

¿Cómo enseñar la notación lingüística y matemática?

Un triple enfoque: epistémico, interdisciplinar y sociocultural

por **Silvia LLACH CARLES** y **Ángel ALSINA PASTELLS**
Universidad de Girona, Instituto de Investigación Educativa

Introducción

En este artículo se realiza una propuesta para la enseñanza de los sistemas externos de representación lingüísticos y matemáticos en las aulas de Educación Infantil, desde un enfoque epistémico e interdisciplinar, y situados en una perspectiva sociocultural del aprendizaje humano. El término de “sistemas externos de representación” que se utiliza en este trabajo se refiere a los sistemas de signos que son permanentes y que se organizan espacialmente (Pérez-Echevarría, Martí y Pozo, 2010).

En primer lugar, se considera que la adquisición de los sistemas externos de representación debería tener un carácter epistémico (Langacker, 1998). Kirsh y Maglio (1994) distinguen dos funciones de las representaciones externas: pragmáticas y epistémicas. En el extremo de las funciones pragmáticas se encuentra el uso de

las notaciones con el fin de ampliar, entender o hacer más perdurable la memoria. Se trata, tal como señalan Tolchinski y Solé (2009), de una visión instrumental vinculada al origen histórico de los sistemas externos de representación, que habrían servido como un almacén cultural que permitiría conservar y recuperar la información. Sin embargo, tanto desde el punto de vista cultural como psicológico, muy pronto esta función asociada exclusivamente al mero almacenamiento y recuperación de la información factual va sustituyéndose por un enfoque epistémico que implica funciones cognitivas más complejas. En esta línea, Pérez-Echevarría, Martí y Pozo (2010) señalan que, además de cumplir esta función mnemónica, la información debe ser transformada o procesada en nuevos códigos, y estas operaciones de recodificación no sólo deben ser aprendidas sino que se vuelven a su vez instrumentos o funciones cognitivas que permiten nue-

vas operaciones. Así, por ejemplo, los números que se presentan oralmente deben ser recodificados a un código cuya sintaxis haga posibles operaciones mentales y matemáticas que serían imposibles en este código oral original. Según estos autores, es así como la adquisición y la operación con estos sistemas de representación genera nuevas funciones epistémicas, nuevas formas de conocer y operar sobre mundos simbólicos, no necesariamente presentes.

En segundo lugar, uno de los aspectos más novedosos de este trabajo es que se parte de un enfoque interdisciplinar que considera dos sistemas (la escritura y los numerales) que son muy diferentes, cada cual con sus restricciones y su ritmo de adquisición. Sin embargo, es necesario empezar a tratarlos conjuntamente dado que tradicionalmente se han enseñado a partir de criterios muy similares. Un enfoque interdisciplinar que permita construir saberes adecuados para una situación, utilizar diferentes disciplinas con esta finalidad y que no implique la desvalorización de conocimientos de las disciplinas usadas ni de las personas que los aplican (Fourez, 2008), puede contribuir a comprender cuáles son las analogías y las diferencias entre ambos sistemas.

En tercer lugar, el estudio se realiza a partir de una perspectiva sociocultural (Vygotsky, 1978), puesto que se parte de la base que los sistemas de notación están al servicio de la representación y, sobre todo, de la comprensión del contexto que nos rodea. Desde este marco se considera que los sistemas externos de representación lingüísticos y matemáticos son instrumentos simbólicos que favorecen el desa-

rollo de las funciones mentales superiores (como por ejemplo razonar, resolver problemas, planificar, etc.) y, en definitiva, amplifican nuestras capacidades mentales o intelectuales. Dicho de otra manera, una propiedad definitoria de las funciones mentales superiores, exclusiva de los humanos, es el hecho de que estén mediadas por herramientas y por sistemas de signos, tales como el lenguaje natural. En este sentido, Wertsch (1991), pone de manifiesto que los signos (herramientas psicológicas) realizan una función de comunicación y una función individual que llevan a una transformación de los fenómenos intersíquicos a intrapsíquicos. La función de comunicación se da en un contexto de colaboración social entre niño y adulto (colaboración preverbal en la que el adulto introduce el lenguaje, que es un instrumento de comunicación y de interacción social). Por este motivo, la intervención educativa debe hacer más énfasis en las interacciones entre los signos y el contexto inmediato que en los signos de forma aislada (Martí, 2003).

De acuerdo con los aspectos que se acaban de mencionar, los elementos que se analizan en este artículo para aprender a enseñar los sistemas externos de representación lingüísticos y matemáticos durante la etapa de Educación Infantil desde un enfoque epistémico, interdisciplinar y sociocultural son los siguientes: (i) el itinerario de aprendizaje; (ii) las prácticas informales que se relacionan con estos sistemas; (iii) y las prácticas formales de aula, que se refieren tanto a la incidencia directa sobre el aprendizaje de los sistemas como a otros campos afines.

El itinerario de aprendizaje

Teniendo en cuenta estudios de desarrollo evolutivo y cognoscitivo del niño, en este apartado se establece un itinerario para el aprendizaje de los sistemas externos de representación y se revisan las unidades de trabajo.

Martí (2003) establece que la construcción de los sistemas se extiende, en las culturas occidentales, desde los 2-3 años hasta los 9-10 años aproximadamente, y distingue las notaciones como objetos gráficos y como objetos semióticos. Este autor señala que, desde el punto de vista gráfico, en primer lugar es imprescindible diferenciar los sistemas figurativos (dibujos, imágenes) de los sistemas arbitrarios (especialmente escritura y numerales escritos). Ferreiro (1988), entre otros, expone que a esta primera distinción le sigue la diferenciación entre numerales y escritura, que se produce cuando los niños son capaces de distinguir las propiedades gráficas de ambos sistemas: cantidad mínima de caracteres (para la escritura y no para el número) y repetición (posible para los numerales y no para la escritura). Desde el punto de vista semiótico, Pérez-Echevarría, Martí y Pozo (2010) señalan que es necesario explicitar parte de las relaciones entre una notación y otros componentes del sistema, es decir, la sintaxis de cada sistema representacional. Al implicar una mayor complejidad funcional, debería ser posterior en el aprendizaje y el desarrollo.

En el caso del sistema lingüístico, se han descrito unas etapas para explicar cómo se produce la conceptualización de la escritura (Ferreiro, 1988). En un primer momento, los niños consideran la escritura

como unas formas gráficas arbitrarias y lineales que representan, básicamente, el nombre de las cosas. A partir de ese momento, buscan las condiciones de interpretación del código: caracteres mínimos necesarios (cuantitativos) y requerimientos cualitativos (por ejemplo, formas de las letras, o combinaciones posibles entre ellas). A continuación se inicia la búsqueda de las relaciones entre los símbolos escritos y los sonidos del habla. Dentro de este marco, exponemos brevemente las fases descritas:

En los procesos de lectura, Ehri (1995) propone las siguientes etapas: la fase prealfabética, en la cual se usan indicios visuales para reconocer algunas letras (por ejemplo, la parte superior de la letra *b* en *balón*); la fase alfabética parcial, donde se reconocen, por orden, los inicios, los finales y las partes mediales de palabras; la fase alfabética plena, donde se da de forma casi completa la correspondencia entre fonemas y grafías; y la fase alfabética consolidada, donde se reconocen las palabras rápida y automáticamente. En el caso de la escritura, Ferreiro y Teberosky (1979) distinguen un estadio presilábico, en el cual se diferencian las letras de otro tipo de representaciones gráficas; un estadio silábico, donde la representación de una letra corresponde a una sílaba; un estadio silábico-alfabético, que es fase de transición donde conviven la estrategia anterior con la siguiente; y un estadio alfabético, en el cual un grafema corresponde a un fonema.

Desde el punto de vista evolutivo, las fases descritas se relacionan con la percepción de las distintas unidades lingüísticas. Se reconocen primero unidades mayores (palabra), y más adelante unidades meno-

res (sílabas, partes de la sílaba y fonemas, por este orden). Sólo al final de este proceso cognitivo, cuando se tiene conciencia de la unidad *fonema*, se podrá comprender que un grafema corresponde a un fonema. Ésta es una dificultad evidente para empezar a escribir, porque hay que tener conciencia lingüística de una unidad muy pequeña (el fonema), y éste es precisamente el último eslabón desde el punto de vista de la percepción de unidades lingüísticas. Así pues, cuando los niños perciben palabras o sílabas, no las pueden representar de forma correcta porque el único sistema de notación parte de una letra que representa a un sonido (Phillips y Torgesen, 2006). Diversos estudios han demostrado que, además del desarrollo evolutivo de las capacidades de percepción, el método utilizado para la enseñanza de la notación lingüística incide de forma directa en este proceso y puede facilitar la adquisición de la lectura y la escritura. Alegría, Morais, D'Alimonte y Seyl (2004) y Byrne (1992), entre otros, demuestran que la conciencia fonémica no se desarrolla de forma espontánea, sino a partir del método aplicado, especialmente de métodos fonéticos.

Esta consideración sobre las unidades lingüísticas parecería propiciar un itinerario analítico y unidireccional, en el sentido de empezar por las palabras y aprender a reconocer las unidades más pequeñas dentro de la palabra. Sin embargo, diversos trabajos de investigación han demostrado que deben alternarse diversas direcciones en la práctica docente. En el caso de la lectura se habla de los itinerarios *outside-in* y *inside-out* (Whitehurst y Lonigan, 1998). El primer itinerario (*outside-in*) se refiere al uso de todas las fuentes de in-

formación que el lector necesita para entender las representaciones fonológicas (sonoras). El segundo itinerario (*inside-out*) se refiere a la estrategia de traducir la letra impresa a las representaciones fonológicas y viceversa. Así, pues, el itinerario *inside-out* ayuda a descodificar y a la fluidez en la lectura, mientras que el itinerario *outside-in* ayuda a la comprensión. Whitehurst y Storch (2001) demuestran que las actividades del itinerario *outside-in* (como por ejemplo adquisición de vocabulario, conocimiento de la estructura narrativa, etc.) se deben dar en los primeros años de la Educación Infantil para que ejerzan una influencia en las capacidades de descodificación. En el caso de actividades del itinerario *inside-out* (entre las cuales está el ejercicio de conciencia fonológica), Ehri y Roberts (2006) proponen que deben iniciarse también en estas edades, por ejemplo, cuando se enseñan los sonidos presentes en el nombre de las letras o en situaciones de lectura de libros-abecedario.

Respecto a la evolución de la notación escrita de los numerales, Scheuer, Sinclair, Merlo de Rivas y Tièche-Christinat (2000) señalan que se trata de un proceso lento y complejo, en el que los usos de formas convencionales y no convencionales conviven durante un largo periodo.

El primer eslabón del itinerario de adquisición de la notación numérica es la correspondencia término a término (Sinclair, 1991). En este nivel los signos varían según los niños (formas geométricas, dibujos, etc.), pero no dependen de la edad. Estas primeras producciones notacionales se refieren exclusivamente a la cantidad; la notación se compone de caracteres discretos,

alineados; y en muchas producciones, un mismo signo es repetido varias veces. Martí (2003) indica que el siguiente paso es la producción de un signo único como representante de la cantidad. Se trata de un rasgo inherente al sistema de numeración decimal de difícil comprensión, dado que se usa un solo signo para designar a toda una colección. El hecho de que exista un objeto semiótico ya elaborado -los números escritos- que se transmite culturalmente ayuda a esta construcción, y no es hasta que los niños comprenden que un solo signo puede representar una pluralidad cuando empiezan a usar los números escritos. A partir de este momento los niños pueden comprender de forma progresiva las reglas del sistema (Lerner, Sadovsky y Wolman, 1994). En este nivel, la comprensión del valor cardinal (una única expresión para representar una cantidad) es fundamental, puesto que constituye el punto de partida para que los niños puedan ir adentrándose en la comprensión de las reglas del sistema de numeración decimal: valor posicional, etc. Otros estudios se han centrado en el análisis de los distintos tipos de notaciones que realizan los niños y niñas durante el itinerario de adquisición (Brihuega y Cayton, 2010; Hugues, 1987; Pontecorvo, 1996; Scheuer *et al.*, 2000). Los estudios de Hugues y Pontecorvo, a pesar de que mantienen algunas diferencias, como por ejemplo el hecho de no contemplar la representación de la correspondencia biunívoca entre los signos y los objetos a ser contados por parte del primero, mantienen un cierto paralelismo respecto a los niveles posibles en la representación de la cantidad: el primero, en el que no existe sensibilidad o precisión hacia los aspectos cuantitativos (representaciones idiosin-

crásicas); el segundo, donde se pone en correspondencia un signo de representación con aquello que se representa (representaciones pictográficas e icónicas); y el tercero, donde se usa el numeral convencional, aunque no siempre en un modo exclusivo (representaciones simbólicas). El estudio de Scheuer *et al.* (2000) se centra en las estrategias que utilizan niños de edades comprendidas entre los 5 y 8 años, con diferente historia escolar y familiar, en tareas en las que se les pide anotar diferentes números. Un análisis cualitativo de las respuestas de los 162 niños de la muestra permite identificar siete categorías de notaciones que van revelando la laboriosa adquisición del conjunto de reglas convencionales que subyace a la representación numérica de las cantidades. Se trata de categorías mutuamente excluyentes, aun considerando que un mismo sujeto puede presentar varias estrategias a la vez: notaciones numéricas convencionales acordes con los numerales convencionales; notaciones múltiples, en las que se regulan el número de formas gráficas en la notación de acuerdo al número de elementos en la colección basándose, por lo general, en procedimientos de correspondencia uno a uno (una forma gráfica para cada elemento); formas para números, que consisten en la producción de una única grafía arbitraria; formas para clases de números, que registran características particulares de los números pero la notación no identifica de forma concluyente el número representado; notaciones logográficas, que resultan del establecimiento de una correspondencia estricta entre la forma oral de un número y su notación; notaciones compactadas, en las que además de la correspondencia anterior, se empieza a integrar el

principio de notación posicional; y otras notaciones, que incluyen formas que se desvían de las descritas debido a errores suplementarios o de otras particularidades, o bien producciones que registran la naturaleza de los objetos que forman la colección en lugar de su cantidad. En el reciente estudio de Brizuela y Cayton (2010) se han explorado las diferencias en el tipo de producciones de numerales que hacen los niños como consecuencia de dos modos distintos de presentar números que ya se usaron en el estudio de Scheuer *et al.* (2000): presentación oral y con fichas de valores. Las conclusiones de este estudio, realizado con un grupo de 22 niños desde preescolar hasta segundo grado en la nomenclatura norteamericana, señalan que en los niños de preescolar la presentación oral parece facilitar las respuestas convencionales, es decir, dígitos anotados en una posición convencional (Brizuela y Cayton, 2010). Otros estudios recientes, como por ejemplo el realizado por Navarro *et al.* (2010) ponen de manifiesto que no existen diferencias en relación a estas habilidades matemáticas entre niños y niñas de edades tempranas.

Si se adopta un punto de vista integrado de los dos sistemas, deben considerarse los aspectos comunes y los diferenciales. Los dos sistemas comparten el carácter arbitrario de los símbolos, la escritura discreta, la existencia de unidades de base (letras-fonemas; y números cardinales) y la existencia de una sintaxis representacional. En cambio, es necesaria cantidad mínima para la escritura, pero no para la notación numérica; y es posible la repetición para la notación numérica y no para la escritura (Ferreiro, 1988). Por todo

ello, es importante diseñar actividades para los dos sistemas de notación que no generen contradicciones y que sean respetuosas con el nivel cognoscitivo de los niños. Se debe tener en cuenta qué tipo de unidades comprenden para poder acceder a niveles superiores y más abstractos, considerando de esta forma su zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1978). Asimismo, se debe evitar que los aspectos no compartidos entre los dos sistemas provoquen problemas en el aprendiz, ya que a veces puede estar realizando operaciones aparentemente contradictorias al mismo tiempo, como descubrir que el nombre de un objeto necesita diversos símbolos para ser representado, y en cambio, varios objetos se pueden representar con un solo símbolo (un número cardinal).

Las prácticas informales

Para que los niños y niñas puedan acceder propiamente a usar los sistemas externos de representación deben estar familiarizados con las prácticas sociales o informales que se relacionan con estos sistemas (Ginsburg, Klein y Starkey, 1998; Withehurst y Lonigan, 1998).

En el caso de la lectura y la escritura, se han señalado muchas prácticas informales que ponen en contacto a los niños con la letra impresa y que forman parte de la alfabetización temprana. Una de las prácticas más habituales es la lectura de cuentos por parte de los adultos, aunque en esta práctica se hace más hincapié en el significado que en los aspectos formales de representación. Un caso distinto es la consulta de los libros-abecedario. Bus y van Ijzendoorn (1988) destacaron el papel que juega la consulta de este tipo de ma-

terial en el conocimiento de las letras, especialmente por la instrucción directa que reciben los niños en sus hogares.

Otro elemento importante en las prácticas informales es la presencia de letra impresa en el entorno del niño, a través de anuncios publicitarios, señales, etc. Es frecuente observar que un niño "lee" correctamente el nombre de una marca al observar el logotipo correspondiente. Masonheimer, Drum y Ehri (1984) demostraron experimentalmente que en la mayoría de casos no se trata de lectura de letras, sino que se produce un reconocimiento visual de diversos indicios (color, forma global de logotipo, diseño). En su estudio modificaron el orden de las letras de marcas comerciales y se comprobó que los niños las seguían leyendo de forma correcta. Aunque el reconocimiento de logogramas no es una tarea de lectura porque no implica descodificación (Alegría, 2006), la práctica no deja de ser interesante, porque el reconocimiento visual de logogramas comparte con la lectura el reconocimiento e interpretación de un ítem; y por tanto se relaciona con la función social de la lectura.

Un tercer ámbito informal que ayuda a la lectura y la escritura es el uso y conocimiento de los nombres personales (Bloodgood, 1999), puesto que se trata de un elemento motivador que aparece de forma frecuente en el hogar y en el aula sin los indicios visuales que acompañan a los logogramas, y por ello contribuye más a fijar la atención en las letras (Ehri y Roberts, 2006).

Así, pues, y siguiendo la idea que ya proponen Teale y Sulzby (1986) y Ferreiro

(1997), se debe situar a los niños en un entorno que sea rico en letra impresa para avanzar en el conocimiento informal de este sistema externo de representación. Se pueden enumerar múltiples situaciones: lectura de cuentos, o rincones de juego simbólico donde se dramatiza el papel de un camarero, se hace la lista de la compra, se escriben mensajes en un ordenador, etc. Son situaciones de la vida cotidiana que preparan a los niños y niñas para comprender el uso de los sistemas externos de representación. Todo ello se puede transportar al aula para recrear este tipo de entorno, para introducir en el contexto educativo las prácticas sociales que después se llenarán de contenido simbólico.

En relación a la notación numérica, Ginsburg, Klein y Starkey (1998) asocian el conocimiento numérico informal con las formas preverbales y verbales de conocimiento, mientras que el proceso de adquisición del sistema numérico notacional (los números escritos) se asocia a un aprendizaje formal, sobre todo a través de prácticas educativas escolares. Así, pues, mucho antes de que los niños se integren en prácticas educativas escolares tienen la posibilidad de interactuar con representantes escritos de los numerales a través de prácticas informales que son muy diversas y pueden ser diferentes según la edad: indicar la edad con los dedos, poner velas en un pastel, etc. Desde esta perspectiva, Anderson (1997) señala la variedad de experiencias numéricas en las que se implican niños de 4 años de familias americanas de nivel medio-alto: actividades de conteo; nombrar cantidades; reconocer numerales escritos; estimar cantidades; operaciones de suma y resta con

cantidades pequeñas; uso de numerales ordinales; estimar la igualdad numérica de dos colecciones y la notación de numerales. De todas las actividades mencionadas, Anderson señala que las actividades más frecuentes son las de conteo, seguida de la que consiste en nombrar cantidades y reconocer numerales escritos, mientras que las actividades de escritura de numerales son escasas.

Fernández, Gutiérrez, Gómez, Jaramillo y Orozco (2004) exponen que estas prácticas informales se llevan a cabo desde temprana edad, aproximadamente desde los cuatro meses. A partir de esta edad los niños muestran ya una curiosidad innata concerniente a los eventos cuantitativos y espontáneamente construyen en su ambiente natural y sin instrucción formal unas matemáticas informales, aunque su tasa de desarrollo fluctúa como resultado de la influencia sociocultural. Una de las conclusiones más relevantes de este trabajo es que se pone de manifiesto la importancia de estas prácticas informales, sobre todo en lo que concierne a las actividades de conteo en las que se realiza una correspondencia término a término, para el posterior aprendizaje de la notación numérica.

Para llegar al enfoque integrado del aprendizaje de los sistemas externos de representación lingüístico y matemático, todas estas prácticas deben convivir en el aula. A parte de las actividades formales y concretas que contribuyen de forma específica a la adquisición y aprendizaje de cada uno de los sistemas, el ambiente del aula debe propiciar la continuación de las prácticas informales, para que el espacio

escolar y su dinámica contribuyan a preparar el ambiente para la apropiación y uso comprensivo de estos sistemas.

Prácticas formales de aula

En el apartado anterior se ha establecido que el conocimiento del mundo es la base sobre la cual se debe construir el aprendizaje de las representaciones notacionales. Sin embargo, diversos estudios sobre los dos sistemas que se consideran comparten la idea que, además de aplicar estos conocimientos de forma significativa, deben considerarse también las prácticas educativas de carácter formal (Martí, 2003), para ayudar a establecer los sistemas con los significados y relaciones asociadas.

En el caso de los procesos de lectura y escritura, diversos estudios han demostrado la eficacia de la instrucción directa (Adams, 2001). Por ejemplo, Conelly, Johnston y Thompson (1999) comparan grupos con y sin instrucción directa en el aprendizaje de las correspondencias fonografía. Los grupos con instrucción directa acaban leyendo a mayor velocidad y con una mejor comprensión que el grupo que no recibe este tipo de instrucción. Entre las conclusiones del *National Reading Panel* (2000), se afirma que la instrucción directa sobre la correspondencia entre letras y sonidos aumenta las capacidades de codificación y lectura de pseudopalabras, que es más efectiva en parvulario y primer ciclo de educación primaria que en cursos superiores, y que no se encuentran diferencias significativas entre los distintos métodos.

Ya en el estudio de Adams (1990) se apuntó que los dos mejores predictores del

éxito lector en primer grado eran el conocimiento de las letras y la conciencia fonológica. Estudios posteriores, como Whitthurst y Lonigan (2001), el *National Reading Panel Report* (Ehri *et al.*, 2001; NRP 2000), o el *National Early Literacy Panel* (2004) lo han corroborado y han establecido que la emergencia de estas capacidades en segundo ciclo de educación infantil muestra resultados positivos a finales de ciclo inicial de primaria.

La conciencia fonológica, que consiste en el conocimiento y operabilidad sobre las unidades fonológicas, ha demostrado ser un buen predictor de las capacidades lectoras (Wagner y Torgensen, 1987). Ya se ha mencionado que una parte de esta conciencia (la conciencia fonémica) implica reconocer los fonemas que forman las oberturas y rimas de las sílabas (Treiman, 1992), que no son unidades transparentes desde el punto de vista acústico, y que deben ser analizadas para ser percibidas (Stahl, 2002). Del mismo modo que para el conocimiento matemático se distinguen las unidades y las operaciones entre unidades, en la conciencia fonológica, aparte del conocimiento de las unidades, las dos formas de operabilidad más importantes son la segmentación (*segmentation*) y la mezcla (*blending*) de fonemas. La mezcla de sonidos para componer palabras ayuda a descodificar nuevas palabras, mientras que la segmentación ayuda a escribir todos los sonidos en las palabras y a establecer conexiones grafía-fonema para recordar el deletreo de palabras y para leer palabras de forma rápida y efectiva (Ehri y Roberts, 2006).

Además de este tipo de evidencia, se ha comprobado que el trabajo coordinado de

sonidos y letras aumenta la conciencia fonológica y promueve avances en la escritura (Bradley y Bryant, 1985), aunque el ritmo de aprendizaje no es el mismo para las letras que para los fonemas. Warden y Boettcher (1990) comprueban que los niños muestran una explosión en el conocimiento de las letras entre 4 y 5 años. En cambio, el conocimiento de los sonidos se desarrolla a un ritmo más lento (Burgess y Lonigan, 1998; Sola, Hinojo y Cáceres, 2010). Según Wagner *et al.* (1997), el desarrollo de la conciencia fonológica es al mismo tiempo una causa y una consecuencia de aprender a leer; es decir, que se produce una retroalimentación, porque el uso de las letras mejora la conciencia fonológica y la conciencia fonológica es un buen predictor de las capacidades lectoras (Ehri, 1979). La influencia mutua entre sonidos y letras se da porque las letras consiguen una concreción de los fonemas. Éstos son una unidad abstracta difícil de percibir auditivamente, por la coarticulación de los sonidos en el habla, que dificulta la segmentación de estas unidades. Al principio, pues, la conciencia fonémica es limitada por la sobreposición y coarticulación que se dan en el habla (Liberman, Shankweiler, Fischer y Carter, 1974) y porque la atención de los niños se centra en los significados más que en los sonidos (Byrne, 1992). Por ello, es importante convertir en concretos a los fonemas, aspecto que se consigue a través de las letras (Defior, 2008; Ehri y Roberts, 2006).

Además de la estrecha relación y de los avances que supone la instrucción directa de la correspondencia entre sonidos y grafías, otros autores destacan la importancia del conocimiento del alfabeto. Según Bur-

gess y Lonigan (1998) y Wagner, Torgesen y Rashotte (1994), este conocimiento es un buen predictor de las capacidades de lectura, incluso más que la correspondencia entre letra y fonema. Este factor puede relacionarse con el nombre de las letras, pues diversos estudios (Ehri y Wilce, 1985; Treiman, 1993) han apuntado que el nombre de la letra es informativo del sonido que representa (la letra *be* representa al sonido [b] que corresponde al fonema /b/).

A diferencia de los estudios sobre las prácticas educativas formales implicadas en el aprendizaje de la lectura y la escritura, se han analizado poco las prácticas concretas que permiten a los sujetos acceder e interactuar con representantes de numerales escritos, algo que parece esencial si se quiere entender la forma y el nivel de comprensión de la notación numérica (Martí, 2003).

Scheuer *et al.* (2000) señalan que las notaciones numéricas se construyen empleando un conjunto muy reducido de formas (los numerales 1 a 9) y de principios organizadores, ya que los números son entidades profundamente conceptuales y abstractas, reducibles a unas pocas nociones numerales que al combinarse se extienden. En esta línea, Bednarz y Janvier (1988) señalan que las notaciones numéricas constituyen traductores fundamentales de conceptos numéricos. Por esta razón, al estudiar cómo se aprenden las notaciones numéricas nos encontramos en el cruce de dos aproximaciones: los conceptos numéricos de los niños y su comprensión de un sistema convencional. Dicho de otro modo, el aprendizaje de la notación numérica no sólo implica aprender un método

convencional para anotar cantidades y conceptos, sino también dominar lo numérico en un sentido más amplio. Desde esta perspectiva, Martí (2003) señala tres líneas directrices que deberían seguir las prácticas educativas formales en base al tipo, secuencia y naturaleza de los conocimientos numéricos que los niños han construido hasta el momento de entrar de forma sistemática en prácticas educativas escolares: el trabajo de explicitación de las reglas internas del sistema; la necesaria coordinación de diferentes representaciones; y los algoritmos formales y el significado numérico. Para este autor, uno de los objetivos de la enseñanza debería ser el de favorecer la integración entre conocimientos matemáticos fundamentales que los niños han ido construyendo durante los primeros años antes de entrar en la escuela, es decir, las prácticas informales a las que ya hemos aludido, y conocimientos vehiculados por sistemas semióticos específicos, como el sistema numérico. Esto exige que se preste mucha más atención a las formas particulares en las que se representa el conocimiento numérico, lo que supone a su vez una comprensión de sus propiedades gráficas, y sobre todo de sus principios fundamentales: el valor de posición y el de la integración de órdenes de unidades de base 10. Así, pues, ¿cuál debería ser el papel del profesor para el desarrollo de la notación numérica en las primeras edades de escolarización?

Desde el punto de vista del *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2003), las principales acciones que deberían llevar a cabo los profesores en sus aulas para favorecer el aprendizaje de la notación numérica de sus alumnos son

las siguientes: favorecer el desarrollo y la utilización de múltiples notaciones numéricas con eficacia, ya que de esta manera los alumnos pueden desarrollar sus propias percepciones, crear sus propias pruebas, estructurar sus procesos de análisis y llegar a tener confianza y competencia al usar las notaciones numéricas; analizar las notaciones numéricas de los alumnos y escuchar atentamente sus discusiones, para comprender cómo desarrollan su pensamiento matemático y poder proporcionarles ayuda cuando conectan sus lenguajes al lenguaje convencional de las matemáticas; modelizar formas convencionales de notaciones numéricas, incluidos los algoritmos elementales, aunque es importante para los alumnos usar representaciones que les resulten significativas; ayudar a los alumnos a comprender que la notación numérica es una herramienta para modelizar e interpretar fenómenos de naturaleza matemática que se encuentran en diferentes contextos.

De todas formas, dada la escasez de estudios que informen directamente sobre las prácticas educativas formales centradas en el aprendizaje de la notación numérica, Scheuer *et al.* (2000) indican que las aportaciones de los estudios sobre el itinerario de adquisición, a los que ya hemos hecho referencia, también pueden resultar de interés educativo al ofrecer un marco que puede facilitar a los educadores comprender mejor la actividad y producción notacional de los alumnos y por lo tanto favorecer su aprendizaje. En términos generales, estos estudios permiten comprender al profesorado que la notación numérica es una forma de registrar y anotar números y sobre todo de representar-

los, es decir de concebirlos. Además, no se trata de un desarrollo simple y lineal, en el que un tipo de notación vaya siendo sustituido por otro más complejo, sino que en un mismo niño conviven reglas diferentes y sólo progresivamente va abriéndose paso la sintaxis de los sistemas convencionales.

Conclusiones

En este trabajo, situado en el dominio de lo notacional, se han analizado algunos elementos que deben ser considerados en el aula para superar la visión instrumental que ha predominado durante muchos años en la enseñanza de los sistemas externos de representación lingüísticos y matemáticos, y se ha propuesto incorporar paulatinamente un triple enfoque: a) epistémico, que tenga en cuenta la función semiológica de estos sistemas, además de su papel instrumental; b) interdisciplinar, para ofrecer una visión integrada que parta de las conexiones existentes entre ambos patrones de adquisición, aun considerando también sus diferencias; y c) sociocultural, para enfatizar las interacciones entre los signos y el contexto. Desde este marco, las principales conclusiones son las siguientes:

—El itinerario de aprendizaje: para introducir la enseñanza de los sistemas de notación, es necesario partir de las posibilidades cognoscitivas de los niños y considerar su zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1978), lo que conlleva un conocimiento por parte de los docentes de cómo evoluciona la representación externa de los códigos lingüísticos y matemáticos (conexiones y diferencias entre ambos sistemas; limitaciones y posibilidades en función del momento evolutivo; etc.). Por otro lado, los estudios revisados aconsejan fle-

xibilidad en las prácticas, porque aunque las primeras unidades son sistemas figurativos como dibujos e imágenes, y paulatinamente se van sustituyendo por sistemas arbitrarios (especialmente escritura y numerales escritos), el uso de formas no convencionales y formas convencionales conviven durante un largo periodo.

—Las prácticas informales: es necesario que en la práctica docente, además de las actividades formales y concretas que contribuyen de forma específica a la adquisición y aprendizaje de cada uno de los sistemas, el ambiente del aula propicie la continuación de las prácticas informales, para que el espacio escolar y su dinámica contribuyan de forma definitiva a preparar el ambiente para un aprendizaje significativo de los sistemas.

—Las prácticas formales: más allá de prácticas formales estereotipadas, es necesario implementar buenas prácticas en el aula que, en términos generales, tengan en cuenta la motivación e intereses de los niños; partan de la experiencia concreta para promover la comprensión; o bien que incorporen el rigor lógico en los momentos posteriores a la experiencia concreta; entre otros aspectos. Por buenas prácticas entendemos, por un lado, actividades basadas en una instrucción directa que permita establecer las categorías abstractas y sus posibles relaciones, como por ejemplo estrategias mnemotécnicas para aprender correspondencias entre letras y sonidos o materiales manipulables que permitan visualizar las cantidades; por otro lado, consideramos también la necesidad de incorporar actividades centradas en una instrucción indirecta, como por ejemplo la

conciencia fonológica, que se considera un buen predictor de las capacidades lectoras, o bien tener presentes en las prácticas de aula los procesos matemáticos —entre ellos la representación de objetos matemáticos, fenómenos o situaciones—, además de los contenidos, para propiciar un enfoque más competencial y menos academicista.

Dirección para la correspondencia: Silvia Llach, Ángel Alsina, Facultad de Educación y Psicología, P. Sant Domènech, 9. 17071 Girona.

Fecha de recepción de la versión definitiva de este artículo: 15.III.2011

Bibliografía

- ADAMS, M. (1990) *Beginning to Read: Thinking and learning about print* (Cambridge, MA, MIT Press).
- ADAMS, M. (2001) Alphabetic anxiety and explicit, systematic phonics instruction: a cognitive science perspectives, en NEUMAN, S. y DICKINSON, D. (eds.) *Handbook of Early Literacy Research* (Nueva York, The Guilford Press), pp. 66-80.
- ALEGRIA, J. (2006) Por un enfoque psicolingüístico del aprendizaje de la lectura y sus dificultades 20 años después, *Infancia y aprendizaje*, 29, pp. 1-19.
- ALEGRIA, J.; MORAIS, J.; D'ALIMONTE, G. y SEYL, S. (2004) The development of speech segmentation abilities and reading acquisition in a whole-word setting, en MORAIS, J. y VENTURA, P. (eds.) *Studies on the mind. Essays in honor of C. Brito Mendes* (Lisboa, Colibri).
- ANDERSON, A. (1997) Families and mathematics: A study of parent-child interactions, *Journal of Research in Mathematics Education*, 28: 4, pp. 484-511.
- BEDNARZ, N. y JANVIER, B. (1988) A constructivist approach to numeration in primary school. Results of a three year intervention with the same group of children, *Educational Studies in Mathematics*, 19, pp. 299-331.
- BLOODGOOD, J. (1999) What's in a name? Children's name writing and name acquisition, *Reading Research Quarterly*, 43, pp. 342-367.

- BRADLEY, L. y BRYANT, P. (1985) *Rhyme and reasons in reading and spelling* (Ann Arbor, University of Michigan Press).
- BRIZUELA, B. y CAYON, G. (2010) Anotar números desde preescolar hasta segundo grado: el impacto del uso de dos sistemas de representación en la presentación, *Cultura y Educación*, 22:2, pp. 149-167.
- BURGESS, S. y LONIGAN, C. (1998) Bidirectional relations between phonological awareness and reading extended to preschool letter knowledge: Evidence from a longitudinal investigation, *Journal of experimental child psychology*, 70, pp. 117-141.
- BUS, A. y VAN IJENDOORN, M. (1988) Mother-child interactions, attachment and emergent literacy: A cross-sectional study, *Child Development*, 59, pp. 1262-1272.
- BYRNE, B. (1992) Studies in the acquisition procedure for reading: rationales, hypotheses and data, en GOUGH, P.; EHRI, L. y TREIMAN, R. (eds.) *Reading acquisition* (Hillsdale, Nueva Jersey, Erlbaum), pp. 1-34.
- CONELLY, B.; JOHNSTON, R. y THOMPSON, G. (1999) The influence of instructional approaches on reading procedures, en THOMPSON, G. y NICHOLSON, T. (eds.) *Learning to read: Beyond phonics and whole language* (Nueva York, Teachers College Press), pp. 103-123.
- DEFIOR, S. (2008) ¿Cómo facilitar el aprendizaje inicial de la lectoescritura? Papel de las habilidades fonológicas, *Infancia y Aprendizaje*, 31: 3, pp. 333-346.
- EHRI, L. (1979) Linguistic insight: threshold of reading acquisition, en WALLER, T. y MACKINNON, G. (eds.) *Reading research: advances in theory and practice, vol. 1* (Nueva York, Academic Press), pp. 63-114.
- EHRI, L. (1995) Phases of development in learning to read by sight. *Journal of Research in Reading*, 18, pp. 116-125.
- EHRI, L. y WILCE, L. (1985) Movement into reading: Is the first stage of printed word learning visual or phonetic?, *Reading Research Quarterly*, 20, pp. 163-179.
- EHRI, L.; NUNES, S.; WILLOWS, D.; SCHUSTER, B.; YAGHOUBZADEH, Z. y SHANAHAN, T. (2001) Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis, *Reading Research Quarterly*, 36, pp. 250-287.
- EHRI, L. y ROBERTS, T. (2006) The roots of learning to read and write: acquisition of letters and phonemic awareness, en DICKINSON, D. y NEUMAN, S. (eds.) *Handbook of early literacy research, vol. 2* (Nueva York, The Guilford Press), pp. 113-131.
- FERNÁNDEZ, K.; GUTIÉRREZ, I.; GÓMEZ, M.; JARAMILLO, L. y OROZCO, M. (2004) El pensamiento matemático informal de niños en edad preescolar, *Zona Próxima*, 5, pp. 42-73.
- FERREIRO, E. (1988) L'écriture avant la lettre, en SINCLAIR, H. (ed.) *La production de notations chez le jeune enfant* (Paris, Presses Universitaires de France), pp. 17-70.
- FERREIRO, E. (1997) *Alfabetización. Teoría y práctica* (Madrid, Siglo XXI).
- FERREIRO, E. y TEBEROSKY, A. (1979) *Los sistemas de escritura en el desarrollo del niño* (México, Siglo XXI).
- FOUREZ, G. (2008) *Cómo se elabora el conocimiento: la epistemología desde un enfoque socioconstructivista* (Madrid, Narcea, S.A. de Ediciones).
- GINSBURG, H.; KLEIN, A. y STARKEY, P. (1998) The development of children's mathematical thinking: Connecting research and practice, en SIEGEL, I. y RENNINGER, A. (eds.) *Handbook of child psychology: Child psychology in practice, vol. 4* (Nueva York, John Wiley & Sons), pp. 401-476.
- HUGHES, M. (1987) Il bambino e il numero, *Età Evolutiva*, 27, pp. 62-66.
- KIRSH, D. y MAGLIO, P. (1994) On distinguishing epistemic from pragmatic action, *Cognitive Science*, 18, pp. 513-549.
- LANGACKER, R. (1998) Conceptualization, symbolization and grammar, en TOMASELLO, M. (ed.) *The new psychology of language* (Mahwah, Nueva Jersey, Lawrence Erlbaum), pp. 1-40.
- LERNER, D.; SADOVSKY, P. y WOLMAN, S. (1994) El sistema de numeración: un problema didáctico, en PARRA, P. y SÁEZ, I. (eds.) *Didáctica de las Matemáticas* (Barcelona, Paidós), pp. 95-184.
- LIBERMAN, I.; SHANKWEILER, D.; FISCHER, F. y CARTER, B. (1974) Explicit syllable and phoneme segmentation in the young child, *Journal of experimental child psychology*, 18, pp. 201-212.

- MARTÍ, E. (2003) *Representar el mundo externamente* (Madrid, Visor).
- MASONHEIMER, P.; DRUM, P. y EHRI, L. C. (1984) Does environmental print identification lead children into word reading?, *Journal of Reading Behavior*, 16, pp. 257-272.
- NATIONAL EARLY LITERACY PANEL (2004) *Report on a synthesis of early predictors of reading* (Louisville, KY, Author).
- NATIONAL READING PANEL (2000) *Report of the National Reading Panel* (Washington, DC, National Institute of child health and development). Ver: <http://www.nationalreading-panel.org> (Consultado el 15.I.2010).
- NCTM (2003) *Principios y estándares para la educación matemática* (trad. de Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales) (Sevilla, Thales). [V.O.: (2000) *Principles and standards for school mathematics* (Reston, VA, National Council of Teachers of Mathematics)].
- NAVARRO, J.; AGUILAR, M.; GARCÍA, M.; MENACHO, I.; MARCHENA, E. y ALCALDE, C. (2010) Diferencias en habilidades matemáticas tempranas en niños y niñas de 4 a 8 años, *revista española de pedagogía*, 245, pp. 85-98.
- PÉREZ-ECHEVARRÍA, M.; MARTÍ, E. y POZO, J. (2010) Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente, *Cultura y Educación*, 22:2, pp. 133-147.
- PHILLIPS, B. y TORGESEN, J. K. (2006) Phonemic awareness and reading: beyond the growth of initial reading accuracy, en DICKINSON, D. y NEUMAN, S. (eds.) *Handbook of early literacy research*, vol. 2 (Nueva York, The Guilford Press), pp. 101-112.
- PONTECORVO, C. (1996) La notación y el razonamiento con números y nombres en el periodo preescolar y en la escuela primaria, *Infancia y Aprendizaje*, 74, pp. 3-24.
- SCHEUER, N.; SINCLAIR, A.; DE RIVAS, S. y CHRISTINAT, C. (2000) Cuando ciento setenta y uno se escribe 10071: niños de 5 a 8 años produciendo numerales, *Infancia y Aprendizaje*, 90, pp. 31-50.
- SINCLAIR, A. (1991) Children's production and comprehension of written numerical representations, en DURKIN, K. y SHIRE, B. (eds.) *Language in mathematical education* (Buckingham, Open University Press), pp. 59-68.
- SOLA, T.; HINOJO, F. y CÁCERES, M. (2010) Estudio de las dificultades en el dominio de la competencia fonológica del aprendizaje de la lectoescritura en el alumnado de 4º nivel de Educación Primaria de Granada, *revista española de pedagogía*, 246, pp. 333-358.
- STAHL, S. (2002) Teaching phonics and phonological awareness, en NEUMAN, S. y DICKINSON, D. (eds.) *Handbook of Early Literacy Research* (Nueva York, The Guilford Press), pp. 333-348.
- TEALE, W. y SULZBY, E. (1986) *Emergent Literacy: Writing and Reading* (Norwood, New Jersey, Ablex).
- TOLCHINSKY, L. y SOLÉ, I. (2009) Las condiciones de aprendizaje de la lengua escrita, *Infancia y Aprendizaje*, 32:2, pp. 131-140.
- TREIMAN, R. (1992) The role of intrasyllabic units in learning to read and spell, en GOUGH, P.; EHRI, L. y TREIMAN, R. (eds.) *Reading acquisition* (Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates), pp. 65-106.
- TREIMAN, R. (1993) *Beginning to spell* (New York, Oxford University Press).
- VYGOTSKY, L. (1978) *Mind in society. The development of higher psychological processes* (Cambridge, Harvard University Press).
- WAGNER, R.; TORGENSEN, J. y RASHOTTE, C. (1994) Development of reading-related phonological processing abilities: New evidence of bidirectional causality from a latent variable longitudinal study, *Developmental Psychology*, 30, pp. 73-87.
- WAGNER, R.; TORGENSEN, J.; RASHOTTE, C.; HECHT, S.; BARKER, T. y BURGESS, S. (1997) Changing relations between phonological processing abilities and word-level reading as children develop from beginning to skilled readers: A 5-year longitudinal study, *Developmental Psychology*, 33, pp. 468-479.
- WARDEN, P. E. y BOETTCHER, W. (1990) Young children's acquisition of alphabet knowledge, *Journal of Reading Behavior*, 22, pp. 277-295.
- WERTSCH, J. (1991) *Voces de la mente. Un enfoque socio-cultural para el estudio de la acción mediada* (Madrid, Aprendizaje Visor).

WHITEHURST, G. y LONIGAN, C. (1998) Child development and emergent literacy, *Child development*, 68, pp. 848-872.

WHITETURST, G. y LONIGAN, C. (2001) Emergent literacy: Development from prereaders to readers, en NEUMAN, S. y DICKINSON, D. (eds.) *Handbook of Early Literacy Research* (Nueva York, The Guilford Press), pp. 11-29.

WHITEHURST, G. y STORCH, S. (2001) The role of family and home in the literacy development of children from low-income backgrounds, *New Directions for child and adolescent development*, 92, pp. 53-72.

Resumen:

¿Cómo enseñar la notación lingüística y matemática? Un triple enfoque: epistémico, interdisciplinar y sociocultural

En este artículo se argumenta que la enseñanza de los sistemas externos de representación lingüísticos y matemáticos debe realizarse desde un enfoque epistémico, interdisciplinar y sociocultural que permita combinar sus funciones semiológica e instrumental. Desde este marco, se analizan algunos aspectos que deberían considerarse en el aula: el itinerario de aprendizaje, las prácticas informales y las prácticas formales. El análisis de estos factores aconseja: (i) partir de las posibilidades cognoscitivas de los alumnos y de su zona de desarrollo próximo para diseñar actividades flexibles y coherentes con el aprendizaje de los dos sistemas; (ii) continuar las prácticas informales para integrar la experiencia cotidiana en la tarea escolar; y, finalmente, (iii) implementar prácticas de aula centradas en una instrucción directa, formal, para establecer relaciones entre los signos y los conceptos representados; en una instrucción indirecta, procedente de campos afines que han demostrado su incidencia en el aprendizaje de los sistemas externos de repre-

sentación; y en situaciones contextuales, significativas y motivadoras.

Descriptores: alfabetización, sistemas externos de representación, enfoque epistémico, perspectiva sociocultural, prácticas de aula, educación infantil.

Summary:

How to teach linguistic and mathematical notation? A three-pronged approach: epistemic, interdisciplinary and sociocultural

In this paper we argue that the external systems of linguistic and mathematical representation teaching should be carried out using an epistemic, interdisciplinary and sociocultural approach enabling the semiotic and instrumental functions of these languages to be combined. Within this framework, we analyze a number of aspects that ought to be considered in the classroom: the learning path, informal practices, and formal practices. The analysis of these factors suggests that the best way forward is (i) to start from the cognitive possibilities of the students and their zone of proximal development to design activities that are flexible and consistent with the learning of the two systems, (ii) to continue informal practices in order to integrate everyday experience and school work and, finally, (iii) to implement classroom practices that, in the case of direct, formal instruction, focus on the relationship between signs and concepts that are represented by them establishing abstract categories and their possible relationships and, in the case of indirect instruction, are based on related fields whose impact on learning external systems of representation

has been demonstrated, and finally, are based in contextual situations that are meaningful and motivating.

Key Words: literacy, external systems of representation, epistemic approach, socio-cultural perspective, classroom practices, children's education.