:

69786 lo lee “seiscientos mil novecientos setenta y siete ochenta y seis”

5240 lo lee “quinientos..doscientos cuarenta”

51324 lo lee “quinientos mil trece ¿veinti cuatro?”

54513 lo lee “quinientos mil cuatrocientos cinco trece”

En la mayoría de los ejemplos se tiende a aumentar la unidad de orden de los numerales aplicando la partícula “mil” y en todos se puede ver que sólo logra componer correctamente las decenas.

DISCUSION

El análisis de los resultados permite discutir algunos puntos relevantes alrededor de la transcodificación numérica, básicamente en tres aspectos: el patrón de desempeño presente, y frecuentemente encontrado, en pacientes con dos tipos de discalculia diferentes, la disociación léxico/sintáctico en la transcodificación del formato arábigo al formato verbal-hablado y las especificidades del deterioro sintáctico manifiestas en las producciones erradas de los sujetos. El fin del artículo no es comparar los pacientes, ya que los estudios de caso son totalmente independientes. Sin embargo, la consideración en paralelo de sus desempeños, favorece la discusión de los diferentes aspectos planteados. Finalmente, es posible extrapolar algunas

conclusiones sobre el desempeño en la tarea de los niños con discalculia, al desarrollo de los procesos de conocimiento numérico en niños normales.

El primer punto importante se deriva de la evaluación general del nivel de acierto en la tarea. Como se observó en éste análisis, se encuentra una evidente diferencia en el desempeño de los sujetos, que posiblemente responde a sus déficits particulares, es decir, que puede estar asociada al tipo de discalculia de cada paciente. Por ejemplo, EG presenta discalculia de desarrollo como secuela cognitiva de trauma perinatal, por lo que la adquisición del conocimiento numérico y de las habilidades aritméticas ha sido lenta y pobre, desde el inicio de su escolaridad. Por ello, éste paciente presenta un nivel de acierto en la tarea muy bajo.

Por el contrario, JV empezó su proceso de escolarización normalmente, hasta 2° de primaria, etapa en que presentó la enfermedad. Como se informó anteriormente, según reportes familiares JV sabía leer y escribir, sumar y restar y podía multiplicar y dividir bien por una cifra. Además, por su grado escolar, ya debía conocer el rango numérico de las centenas y podía encontrarse por lo menos en el proceso de dominarlo -lo cual se confirmó en el patrón de desempeño-. En este caso, la lesión simplemente causó una interrupción en el desarrollo normal del sistema de procesamiento numérico. A diferencia de EG, este paciente poseía las capacidades para aprender las habilidades numéricas, pero algunas de ellas se vieron afectadas en un momento determinado cuando el proceso ya estaba en curso. Esto podría explicar por que el nivel de acierto de JV en la tarea, no es tan bajo como en el caso del paciente EG.

Claramente en la discalculia adquirida, mecanismos de transcodificación numérica pueden verse afectados, pero al parecer no es un daño tan importante como el que se observa en la discalculia de desarrollo. En la literatura neuropsicológica, se ha reportado un amplio rango de niveles de desempeño en tareas de procesamiento numérico asociados a la discalculia y la dislexia (Sokol, Macaruso y Gollan, 1994; Macaruso y Sokol, 1998; Noël y Turconi, 1999; Von Aster, 2000), por lo que es genérico de su condición y por lo que no resulta extraño encontrar un nivel de acierto medio en uno de los sujetos del estudio y un nivel de acierto bajo en el otro. Para Noël y Turconi (1999) la discalculia en los niños no constituye un síndrome homogéneo y por ello tantos autores han procurado definir subgrupos más precisos. Además, en la “discalculia secundaria”¹¹ frecuentemente asociada a una condición de dislexia de desarrollo, como en el caso de EG, aparecen déficits más severos y variados que en la “discalculia primaria” (Deaño, 1998), como en el caso de JV. Lo relevante, es que el contraste de la ejecución general de los sujetos lleva a pensar que la discalculia de desarrollo puede constituir un terreno apropiado para la exploración de los mecanismos sintácticos y léxicos en el procesamiento numérico, cuando aún el sistema cognitivo se encuentra en construcción, mientras que la discalculia adquirida, brinda elementos para esta exploración, cuando el desarrollo normal del sistema ha sido interrumpido.

Aunque JV no presenta un disturbio tan severo como EG, es de considerar que ninguno de los dos desempeños sobrepasa el nivel medio. El rango cuatro (10.000 – 99.999) corresponde al rango propio de ambos sujetos, y aún así, presentan dificultades en éste como en los dos rangos inmediatamente inferiores a los correspondientes a su grado escolar. Ellos transcodifican correctamente numerales arábigos en el rango correspondiente a las decenas y

¹¹ El término “discalculia secundaria” fue utilizado inicialmente por Berger (1926, citado por Deaño, 1998) para caracterizar el conjunto de dificultades de cálculo que se presentan asociadas a deterioros de la atención espacial, de la memoria inmediata o a perturbaciones del lenguaje. El autor la diferencia de la “discalculia primaria” o conjunto de dificultades de cálculo que no están acompañadas de otras perturbaciones cognitivas. Actualmente, en el enfoque de la neuropsicología clásica, se conservan los términos, pero no solo para caracterizar deterioros en el cálculo sino también para las habilidades numéricas en general (Deaño, 1998).

algunos con tres cifras como en el caso de JV, pero las producciones erradas aumentan considerablemente en los siguientes rangos, cuando los numerales presentan mayor número de cifras. Esta característica más específica del desempeño en la lectura de numerales de sujetos con discalculia, no es encontrada en la ejecución de niños normales, quienes suelen presentar el mayor número de errores en los rangos superiores, pero no en el rango propio y mucho menos en los rangos inferiores (Serón, Van Lil y Noël, 1995; Power y Dal Martello, 1997). Los mismos datos han sido encontrados en la escritura de numerales (Serón, Deloche y Noël, 1991; Power y Dal Martello, 1990; Orozco, 2001). Noël y Turconi (1999) plantean que el desarrollo normal de la transcodificación, evidencia una progresión que sigue la magnitud del numeral - expresada en términos del número de dígitos-. Los resultados de su investigación muestran que los niños normales de seis años son capaces de procesar números de un solo dígito, los de siete años de dos dígitos y los de ocho años números de 3 y 4 dígitos en diferentes tareas de transcodificación. Estos rangos están en correspondencia con los fijados para los tres primeros grados escolares, en Colombia.

Por el contrario, estudios neuropsicológicos señalan que pacientes discalcúlicos con un patrón de error predominantemente sintáctico, transcodifican de manera correcta numerales como los primitivos léxicos y de dos cifras, pero empiezan a tener dificultades en numerales de más dígitos, sin importar la edad o el grado de escolaridad (Noël y Serón, 1993; Sokol, Macaruso y Gollan, 1994; Cipolotti y Butterworth, 1995). En contraste, la transcodificación de numerales arábigos en rango 1 (10-99) se observa muy deteriorada en pacientes con un patrón de desempeño predominantemente léxico (Temple, 1989; Macaruso, McCloskey y Aliminosa, 1993). Esto se debe a que la producción de numerales de una cifra no requiere de ningún tipo de composición, sino de la recuperación adecuada de la palabra léxica que le corresponde al dígito y los que tienen dos cifras exigen una composición mínima a nivel sintáctico, más la recuperación de las palabras léxicas adecuadas. A medida que se aumentan las cifras en un numeral se deben utilizar nuevas reglas de composición correspondientes al formato verbal-hablado. Por ello, el deterioro léxico puede ser encontrado en un paciente desde el rango 1, mientras que el sintáctico no.

Estas especificidades fueron encontradas en los pacientes de éste estudio. Ellos presentan una evidente disociación entre los mecanismos de procesamiento léxico y los mecanismos de procesamiento sintáctico. Ambos tienen serias dificultades para establecer correctamente la magnitud del número y suelen transgredir su estructura global, pero en la mayoría de las producciones, la recuperación de la clase léxica o la recuperación de los dígitos en una clase léxica es adecuada, por lo que su patrón es predominantemente sintáctico. Algunas producciones incluyen combinaciones de error sintáctico-error léxico, de tal forma que éstas categorías no son estrictamente excluyentes, pero tienen una frecuencia muy baja. Por esto mismo, las dificultades severas aparecen a partir de los numerales de tres cifras para EG y de cuatro cifras para JV.

Disturbios selectivos en habilidades numéricas de niños y adultos con discalculia de desarrollo y discalculia adquirida también han sido frecuentemente reportados en la neuropsicología cognitiva (McCloskey, Caramazza y Basili, 1985; McCloskey, Sokol, Goodman-Schulman & Caramazza, 1990; McCloskey, 1992; Macaruso, McCloskey y Aliminosa, 1993; Noël y Serón, 1993; Sokol, Macaruso y Gollan, 1994; McCloskey y Macaruso, 1995; Cipolotti y Butterworth, 1995; Macaruso y Sokol, 1998). La tarea de lectura es suficiente para establecer una disociación de tipo léxico/sintáctico, pero para saber si las dificultades de los sujetos se deben a un daño en el componente de comprensión o en el componente de producción, o a un daño en el procesamiento de numerales arábigos o numerales verbal-hablados, es necesario realizar paralelamente el análisis de otras tareas de transcodificación y comparación numérica, que involucren varios formatos numéricos como estímulos y como respuestas, de tal forma que se

puedan determinar éstas nuevas disociaciones o verificar si las deficiencias corresponden a desórdenes de procesamiento global (Sokol, Macaruso y Gollan, 1994; Macaruso y Sokol, 1998; Noël y Turconi, 1999).

Aún así, la caracterización de los tipos de error cometidos por los sujetos, constituye una vía alterna que favorece la comprensión de algunos mecanismos involucrados en la transcodificación numérica (Orozco y Hederich, 2000) y sobre todo cuando se trata de establecer especificidades en la disociación léxico/sintáctico. En general, EG y JV tienden a modificar la estructura de un número leído de tres formas privilegiadas: aumentando el orden de la unidad a la que pertenece un numeral, disminuyéndolo, o fragmentando el numeral. Las dos primeras categorías han sido encontradas en niños normales por Power y Dal Martello (1997) y han sido caracterizadas como una sola categoría llamada *cambio de posición de los multiplicadores*. Para este estudio resulta pertinente separarlas porque cada una de ellas puede llevar asociados otros tipos de error específicos y una forma de procesamiento distinta. La *fragmentación* también fue reportada por estos autores.

En cualquiera de las tres categorías EG y JV parecen utilizar estrategias para transcodificar los numerales que no conocen o que pertenecen a rangos que no dominan, basados en reglas de composición de los numerales que manejan correctamente. Estas estrategias pueden ser variadas, pero su uso permite determinar patrones de desempeño regulares en los sujetos. Por ejemplo, en el caso de EG, cuando debe transcodificar numerales de tres o cuatro cifras (rangos que no domina) tiende a aumentar el numeral de centenas o unidades de mil a decenas de mil, aplicando las reglas de composición del rango de las decenas que maneja perfectamente y aplicando la regla del mil que ya conoce para numerales grandes. Lo mismo sucede con JV cuando debe transcodificar numerales de cuatro dígitos, aumentándolos de unidades de mil a centenas de mil. Para ello aplica las reglas de composición de las centenas, rango que maneja y yuxtapone la palabra mil, regla que utiliza para numerales grandes.

En JV aparece otra estrategia cuando transcodifica números de cinco cifras, que es la repetición de la palabra sintáctica "mil". Esta podría constituir una sobregeneralización de la regla del mil. La fragmentación de numerales con varios dígitos, utilizada frecuentemente por EG, y en una sola producción por JV, también parece constituir una estrategia que implica la aplicación de reglas de producción de numerales en rangos que se dominan. Una estrategia muy importante utilizada por los pacientes en la lectura de numerales con estructuras complejas, es que privilegian la primera cifra para aumentar o disminuir el orden de la unidad del numeral al leer. Se podría suponer que esta primera cifra es usada en el proceso de transcodificación, como una guía para determinar la magnitud del número, pero la mala aplicación de las reglas de producción del formato hablado los llevan a un resultado errado del uso de la estrategia.

Los niños con discalculia también utilizan en la lectura, estrategias semejantes a las descritas por Orozco y Hederich (2000) en las categorías de error para la escritura de numerales. En la lectura, la mayoría de las veces unos tipos de error, llevan a los pacientes a utilizar otras estrategias como las que proponen los autores. Por ejemplo, para disminuir la unidad de orden, JV inhibe partículas de cantidad o codifica literalmente las partículas sintácticas. El aumento de la unidad de orden lleva a EG a cometer errores de tipo léxico en la misma producción como la repetición o la intrusión de partículas de cantidad que no aparecen en el numeral estímulo.

El uso de estrategias de transcodificación ha sido reportado en estudios con niños normales. Serón, Van Lil y Noël (1995) señalan que los errores de los niños de 7 años, son resultado del uso de estrategias peculiares desarrolladas y construidas a partir del conocimiento adquirido en la lectura de estructuras arábigas más simples. Estas estrategias son autónomas del desarrollo del lenguaje hablado. Power y Dal Martello (1997) igualmente plantean que los niños normales de esta edad utilizan estrategias basadas en un conjunto de reglas de transcodificación para numerales con estructuras más complejas de las que ellos dominan. Según los autores, estas

reglas persisten y evolucionan durante un período largo de tiempo. Por ejemplo la fragmentación, constituye una estrategia de escisión del numeral cuando el estímulo es muy grande, pero es una estrategia muy primitiva, en los sujetos que observaron estos autores. Cuando en el lexicón de los niños aparece la palabra “cientos” o “mil”, aparece también el uso de nuevas reglas de producción, que en varias ocasiones son erradas para el formato verbal-hablado. Para los autores, las estrategias de transcodificación de numerales arábigos grandes pueden ser utilizadas en una ruta de procesamiento que no implique una representación semántica del número, como posiblemente sucede con numerales de pocos dígitos.

Hederich y Camargo (2001) apoyan esta idea planteando que la introducción de numerales con más de cuatro cifras complejiza el proceso de transcodificación, de tal forma que nuevas reglas deben ser utilizadas y de alguna manera el sistema debe ser *redescrito* en su totalidad. Según los autores, el mecanismo de las adiciones representacionales deja de ser suficiente cuando se trata de la comprensión de numerosidades tan amplias, por lo que el proceso de constitución de la ruta semántica pierde relevancia y comienza el desarrollo directo de la ruta asemántica. En este punto, “las reglas de derivación y composición lingüísticas son traducidas directamente a las reglas de notación arábica sin utilizar representaciones semánticas detalladas” (p. 29). La progresiva complejización del proceso de transcodificación se evidencia en el desempeño de los sujetos de este estudio, quienes empiezan a aplicar un conjunto de reglas determinadas y diferenciadas, a medida que aumenta la cantidad de cifras en el numeral.

Este tipo de transcodificación asemántica ha sido inicialmente propuesto en el modelo de Dehaene (1992; Dehaene y Cohen, 1993) basado en la aplicación de reglas sintácticas específicas a los formatos de entrada y de salida. Por lo tanto, se podría pensar en similitudes del proceso de transcodificación numérica de los niños normales y de los niños que presentan discalculia. Se puede asumir que, al igual que los niños normales, los pacientes discalcúlicos usan reglas de producción de rangos que ya conocen o criterios e hipótesis que poseen sobre el sistema de numeración, antes de acceder al conocimiento formal de un rango numérico. El aumento o la disminución del orden de la unidad a rangos específicos, solo parece corresponder a un conocimiento implícito de los números que para ellos son posibles (Tolchinsky-Ledesmann y Karmiloff-Smith, 1992). Igualmente, dependiendo de los tipos de error, la estrategia utilizada cambia, pero en cada uno de ellos el proceso de la fase de codificación sigue un patrón regular (Noel y Serón, 1993; Power y Dal Martello, 1997). En este punto la diferencia básica radica en que los niños con discalculia, a diferencia de los niños normales, no manejan rangos que a los diez años deberían dominarse en su totalidad. Ni siquiera dominan sus rangos inferiores, sino que aplican reglas de producción de las decenas o centenas a numerales con mayor número de dígitos.

Se puede considerar de alguna manera que la lectura de numerales no convencionales para los pacientes, o que no dominen aún, constituye una forma específica de resolución de problemas: ellos se enfrentan al formato del numeral estímulo, en este caso el arábigo, extraen de él información relevante como su magnitud en términos de cantidad de dígitos o valor absoluto de las cifras, buscan conocimientos que ya poseen sobre la transcodificación de numerales arábigos, articulados en reglas de producción y las aplican en diversas estrategias para llenar el marco sintáctico en el formato de salida, en este caso el verbal-hablado. De esta manera logran su meta. Podría suponerse que varias de estas estrategias le permiten al niño determinar la magnitud del número tanto en el formato arábigo que deben comprender como en el formato verbal-hablado que deben producir.

La mayor parte de estas reglas son aplicadas por los pacientes de manera incorrecta para determinado rango, pero lo maravilloso de su mente es que, al igual que los niños normales, utilizan criterios, hipótesis o supuestos que poseen sobre los números, mientras aprenden o dominan la lectura de numerales en rangos más complejos. Lerner y Sadovsky (1994)

argumentan que los niños construyen tempranamente criterios propios para producir representaciones sobre los números, antes de conocer, en el sistema formal, la existencia de unidades, decenas y centenas. Según las autoras, ellos establecen alguna relación entre la posición de las cifras y el valor que representan. Esta información es usada por ejemplo, en la escritura de numerales que no conocen. De la misma forma, se observa que los sujetos de esta investigación parecen tener hipótesis sobre números que no dominan, las cuales se derivan de regularidades observadas en rangos pequeños, y que utilizan en el proceso de transcodificación.

Se observa también en ambos pacientes, una gran dificultad en la transcodificación de nudos. En algunas investigaciones se ha mostrado que durante la construcción del sistema notacional, los niños normales aprenden rápidamente a escribir este tipo de numerales. Schewer y otras (2000) plantean que los nudos tienen un status especial y su notación correcta resulta más fácil o más frecuente, incluso en niños de 5 años. Para Lerner y Sadovsky (1994) esto se debe a que los nudos implican una mínima composición numérica. Lo mismo podría suceder con la lectura en niños normales, pero no ocurre así en los pacientes con discalculia, quienes presentan severas dificultades para establecer la magnitud correcta del numeral y por lo tanto su estructura global. Este tipo de error presenta dos particularidades. En primer lugar, en ambos sujetos aparece no solo en rango propio sino en los rangos inferiores, aún en la lectura de numerales de dos dígitos. Por ejemplo JV, lee incorrectamente algunos nudos del rango 3 y el rango 4. En EG los únicos errores del rango 1 son en los nudos, y la mayor parte de los nudos en rango 2, 3 y 4 son leídos erróneamente. En segundo lugar, contrario al patrón presentado en la lectura de numerales no nudos, ambos sujetos tienden a disminuir el orden de la unidad de la única partícula de cantidad cuando los leen y en algunas ocasiones, más bien pocas, a aumentarla.

Aún así, al igual que en la lectura de los numerales no nudos, los niños parecen utilizar estrategias para la codificación en el formato verbal-hablado, basados en reglas específicas de producción. La diferencia en la transcodificación de los tipos de numerales radica en el criterio de aplicación de éstas reglas, ya que en la lectura de no nudos los niños tienden a privilegiar la cantidad de dígitos para establecer la magnitud, mientras que en los nudos privilegian el valor absoluto de las cifras. Por lo tanto, como los nudos tienen una o varias cifras sin valor, parecen significar para los niños numerales pequeños. Por esta misma razón, se explica que en vez de aumentar el orden de las unidades, como sucede en la mayoría de producciones erradas de los numerales no nudos, los sujetos disminuyan la unidad de orden de la única partícula de cantidad. Schewer y otras (2000) plantean que los criterios que usan los niños normales en la escritura de numerales evidencian que la construcción de la notación convencional no sigue el orden de la serie numérica. Según las autoras la adquisición de la notación constituye un desarrollo lento y complejo, en el que usos de formas convencionales y no convencionales conviven durante un largo período de tiempo, aunque manifestándose en diferentes intervalos numéricos. Este mismo proceso puede llevarse a cabo en el dominio del formato verbal-hablado o por lo menos se observa en el desempeño de los pacientes, por ejemplo, en las diferencias descritas en los tipos de error con numerales nudos y no nudos.

Igualmente, la aplicación de reglas específicas con que un paciente pueda estar trabajando se da para la transcodificación de la mayoría de los numerales en un rango dado, lo cual determinaría el patrón de desempeño, pero no para otros numerales en el mismo rango. Por ello una que otra producción de los sujetos no responde a un tipo de codificación exclusivo. Además las frecuencias de las categorías de producción errada son variables, mostrando que un tipo de error puede coexistir con otros, no muchos, pero en una relación de predominancia sobre ellos. En este caso, un patrón de desempeño, no lo determina un solo tipo de error, sino el que predomine sobre otros menos importantes. Desde este punto de vista, no se evidencian

marcadas diferencias en los tipos de error sintáctico que cometen los dos niños. Las diferencias se encuentran en la frecuencia con que aparece un tipo de error en cada uno. Por otro lado, aunque la aplicación de reglas funcione con el mismo mecanismo y las estrategias de transcodificación sean usadas por los sujetos de la misma manera, las diferencias en su utilización se derivan del nivel de conocimiento individual. Así ambos pacientes aumentan la unidad de orden y aplican la regla del mil, pero el paciente que maneja el rango de las decenas aumenta a decenas de mil y el paciente que maneja el rango de las centenas aumenta al rango de las centenas de mil. En los nudos ambos pacientes disminuyen el orden de la unidad pero el primero lo hace a las decenas y el segundo a las centenas.

La variabilidad en las producciones ha sido también encontrada en la escritura de niños normales de preescolar que apenas están conociendo los numerales (Huggs, 1986; Tolchinsky-Ledesmann y Karmiloff Smith, 1992), en la escritura de niños normales que se encuentran ya en la básica primaria (Schewer y otras, 2000; Power y Dal Martello, 1990; Serón, Deloche y Noël, 1991; Serón y Fayol, 1994), en la lectura de niños normales igualmente en primaria (Serón, Van Lil y Noël, 1995; Serón, Noël y Van der Elst, 1997; Power y Dal Martello, 1997; Noël y Turconi, 1999) y en la lectura de pacientes adultos con discalculia adquirida (Noël y Serón, 1993). Otra forma de convivencia de error encontrada en los sujetos de esta investigación es cuando en una misma producción aparece la combinación de error léxico y sintáctico, aspecto que poco ha sido reportado en la literatura neuropsicológica o del desarrollo cognitivo.

Como se observa a lo largo de la discusión, la tarea de lectura de numerales arábigos resulta un instrumento bastante adecuado para la evaluación de procesos subyacentes al procesamiento numérico no solo en niños con discalculia, sino en niños normales, ya que mecanismos y estrategias similares son identificados en los desempeños de ambos tipos de población. A pesar de esto, la tarea ha sido poco utilizada y no es suficiente la evidencia en la cual los resultados se puedan apoyar. Por ello, resulta necesaria investigación empírica que avance hacia nuevos descubrimientos sobre el conocimiento numérico de los niños y como éste es utilizado en los procesos de transcodificación.

Bibliografía

- Cipolotti, L. & Butterworth, B. (1995) Toward a multiroute model of number processing: impaired number transcoding with preserved calculation skills. *Journal of Experimental Psychology: General*, Vol. 124 No. 4: 375-390.
- Deaño, M. (1998) Discalculia. En *El Fracaso en el Aprendizaje Escolar II. Dificultades Específicas de Tipo Neuropsicológico*. Málaga: Ediciones Aljibe.
- Deneane, S. (1992). Varieties of numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical Cognition* 1:83±120.
- Deloche, G. & Seron, X. (1982) From one to 1: An analysis of a transcoding process by means of neuropsychological data. *Cognition*, Vol. 12: 119-149
- Hederich, C. & Camargo, A. (2001) Hacia la construcción de un modelo de procesamiento numérico. El desarrollo de la transcodificación de numerales verbales a formato arábigo. Informe Técnico Final presentado a COLCIENCIAS. Centro de Investigaciones CIUP.
- Hughes, M. (1986) *Children and number. Difficulties in learning mathematics*. Oxford: Basil Blackwell.
- Lerner, D. y Sadovsky, P. (1994) El sistema de numeración: un problema didáctico. En Parra, C. y Saiz, J. (comp.) *Didáctica de las matemáticas*. Buenos Aires, Paidós, 95-184.
- Macaruso, P. & Sokol, S. M. (1998) Cognitive neuropsychology and developmental dyscalculia. In C. Donlan (Ed.) *The Development of Mathematical Skills. Studies in Developmental Psychology*. London: Psychology Press: 201-225

- Macaruso, P., McCloskey, M. & Aliminosa, D. (1993) The Functional Architectures of the Cognitive Numerical-processing System: Evidence from a Patient with Multiple Impairments. *Cognitive Neuropsychology*, Vol. 10, No. 4: 341-376.
- Manga, D. & Ramos, F. (1991) *Neuropsicología de la edad escolar. Aplicaciones de la teoría de A. R. Luria a niños a través de la batería. LURIA-DMI*. España. Aprendizaje Visor.
- McCloskey, M. (1992). Cognitive mechanisms in numerical processing: Evidence from acquired dyscalculia. *Cognition*, 44, 107-157.
- McCloskey, M., Sokol, S. M., Goodman-Schulman, R. & Caramazza, A. (1990) cognitive representations and processes in number production: Evidence from cases of acquired dyscalculia. In Caramazza, A. (Ed.) *Cognitive neuropsychology and neurolinguistics: Advances in models of cognitive function and impairment*. Hillsdale, NJ: Erlbaum
- McCloskey, M. & Macaruso, P. (1995) Representing and using numerical information. *American Psychologist* 50 (5) 351-363
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Basili, A.G. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196.
- Noel, M. & Seron, X. (1993) Arabic number reading deficit: A Single Case Study or When 236 is Read (2306) and Judged Superior to 1258. *Cognitive Neuropsychology*, Vol. 10, No. 4: 317-339.
- Noel, M. & Turconi, E. (2000) assessing number transcoding in children. *European Review of applied Psychology*, 49, 4, 295-302
- Orozco, M. (2001) Diagnóstico de la comprensión de escolares en relación con el manejo de la comprensión del sistema de notación en base diez. *Informe técnico final*. Presentado a COLCIENCIAS
- Orozco, M. y Hederich, C. (2000b) Errores de los niños al escribir numerales dictados. (En prensa).
- Power, R.D. & Dal Martello, M.F. (1990) The dictation of Italian numerals. *Language and Cognitive Processes*, 5: 237-254.
- Power, R. & Dal Martello, M. F., (1997) From 834 to Eighty Thirty Four: The Reading of Arabic Numerals By Seven-year-old Children. *Mathematical Cognition*, 3 (1), 63-85
- Scheuer, N., Sinclair, A., Merlo de Rivas, S. y Tièche, C. (2000) Cuando ciento setenta y uno se escribe 10071: niños de 5 a 8 años produciendo numerales. *Infancia y Aprendizaje*, 90: 31-50.
- Serón, X., Van Lil, M., & Noël, M-P. (1995) La lecture de numéraux arabes chez des enfants en première et en deuxième années primaires: recherche exploratoire. *Archives de Psychologie*, Vol. 63 : 269-300
- Sokol, S. M., Macaruso, P. & Gollan, T. H. (1994) Development dyscalculia and cognitive neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, Vol. 10, No. 4: 413-441.
- Sullivan, K. S., Macaruso, P., & Sokol, S. M. (1996) Remediation of Arabic numeral processing in a case of developmental dyscalculia. *Neuropsychological Rehabilitation*, Vol. 6: 27-53.
- Temple, C. M. (1989) Digit dyslexia: A category-specific disorder in developmental dyscalculia. *Cognitive Neuropsychology*, Vol. 6: 93-116.
- Tolchinsky-Ledesmann & Karmiloff-Smith, A. (1992) Las restricciones del conocimiento notacional. *Psicología Educativa*, 16-17: 39-90.