

Lo individual y lo social en la construcción del conocimiento

CARMEN GÓMEZ-GRANELL Y PILAR MORENO

Ayuntamiento de Barcelona



Resumen

En este trabajo se explican los principales principios y teóricos y metodológicos de una línea de investigación que tiene como objetivo el estudio del papel del contexto en la adquisición de ciertos contenidos específicos. Para ilustrar dicha opción se presentan dos tipos de trabajos. En primer lugar se describe la trayectoria seguida en los trabajos sobre adquisición del lenguaje matemático que hemos venido realizando en los últimos años. En segundo lugar se presentan algunos datos de un trabajo realizado recientemente y orientado a analizar el discurso y la práctica en el aula.

Palabras clave: Contexto, Discurso educacional, Enseñanza de las matemáticas, Interactividad, Interacción profesor-alumnos, Lenguaje matemático, Matemática informal, Resolución de problemas aritméticos, Simbolización.

Abstract

The main theoretical and methodological principles behind the present research approach are explained. Its aim is to study the role of context in the acquisition of specific contents.

To illustrate this approach, two types of studies are discussed. First, we describe the line followed in our work on mathematic language acquisition that we have carried out over the last few years. Secondly, we present some results from a recent study aimed at analyzing discourse and practice in the classroom from the point of view of the interaction between teacher, students, and teaching content.

Key words: Context, Educational discourse, Teaching of Mathematics, Interactivity, Teacher-students interaction, Mathematic language, Informal mathematics, Arithmetic problem solving, Symbolization

*Dirección de las autoras: Instituto Municipal de Investigación en Psicología Aplicada a la Educación (IMIPAE).
Dirección de Servicios Pedagógicos del Área de Educación del Ayuntamiento de Barcelona. Pza. España n.º 5,
2.º 08014, Barcelona.*

El compromiso adquirido por los ponentes de este encuentro era, como se sabe, el de presentar una línea de investigación. Nuestro trabajo de investigación ha estado vinculado, como la mayoría de los presentes saben muy bien, a la trayectoria de una institución —el IMIPAE— que empezó su andadura en el campo de la investigación psicoeducativa hace ya casi veinte años con el objetivo fundamental de aplicar los presupuestos de la teoría piagetiana a la escuela.

A lo largo de estos veinte años tanto los propios trabajos realizados en el IMIPAE como, por supuesto, numerosas investigaciones realizadas en el campo de la Psicología evolutiva, la psicología cognitiva, la psicología de la instrucción o incluso en el marco de la misma Escuela de Ginebra, han puesto de manifiesto las insuficiencias de la teoría piagetiana para explicar el desarrollo cognitivo individual y, mucho más, para fundamentar la práctica educativa.

Desde nuestro punto de vista, dos son los aspectos o lagunas fundamentales de la teoría piagetiana que la incapacitan para explicar el cambio cognitivo y la aparición del pensamiento creador, crítico y productivo.

Por un lado, su concepción fundamentalmente estructural y finalista y de carácter logicista. Como sabemos, para Piaget el progreso cognitivo se explica a partir de un modelo basado en la creciente competencia lógica del sujeto, y en el que los aspectos semánticos o de contenido no tienen un papel relevante.

Sin embargo, la abundante investigación realizada en los últimos años sobre el papel de la representación del contenido en la construcción del pensamiento ha puesto de manifiesto, si mas no, la importancia de los aspectos temáticos y su función constitutiva en la construcción del razonamiento.

En segundo lugar estaría el problema del papel de la interacción social en dicha construcción. Desde las posiciones más logicistas, y en concreto la teoría piagetiana, se concibe dichas capacidades cognitivas como el resultado de un desarrollo interno del sujeto, quien mediante un proceso individual de interiorización a partir de la acción sobre los

objetos, construye esquemas mentales y estructuras operatorias cada vez más potentes.

Así pues, desde la concepción piagetiana es en esa interacción con el mundo de los objetos y en el proceso interno de abstracción y equilibración de estructuras operatorias, donde hay que buscar el origen de la conceptualización y los significados. La concepción piagetiana minimiza el papel del lenguaje y la interacción social en la construcción del pensamiento y el conocimiento abstracto.

Sin embargo, en los últimos años va tomando cada vez más fuerza, la idea de que los procesos psicológicos superiores tienen su origen en la interacción social y la incorporación de los signos del habla.

La consideración de los dos aspectos mencionados, es decir, el de la relevancia de la representación del contenido y el de la función de la interacción social y mediación semiótica en la construcción del pensamiento, ha determinado una evolución en la orientación teórica y metodológica de algunas de las líneas de investigación del IMIPAE.

Con el objetivo de ilustrar esta evolución, dividiremos esta exposición en dos partes. En la primera nos referiremos a la trayectoria seguida en los trabajos que desde hace aproximadamente diez años, venimos realizando en el campo de la adquisición del lenguaje matemático. En la segunda, presentaremos algunos aspectos de un trabajo que hemos realizado recientemente y uno de cuyos objetivos es el análisis de la práctica en el aula.

I. LA ADQUISICION DEL LENGUAJE MATEMATICO

Como es sabido, el pensamiento matemático es esencialmente de carácter abstracto. Los postulados y teoremas de la matemática no se demuestran mediante la contrastación con lo real, sino a través de un riguroso método lógico-deductivo de validación interna.

Por otro lado, otro de los aspectos característicos de la matemática es su vinculación con un lenguaje específico de carácter formal y que posee propiedades que lo diferencian fuertemente de los lenguajes naturales.

En efecto, frente a la ambigüedad propia

del lenguaje natural, el lenguaje matemático implica la abstracción de lo esencial de las relaciones matemáticas implicadas en cualquier situación, lo que permite un aumento del rigor que viene dado por la estricta significación de los términos.

Así pues, la potencia del lenguaje formal radica en su autonomía de lo real, que le permite la manipulación de conceptos y variables dentro de un sistema que no requiera una continua atención al significado referencial de las expresiones intermedias que va generando.

Sin embargo, no es menos cierto que las expresiones formales no son un conjunto de reglas desprovistas de cualquier significado referencial y que la utilidad del lenguaje formal para solucionar problemas depende de la capacidad para poner en relación dichas reglas con las distintas situaciones específicas. No hay que olvidar que en toda expresión matemática es necesario reconocer un significado formal intrínseco, en el que unos símbolos hacen referencias a otros dentro de un código específico, y un significado pragmático, que permite la traducción a sistemas de signos no matemáticos (lenguaje natural, imágenes y representaciones icónicas, acciones, etc.) y que permite vincular dichas expresiones con su significado referencial. Como afirma Jakobson (1956): «Aunque es cierto que el signo 2 en matemáticas es una entidad dentro del código matemático y interpretable a través de su relación con otros signos en el código, la aplicabilidad de todos esos signos resulta de la relación del signo «2» y dos.

Sin embargo, las tendencias excesivamente formalistas que han imperado entre los matemáticos han influenciado notablemente la enseñanza de esta disciplina. Tanto desde las concepciones didácticas más clásicas de tendencia algorítmica, como desde las más recientes, vinculadas a concepciones estructurales y a la matemática moderna, se ha priorizado la enseñanza de los aspectos sintácticos o formales sobre los semánticos o de contenido.

Desde hace algunos años, son numerosos los trabajos (Matz y Sleeman, 1982; Brown, 1978; Resnick, 1984, etc.) que han puesto de

manifiesto que la mayoría de los escolares han aprendido a manipular símbolos matemáticos de acuerdo con ciertas reglas sintácticas, sin ninguna referencia a los aspectos semánticos.

En el marco de esta línea de preocupación sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje matemático, se realizaron tanto en el IMIPAE como en algunos equipos de investigación de Francia (Moreno y Sastre, 1977; Schubauer-Leoni y Perret-Clermont, 1980; Sellarés y Bassedas, 1983; Sinclair, 1983, 1986; Conne, 1984, 1985; Schubauer-Leoni, 1984; Gómez-Granell, 1985, 1988; Laborde, 1982; etc.) una serie de trabajos que ponían de manifiesto la dificultad que tenían los alumnos para actualizar la escritura de ecuaciones sencillas, que utilizan normalmente en la escuela, en situaciones prácticas.

Dichos trabajos partían de una concepción piagetiana de la adquisición del lenguaje y de las aportaciones de Doise, Mugny y Perret-Clermont (1975) sobre el papel del conflicto socio-cognitivo. En ellos, se proponen situaciones de comunicación referencial en las que uno o varios niños deben representar sobre un papel algunas transformaciones matemáticas realizadas prácticamente en su presencia y que responden a ecuaciones sencillas ($a + b = c$; $a - b = c$; $a \times b = c$, etc.), con el objetivo de que puedan ser interpretadas por un compañero que no ha estado presente durante la realización.

Los resultados de estos trabajos muestran claramente que los niños no recurren a los algoritmos convencionales, que sin embargo, —como ya hemos dicho— utilizan en los ejercicios escolares para representar dichas transformaciones, sino a representaciones propias que incorporan esquemas, dibujos y/o lenguaje natural.

Una interpretación de este hecho es que la enseñanza de las matemáticas es demasiado verbal y no se basa suficientemente en la manipulación y en la acción. La no actualización de la escritura matemática es interpretada como un signo claro de ausencia de generalización de los aprendizajes escolares: dado que el aprendizaje de las matemáticas se realiza de forma mecánica, los niños no entienden

el significado de los signos matemáticos y no los pueden generalizar a otros contextos escolares. Es decir: es la ausencia de comprensión (el «no saber») lo que impide la generalización.

A partir de aquí la propuesta didáctica se orienta hacia la necesidad de descubrir las operaciones matemáticas en todas partes. En cualquier parcela de la realidad es necesario «abstraer» las acciones con significado matemático (añadir, quitar, ordenar, ...) para presentarlas posteriormente mediante signos y lenguaje formalizado. Desde esta perspectiva, los niños deben construir primero el significado de las operaciones matemáticas. Después, la necesidad de comunicar dicho significado producirá un conflicto sociocognitivo (Doise, Mugny y Perret-Clermont, 1975), que ayudará a los niños aprender los signos del lenguaje matemático, ya que estos se esforzaran en mejorar sus producciones, convencionalizándolas progresivamente para que puedan ser entendidas por otras personas.

Desde nuestro punto de vista esta concepción del aprendizaje del lenguaje matemático se basaba en dos presupuestos que necesitan ser modificados:

a. La idea de que los aspectos notacionales son estrictamente dependientes de los nocionales. Numerosos trabajos, como los que han venido realizando en el campo de la adquisición de la lengua escrita Ferreiro y Teberosky (1979, 1982), han mostrado lo erróneo de esta concepción.

b. La propuesta del conflicto sociocognitivo como motor del aprendizaje. Tal y como han señalado ya otros autores (Coll, 1984; Forman y Cazden, 1984) no creemos que la hipótesis del conflicto sociocognitivo, basada en la idea piagetiana del «conflicto cognitivo» entre los esquemas o simuladores del sujeto y las propiedades del objeto, como motor del desarrollo cognitivo y del aprendizaje (Inhelder, Sinclair y Bovet, 1974) constituya una explicación adecuada, o cuando menos suficiente, para explicar el aprendizaje. Esta concepción atribuye en realidad a la interacción social un simple rol favorecedor del desarrollo lógico y de la adquisición de los contenidos escolares.

A partir de estos presupuestos, en la década de los ochenta realicé una serie de trabajos sobre la adquisición del lenguaje matemático (Gómez-Granell, 1985, 1988) que me llevaron a defender otra hipótesis: la de que los símbolos matemáticos se adquieren en contextos de interacción social. Los alumnos incorporan primero los aspectos formales del sistema y solo progresivamente acceden a los aspectos funcionales a través de un proceso constante de re-significación en el que la relación significado-significante, o lo que es lo mismo, el signo, va adoptando diferentes y más complejas significaciones.

En uno de estos trabajos entrevistamos a cincuenta alumnos de entre 8 (3º EGB) y 12 años de edad (7º de EGB). En dichas entrevistas se pedía a los niños, en primer lugar, que solucionaran prácticamente, con caramelos y pesetas, dos problemas sencillos de multiplicación (si 1 caramelo vale 6 ptas, averiguar cuanto valen 6 caramelos) y división (si un caramelo vale 3 ptas, averiguar cuantos caramelos se pueden comprar con 18 ptas.)

Una vez solucionado el problema, se les pedía a los niños que representaran en un papel las transformaciones realizadas de manera que el mensaje pudiera ser interpretado por un compañero ausente.

Los resultados obtenidos nos permitieron establecer tres niveles de simbolización:

En el primero de ellos los niños no representan la transformación matemática realizada, sino la situación global, es decir, el contexto situacional en el que dicha transformación está inmersa. Así, por ejemplo, los niños dibujan una tienda, las personas que van a comprar y vender, los objetos que hay en la tienda, etc. Los aspectos cuantitativos o bien no aparecen en absoluto, o bien aparecen como un atributo de los objetos (por ejemplo, el precio de los caramelos que se venden en la tienda).

Es interesante resaltar que en la situación experimental el único material que se da a los niños son caramelos y pesetas. Sin embargo, lo que los niños representan es el «contexto familiar» en el que ellos saben que se desarrollan en la realidad las transformaciones realizadas. Hasta el punto de que importa más

representar dicho contexto situacional y extramatemático que la operación en sí.

En el segundo nivel y a diferencia del anterior en que los valores y cantidades que se manejaban en la transformación realizada no aparecían representados porque predominaban los aspectos situacionales, los niños formulan siempre las cantidades manejadas en la transformación, bien mediante cifras, representaciones esquemáticas o dibujos que representan los caramelos y las pesetas. Pero la característica esencial es que dichos valores se representan de forma aislada o incompleta, sin que se consiga expresar la acción o transformación que los pone en relación.

En el tercer nivel consiguen representar la transformación realizada, pero mediante una representación figurativa que es una copia prácticamente exacta de la transformación realizada a nivel práctico.

En estas representaciones, en general, han desaparecido los aspectos situacionales (la tienda, las personas, etc.) que rodean a la operación, pero la representación de las cantidades y las relaciones entre las mismas es predominantemente icónica, si bien en algunas producciones la cifra acompaña o sustituye al dibujo en la representación de las cantidades.

Finalmente, en el cuarto nivel, los niños vinculan las transformaciones realizadas con el algoritmo canónico de la multiplicación y la división.

Una primera evidencia que se desprende del análisis de estos datos, puesta también de manifiesto por los trabajos ya mencionados, es que aunque la mayoría de los sujetos conocían y utilizaban en contextos escolares los algoritmos canónicos de la multiplicación y la división, no vincularon este conocimiento a las transformaciones prácticas realizadas en la entrevista.

Ya hemos aludido a la interpretación dada a estos hechos por algunos de los trabajos mencionados anteriormente. Nuestra explicación es diferente.

Los niños, gracias no sólo a la escuela sino a su contacto con la cultura y la comunicación social, incorporan y utilizan desde edades tempranas los signos y símbolos de la ma-

temática elemental, como son las cifras, los signos de las operaciones elementales (+, -, x, %).

Ahora bien, la significación de dichos símbolos es en principio superficial, necesariamente poco flexible y limitada a un número restringido de contextos. Las actividades matemáticas que la escuela propone están, en general, desvinculadas de los contextos y situaciones reales de la vida del niño, que siempre comportan interacción e interrelación personal. Por el contrario, la situación propuesta por nosotros sitúa al niño en un contexto que puede vincular con una situación familiar (compra-venta) y le plantea la necesidad de «compartir» su conocimiento con otro compañero. Ello hace que el niño no relacione dicha situación con su conocimiento de los algoritmos canónicos de la multiplicación y la división, vinculado a otros contextos estrictamente escolares, y busque una representación gráfica que transmita «el significado» de la situación en su globalidad.

Para el niño la transformación matemática forma parte de un contexto, de una situación familiar, vinculada a sus prácticas sociales cotidianas y es la comunicación de dicho contexto global (en el cual la operación matemática no está suficientemente diferenciada) lo que prioriza, recurriendo para ello a un código figurativo que le permite compartir el significado de la situación de referencia.

En este proceso el recuso a códigos figurativos e icónicos es una estrategia fundamental, porque permite vincular el significado de la operación con el contenido metafórico.

Otro de los trabajos a que nos referíamos se realizó con 80 alumnos de 3, 4, 5 y 6 de educación primaria. Los maestros de cada clase dieron a sus alumnos una serie de problemas de multiplicación, división y proporcionalidad simple para que los solucionaran. A continuación en cada clase se seleccionó a aquellos alumnos que no habían resuelto bien alguno de los problemas. A dichos alumnos se les explicó que no habían solucionado correctamente el problema y se les pidió que volvieran a intentarlo. Pero que en esta ocasión trataran de hacerlo sin usar operaciones, usando esquemas o dibujos. En todos los grupos

pudimos constatar que el uso de procedimientos figurativos mejoraba notablemente la posibilidad de resolver el problema.

Obviamente, el porcentaje de éxitos dependía de la dificultad del problema. Así, por ejemplo, en 3.º de primaria el 100 de alumnos de los que habían fracasado en la resolución de problemas de multiplicación y división, consigue resolverlos utilizando dibujos o esquemas. En la misma clase, sólo un 50% de los alumnos consigue resolver los problemas de proporcionalidad usando dibujos. Pero en 6.º curso, el 90% de los alumnos que había fracasado al intentar resolver dichos problemas de proporcionalidad mediante operaciones, consigue resolverlos mediante dibujos y esquemas.

De los resultados de estos trabajos se derivan dos reflexiones:

En primer lugar, la de que el lenguaje matemático no puede ser considerado ni como una mera sintaxis desprovista de cualquier significado referencial, ni como una simple expresión notacional del significado de los conceptos matemáticos construidos mediante un proceso de reflexión y abstracción interna del sujeto a partir de la acción sobre el objeto, como propone Piaget. Los niños no conocen primero los objetos y después los representan mediante significantes.

Como hemos dicho antes, el discurso matemático minimiza la presencia de la metáfora; deliberadamente elimina el contenido metafórico para facilitar el razonamiento interno. Como señala Olson, «el significado está en el texto». Pero los niños aprenden a través de su incorporación, a través de signos, en prácticas sociales y familiares. Sus actividades cobran o no sentido en función de su inserción en el marco de una práctica determinada.

Desde este punto de vista, en la construcción del pensamiento matemático, y específicamente, de los formalismos matemáticos, la representación del contenido semántico, del contenido referencial, de las expresiones matemáticas, juega un rol esencial.

Por otro lado, para adquirir un razonamiento formal, los niños deberán suprimir el contenido metafórico. El análisis y diferenciación

entre los aspectos matemáticos y extramatemáticos en múltiples y diversos contextos permitirá representar las transformaciones matemáticas a través de un proceso de búsqueda de isomorfismos matemáticos a partir de la diversidad semántica. Un proceso en el que el significado se produce gracias a una específica y cambiante relación entre significantes y significado.

Creemos que existen razones provenientes tanto de la propia historia de la matemática, como de la psicología que apoyan esta perspectiva y muestran la necesidad de vincular las expresiones formales con sus referentes situacionales y conceptuales.

Actividad y discurso matemático

Las personas construyen su conocimiento en contextos y situaciones específicas, cultural y socialmente significativas para ellas; la transferencia de lo aprendido en unas situaciones a otras no es fácil ni inmediata y, sobre todo, no se basa en transferir «capacidades generales» de unos contextos a otros.

Una prueba de ello es que la gran cantidad de investigación sobre el problema de la transferencia generada por el enfoque cognitivo, (Hayes and Simon, 1977; Gick and Holyoak, 1980; Gentner and Gentner, 1983, etc.) no ha conseguido unos resultados mínimamente convincentes (para una revisión, ver Lave, 1990).

Uno de los resultados más interesantes de la investigación etnográfica reciente ha consistido en mostrar que las personas con escaso nivel de escolarización, tanto en países en vías de desarrollo como en los desarrollados, han desarrollado procedimientos matemáticos relevantes para solucionar los problemas que les plantea su actividad cotidiana.

Por ejemplo, los trabajos realizados por Lave (1977) con los aprendices de sastrerías en las etnias Van y Gola de Liberia mostraron que los cálculos rutinarios que realizaban en las sastrerías eran muy diferentes de los cálculos formales enseñados en la escuela, independientemente de que hubieran asistido a ella o no. Lo mismo sucedía con los cálculos que realizaban los trabajadores de una fábrica de leche (Scribner (1984) cuando debían

llenar formularios para contabilizar el número de cajas y envases de diferentes tamaños y productos.

Los trabajos de Carreher y Schliemann (1990) con mujeres cocineras sin escolarizar y sin instrucción formal en matemáticas en Brasil, muestran que dichas mujeres utilizan procedimientos no-formales para resolver los problemas de proporcionalidad implicados en algunas recetas de cocina.

Por ejemplo, una de estas mujeres ante el problema de cuantos frutos se necesitarían para llenar 6 vasos de zumo, si para 4 vasos se necesitaban 5 frutas, razona de la siguiente forma, haciendo una estimación aproximada: «si pones 8 frutas para 6 vasos será muy fuerte, yo pondría 7. La diferencia es muy pequeña, no se puede saber exactamente».

En otro trabajo Carreher y Schliemann (1985) muestran como una joven calcula el precio de 10 cocos, cada uno de los cuales costaba 35 cruzeiros, sumando mentalmente 105 cruzeiros tres veces y agregando 35 más, en vez de multiplicar por 10.

En un trabajo reciente, Saxe (1990) muestra algunos ejemplos de cálculos realizados por vendedores callejeros de las calles de Brasil. Para calcular la diferencia 46-18, uno de los vendedores dice: «Primero quito 6 de este número (46) y después quito 12 más. Así he quitado 18 en total. La respuesta es 28». Otro resta de forma similar 1320-480: «Primero quito 320 y entonces quito 160 más. Así me quedo con 840». O veamos la siguiente forma de sumar $790 + 470$: «Cero más cero igual a cero. Nueve (de 790) menos 3 igual a 6, y 3 más 7 (de 470) es 10 y 10 más 6 igual a 16. Cuatro menos 1 es 3, y 3 más 7 es 10. Diez más 1 más 1 es 12».

Algunos de estos trabajos (Lave, 1988) han demostrado también que personas que a pesar de haber sido escolarizadas no eran capaces de resolver ciertas pruebas y problemas matemáticos de carácter académico, eran sin embargo muy competentes en actividades cotidianas (por ejemplo comprar en el supermercado) que implicaban cálculos «idénticos» a los de las pruebas.

En un interesante trabajo orientado a estudiar las prácticas de compra en un super-

mercado Lave (1988) cuenta como los mismos compradores que fracasan en las pruebas matemáticas realizan complicados cálculos para tomar decisiones sobre cual es la «mejor oferta» de spaguetis en función de la relación peso/precio. En sus compras cotidianas los compradores realizan cálculos numéricos propios y no parecen basar su actuación en el supermercado en la aplicación del tipo de cálculo que se enseña en la escuela. Más bien dichas personas interactúan directamente con la situación en un proceso —muy diferente por cierto al que tiene lugar en el aula— en el que el problema y la solución se general simultáneamente, de forma que el sujeto va transformando el problema sobre la marcha para solucionarlo. Es la actividad generada en un contexto culturalmente organizado lo que genera el conocimiento y no al revés, es decir, dicho conocimiento el que se aplica a la práctica.

Los resultados de todos estos trabajos orientados al estudio de las prácticas cotidianas en diferentes contextos y/o culturas ponen de manifiesto tres importantes aspectos:

En primer lugar refuerzan la evidencia, cada vez más fundamentada, de que las personas poseen competencias cognitivas potentes de manera muy precoz y universal. Ciertos procedimientos no formales, de carácter aditivo, se desarrollan de forma universal, sin necesidad de instrucción formal.

En segundo lugar apoyan la idea de que el conocimiento se construye a través de la interacción entre el sujeto y las situaciones, los contextos socioculturalmente organizados en los que actúa. En función de las características y el tipo de condiciones culturales, sociales e institucionales del contexto se producen formas cualitativamente distintas de conocimiento.

En tercer lugar, y en estrecha relación con lo anterior, dichos trabajos muestran que las mismas personas que no parecen poseer una determinada habilidad en un contexto, pueden ser perfectamente capaces de demostrarla en otro. O lo que es lo mismo, muestran que el funcionamiento cognitivo no puede seguir explicándose en términos de la posesión o no de determinadas habilidades.

Existen diferencias cualitativas importantes entre diferentes grupos o incluso en una misma persona actuando en diferentes contextos y estas diferencias, como afirma Wertsch, no serían debidas tanto a «una cuestión de procesos distintos, sino del mismo proceso (por ejemplo, modo de razonar) usado en diferentes contextos» (1991, p. 94).

El concepto de «heterogeneidad» tal y como lo plantea Peeter Tulviste en sus trabajos sobre el pensamiento verbal (1986, 1988) puede ser muy útil para entender esta idea. Retomando la noción de «heterogeneidad» de Lévi-Bruhl en el sentido de que existen formas cualitativamente diferentes de pensamiento que no tienen por qué ser considerados como «menos desarrollados», Tulviste defiende la idea de un pluralismo cognitivo que «consiste en el hecho de que en cada cultura y en cada individuo existe no únicamente una, homogénea, forma de pensamiento, sino diferentes tipos de pensamiento verbal».

Como señala Wertsch (1991), algunos autores como Vygotski o Luria, conciben la idea de heterogeneidad como «jerarquía genética», en el sentido de que diferentes formas de conocimiento emergen en diferentes momentos, existiendo por tantos diferentes niveles genéticos de funcionamiento. Aunque en un mismo sujeto pueden coexistir diferentes formas de conocimiento (por ejemplo cotidiano y científico), las formas más tardías serían no obstante las más poderosas y eficaces.

La concepción de Tulviste, próxima a la posición de William James, defiende una idea de heterogeneidad distinta: diferentes formas o niveles de conocimiento aparecerían en diferentes momentos o períodos históricos, pero no necesariamente las últimas —las más científicas— serían más poderosas o verdaderas. Para James (1916) una determinada forma de pensamiento es simplemente «mejor para una esfera de vida» Para Tulviste (1986) la razón de la heterogeneidad del pensamiento verbal hay que buscarla en la multiplicidad de actividades que aparecen en una sociedad y en las nuevas formas de pensamiento que sugieren las nuevas formas de actividad que toda sociedad en evolución genera. Las diferentes formas de pensamiento no serían pues

el resultado de diferentes culturas, sino de diferentes formas de actividad, de forma que se puede hablar de pensamiento cotidiano, científico, artístico, etc. Aunque ciertas formas de pensamiento se adquieren en estadios de desarrollo posteriores, ello no implica que sean más poderosas. Próximo a la posición de Tulviste, Wertsch (1991) afirma que «algunas (de estas formas) son más poderosas y eficaces para ciertas actividades o esferas de vida y otras son más poderosas y eficaces para otras»

Ello explicaría que estas diferentes formas pudieran coexistir en un mismo individuo, que manifestaría unas u otras en función del contexto.

Desde nuestro punto de vista, lo fundamental de este enfoque reside en la concepción del conocimiento como resultado de una actividad (Tulviste habla de «actividad orientada») realizada en un contexto cultural, histórica y institucionalmente definido, con el que interactúa un sujeto.

Desde la perspectiva del procesamiento de la información y la ciencia cognitiva el conocimiento consiste en un conjunto de representaciones simbólicas conceptuales y procedimentales referidas a un dominio específico. Se construyen estructuras cognitivas que representan conceptos y reglas y razonar consiste en activar y relacionar dichas representaciones.

Lo que la perspectiva socio-histórica aportaría a esta concepción es que para conocer no es suficiente con poseer representaciones. Los conocimientos se construyen «usándolos» en contextos y situaciones sociales y comunicativas. Tan importante es poseer representaciones de conceptos y procedimientos como de las habilidades y condiciones necesarias para sus uso en un contexto determinado.

En un reciente artículo James G. Greeno (1991) ha sugerido la idea de considerar los diferentes dominios conceptuales como «entornos» en los que la gente puede aprender como vivir; y el que las personas aprendan a vivir en un entorno depende fundamentalmente de sus actividades en él.

Por ejemplo, el conocimiento numérico, que en un nivel de conocimiento experto in-

cluiría importantes capacidades de computación, estimación y cuantificación, resultaría para Greeno de «una extensa actividad en un dominio, a través de la cual las personas aprenden a interactuar con éxito con los diferentes recursos del dominio, incluyendo el conocimiento del tipo de recursos que el dominio ofrece, cómo encontrar y usar dichos recursos en sus actividades, la comprensión y percepción de ciertos patrones sutiles, resolviendo de forma rutinaria problemas ordinarios y generando nuevas ideas» (p. 170).

Desde esta perspectiva, las capacidades cognitivas de los sujetos se desarrollarían y adoptarían formas distintas a través de su uso en un contexto específico culturalmente organizado.

El discurso matemático a través de la Historia

Ya hemos dicho que una de las características que define el pensamiento matemático es su carácter abstracto y formal. La historia de la matemática está repleta de ejemplos que muestran como progresivamente el lenguaje natural, las referencias de carácter concreto y contextual, las representaciones icónicas, etc. han sido sustituidas por expresiones de carácter formal que hacen abstracción de cualquier contenido referencial.

Sin embargo, estos hechos pueden ser interpretados, desde nuestro punto de vista, desde dos ópticas esencialmente distintas:

a. Como un proceso necesario y universal, intrínseco al desarrollo mismo de la razón y al pensamiento, que construye, mediante una toma de conciencia progresiva, estructuras cada vez más abstractas y potentes. Desde esta perspectiva el lenguaje y el pensamiento matemático no son sino «el resultado de la necesidad natural de la razón de ir desde lo más concreto hacia lo más abstracto» Traducido al terreno del desarrollo individual este planeamiento sería coherente con la perspectiva piagetiana, para quien el razonamiento matemático no es sino una abstracción de las leyes físicas que descubrimos a partir de nuestra acción y experiencia con los objetos. Los orígenes del conocimiento matemático

deben buscarse en la acción y la toma de conciencia a partir de los resultados de esas acciones. El lenguaje y el discurso son meros reflejos de dicho conocimiento y por lo tanto no juegan un papel relevante en su construcción.

b. Como la búsqueda de un código, de un discurso específico que no procede, como afirma Piaget, de la interiorización de estructuras de acción, sino del propio sistema lingüístico. El razonamiento matemático sería en sí mismo una forma de discurso. Una forma de discurso que se diferenciaría fuertemente de los lenguajes naturales.

Como afirma Rotman (1990), «El discurso matemático suprime el contenido... es teórico e impersonal. Prohíbe que sus códigos hagan cualquier tipo de referencia a las características individuales del lector, a su subjetividad o a su presencia física en el mundo... Su psicología es trascendental: independientemente de las variaciones culturales y de las desigualdades entre un individuo y otro la subjetividad del lector, que es significada por «Yo» en el discurso no matemático, no forma parte de la naturaleza del discurso matemático»

Son numerosos los ejemplos de la Historia de la matemática que nos muestran como la búsqueda de ese lenguaje específico constituye un largo y complejo proceso que se caracteriza por la eliminación progresiva del lenguaje natural, la referencia al objeto y al contexto.

La historia del álgebra constituye, por ejemplo, una de las mayores muestras de la resistencia del pensamiento humano a abandonar «el contenido objeto» expresado mediante lenguaje natural, y sustituirlo por el símbolo.

Es interesante observar como, por ejemplo, hasta el siglo XV no se solucionó, gracias a Franciscus Vieta, uno de los problemas más curiosos de la historia del álgebra: la utilización de un mismo símbolo para representar dos objetos que juegan en una ecuación, dos papeles distintos: la incógnita y los valores dados.

En efecto, durante mucho tiempo ambos datos se expresaron de forma diferente, de

manera que el número desconocido y el dato debían ser diferenciados porque su valor semántico es diferente; (la incógnita, por ejemplo, había sido denominada «arithmos» «res» etc.) Vieta propuso el uso de un mismo símbolo para ambos conceptos: las primeras letras del abecedario, de las cuales las vocales significarían las incógnitas y las consonantes los valores dados. Aunque luego esto se substituyó por el uso de las primeras letras (a, b, c, etc.) para los valores dados y las últimas (x, y, z) para la incógnita, el principio de Vieta siguió siendo válido.

Considerar el pensamiento y el lenguaje matemático como una forma entre otras de discurso generada en contextos de interacción social culturalmente definidos, y orientado hacia unos fines específicos (búsqueda de rigor, poder de inferencia, etc.) o considerarlo como el Lenguaje de la Razón, implica consecuencias muy distintas.

El pensamiento occidental ha tenido a considerar el pensamiento matemático, el razonamiento lógico y deductivo como la más alta expresión de la Razón. La formalización matemática constituyó siempre una antigua aspiración del pensamiento occidental. En el siglo XIII Raimundo Lulio hablaba de la necesidad de encontrar «un lenguaje universal de la razón, un alfabeto de los pensamientos humanos que pueda reducir todos los conceptos humanos a conceptos primitivos y volver a combinarlos de forma casi mecánica para obtener todas las proposiciones verdaderas» (Raimundo Lulio, citado por Bourbaki, 1969, p. 8). Descartes, Leibniz, Frege, Peano y tantos otros persiguieron el mismo sueño, que no se realizó plenamente hasta que Russell y Whitehead escribieron en lenguaje formalizado la totalidad de las matemáticas. Ello ha implicado que el llamado pensamiento racional se entronice como «el pensamiento por excelencia» y que cualquier otra forma de racionalidad se considere como inferior y se desestime.

Pero hoy parece un hecho indiscutible que existen otras formas de racionalidad y —tomando el término utilizado por Bakhtin (1981) y por Wertsch (1991)— otras «voces» otros discursos distintos que coexisten tanto

en diferentes grupos o culturas como en la mente de un mismo individuo.

En la escuela, el problema aparece porque ese discurso formal matemático se enseña como si fuera el único discurso posible. Por un lado se reduce el lenguaje matemático a su significado estrictamente formal como si de una mera sintaxis desprovista de cualquier significado referencial se tratara. Por otro lado, no se tienen en cuenta otras formas de discurso que el alumno posee y utiliza en otros contextos. Discursos menos formales, más cercanos al objeto, al contenido, al uso práctico, pero que son esenciales para «conectar» el significado formal y el pragmático de las expresiones matemáticas.

Y aquí es donde quisiéramos retomar la idea de *heterogeneidad cognitiva* de que habla Tulviste y a la que nos hemos referido antes, en un triple sentido:

—En primer lugar, en el de que en un mismo individuo pueden subsistir formas cualitativamente distintas de pensamiento, diferentes «voces» o formas de discurso, y que esa persona puede usar unas u otras en función del contexto.

—En segundo lugar, en el de que esas diferentes formas de discurso no son unas mejores que otras. No deben valorarse en función de una pretendida «jerarquía de racionalidad» en el que el patrón normativo es el pensamiento lógico y deductivo, sino en función de su eficacia y adaptación a una determinada esfera de actividad.

—En tercer lugar, y consecuentemente con lo anterior, en el de que en el proceso de construcción del conocimiento, las condiciones de uso estrictamente dependientes del contexto de actividad en que se genera dicho conocimiento forman también parte de la representación cognitiva del sujeto.

Todos estos planteamientos condicionan, sin duda, la forma de entender la enseñanza en general y la enseñanza de la matemática en particular. En primer lugar, porque el acceso al conocimiento científico no debe plantearse como la sustitución de un tipo de conocimiento pragmáticos y cotidianos, que los individuos sin duda van a seguir utilizando, por otros más potentes y mejores, sino como

a pasa de unas formas de discurso o, como afirma Walkerdine (1988) «de una práctica discursiva a otra» de la manera más integradora posible, de forma que el alumno pueda establecer relaciones entre ellos y pasar de una a otros flexiblemente. En segundo lugar, porque de la misma manera que sería absurdo e ingenuo plantear que si un determinado grupo social ya posee un conocimiento — por ejemplo los procedimientos aditivos de los vendedores de las calles de Brasil— adaptado a su esfera de vida, no necesita acceder a otros de carácter más científico, también lo es pensar que se forma descontextualizada, sin vincularlo a sus condiciones de uso y, por tanto, a las otras formas de conocimiento cotidiano que el individuo o el alumno poseen.

2. ACTIVIDAD Y DISCURSO EN EL AULA

El trabajo que vamos a presentar obedece, tal y como hemos dicho antes, a un interés por el análisis de la práctica educativa en el aula.

Los procesos de enseñanza-aprendizaje se producen siempre en un contexto social que en el caso de la educación formal es la institución escolar y el aula. En dicho contexto se produce siempre un proceso de interacción entre profesor/a, alumno/a y objeto de conocimiento o contenido.

Obviamente, pueden estudiarse procesos de aprendizaje de contenidos escolares específicos fuera del aula, y nosotros lo hemos hecho y lo estamos haciendo. Pero creemos que estudiar dichos procesos de aprendizaje al margen de los procesos de enseñanza nos está dificultando explicar cómo se produce el cambio conceptual y cognitivo en el alumno.

La adopción de la concepción constructivista de la adquisición del conocimiento implica creer que es el propio sujeto quien construye individualmente dicho conocimiento. Pero ello no quiere decir que lo pueda construir en solitario. Sin la ayuda del profesor no sería posible el aprendizaje de ciertos contenidos. Es el profesor quien organiza la actividad en el aula, para aproximar al alumno

a los significados que quiere transmitir en ese sentido, es el proceso de interacción entre profesor, alumno y contenido lo que posibilita que se produzca la construcción del conocimiento.

Desde este punto de vista, nosotros consideraríamos que el proceso de aprendizaje y enseñanza es un proceso de construcción de significados compartidos (Edwards and Mercer, 1988) en el que se produce una negociación de significados subjetivos de los participantes sobre un mismo objeto de conocimiento.

En ese proceso de interactividad entre profesor, alumno y contenido, dos aspectos nos parecen extraordinariamente relevantes como objeto de estudio. En primer lugar, el de las estrategias y métodos que articula el profesor para enseñar, creando una Zona de Desarrollo Próximo en la que sea posible compartir los significados. Y en segundo lugar, el análisis de los significados que sobre el contenido que se enseña va construyendo el alumno. Como sabemos, ambas cosas han sido estudiadas de forma aislada. Pero creemos que el reto, a pesar de las dificultades metodológicas que ello entraña, es estudiarlas de forma interrelacionada.

Y al respecto de las dificultades metodológicas a que siempre se alude en este tipo de estudios, queremos decir que, después de haberlo realizado y sin ánimo de ser imperitinentes ni petulantés, tenemos mucha más conciencia de las mismas que quienes las esgrimen desde posiciones más experimentalistas. Y por esta razón creemos que el interés del trabajo al que nos vamos a referir reside en que abre más preguntas que respuestas, más interrogantes que certezas... y abre sobre todo un campo de discusión metodológica importante respecto a dos temas fundamentales: el de la potencialidad de las metodologías etnográficas para estudiar procesos de aprendizaje y el de las «unidades y niveles de análisis» que deberían tomarse. Son quizá estos aspectos los que más nos interesaría discutir en esta ponencia.

En concreto, el trabajo al que nos referiremos ha sido realizado recientemente con el objetivo de evaluar la utilidad en las aulas de

unos materiales curriculares correspondientes al área de «Conocimiento del Medio»¹. El trabajo de evaluación se realizó en un total de seis aulas de 3º, 4º y 5º de E.G.B. El hecho de que los materiales fueran evaluados a través de su funcionamiento nos permitió realizar un análisis de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula sobre unos contenidos específicos. En concreto los materiales evaluados abordaban dos temas: el de la orientación y situación de la ciudad de Barcelona y el del ciclo del agua, también en relación a la misma ciudad.

Por razones de tiempo y de orientación temática de este seminario, nuestro interés no es tanto describir todo el proceso de evaluación de los materiales y los resultados de la misma, sino centrarnos en aquellos aspectos que permitan entender mejor la metodología utilizada para el análisis de la práctica educativa en el aula.

No obstante, con el objetivo de que pueda entenderse mejor el apartado de análisis de la práctica en el aula que es en el que nos detendremos, describiremos primero muy brevemente la metodología utilizada para evaluar los materiales. A continuación nos centraremos en el apartado correspondiente al análisis de la práctica en el aula, describiendo las unidades y niveles de análisis así como algunos ejemplos de análisis.

Metodología utilizada para la evaluación de los materiales curriculares

1. Análisis de contenido de los materiales curriculares.

2. Cuestionario para conocer las opiniones y concepciones de los maestros.

a. Entrevista sobre sus concepciones psicopedagógicas.

b. Cuestionarios sobre teorías implícitas.

b.1.— Acerca de la enseñanza.

b.2.— Acerca de la planificación de la enseñanza.

c. Entrevistas para conocer la opinión de los maestros sobre los materiales curriculares antes y después de su utilización.

d. Entrevistas finales para conocer su opi-

nión sobre el proceso de experimentación, evaluación e investigación.

3. Ideas de los alumnos. Estudio de las ideas y concepciones de los alumnos en relación a las nociones abordada en los materiales con el fin de compararlas con el tratamiento didáctico que reciben en los materiales.

4. Trabajo en el aula.

4.a. Diagnóstico inicial y final de los alumnos para evaluar si había habido cambios significativos en relación a los contenidos trabajados.

4.b. Recogida y análisis de la programación de los profesores.

4.c. Análisis de los trabajos de clase de los alumnos.

4.d. Observación mediante registro audiovisual de las sesiones de trabajo en el aula.

La práctica en el aula: unidades y niveles de análisis

La primera unidad de análisis la constituyen las *Unidades Didácticas* que se han realizado utilizando el material curricular experimentado. Para analizar dichas unidades hemos tenido en cuenta los siguientes aspectos o niveles de análisis:

—Análisis de los contenidos abordados.

—Utilización del material experimental.

—Formas de organización de los alumnos.

—Actividades realizadas.

—Formatos de instrucción de las actividades desarrolladas.

Entendemos por formato de instrucción el recurso metodológico que define la actividad mediante el que se trabaja un determinado contenido. Por ejemplo, el ciclo del agua puede ser trabajado en base a diversas actividades que requieren el empleo de procedimientos diferentes. La profesora puede ofrecer información oral y los alumnos atender; pueden llevar a cabo un experimento; pueden realizar observaciones y trabajarlas colectivamente, o pueden realizar trabajos gráficos o bibliográficos, etc. Cada una de esas estrategias suponen formas diferentes para abordar el mismo contenido. El formato de instrucción sería, pues, la modalidad que adopta la acti-

FIGURA 1

Análisis de una unidad didáctica: ciclo natural del agua

	Ciclo natural del agua	Cambios de estado. Evaporación	Humedad Vientos	Relieve Tipos de terreno	Ríos de Barcelona "El Tordera"	Contaminación	El agua y los seres vivos	
INFORMACION								
Audiovisual	□				□			4
Bibliográfica	□ ○		□ ○					8
Explicación	□ □	△	□ □	□ □	□ □	□	□	22
OBSERVACION					□			2
EXPERIMENTACION		△		□				4
ELABORACION DE UN PRODUCTO								
Murales	□		□					4
Dibujos	○		○					4
Esquemas	□							2
Fichas		○	○	○				8
Cuestionarios		○						2
Texto Original					○ ○			4
Copia Texto		○	○ ○	○		○		10
Dictado								0
DEBATES GENERALES	□			□				4
EVALUACION								
Sondeo ideas previas	□	□	□	□				8
Evaluación final	○	○	○	○	○	○	○	14
TOTALES (Parcial y porcentual)	11 (22%)	7 (14%)	11 (22%)	8 (16%)	7 (14%)	3 (6%)	3 (6%)	

○	63,6 %
□	3,03 %
△	33,3 %

●	0 %
■	0 %
▲	0 %

- Individual con material
- Individual sin material
- Colectivo con material
- Colectivo sin material
- ▲ Equipo con material
- △ Equipo sin material

vidad realizada para lograr los objetivos (Stodolsky, 1988).

Veamos a continuación un ejemplo correspondiente a un aula de 3º de EGB.

El desarrollo de la Unidad Didáctica en esta clase se ha realizado a partir del tratamiento de siete grupos de contenidos:

- Ciclo Natural del agua.
- Cambios de estado (evaporación).
- Humedad y vientos.
- Relieve. Tipos de terreno.
- Ríos de Barcelona. «El Tordera».
- Contaminación.
- El agua y los seres vivos.

Tal como muestra la figura 1, los contenidos que han sido tratados en más profundidad son el primero y el tercero, que suponen el 22% respectivamente de las actividades desarrolladas. Los menos trabajados son los dos últimos, que suponen el 6% respectivamente de las tareas. El tratamiento que reciben los demás contenidos es también significativo, ya que sus actividades constituyen aproximadamente el 15% del total.

Lo más destacable es el número de contenidos abordados, siete, y el hecho de que la media de actividades dedicadas a cada uno de ellos es de 7,14%.

Los formatos de instrucción que rigen las actividades propuestas son asimismo diversificados. En todos los contenidos se realiza un sondeo de ideas previas y una evaluación final. Se reparten equitativamente los formatos que comportan transmisión de información (34% en total) y los que comportan la realización de un producto por los alumnos (34% en total), siendo cuantitativamente más relevantes los formatos «elaboración de una ficha» y «copia de un texto». Ambas actividades parecen realizarse a posteriori y como complemento de las explicaciones de la profesora y del aporte de información ya sea bibliográfica o audiovisual.

En cuanto a la organización de los alumnos, son mayoritarias las actividades realizadas individualmente (63,6%); las actividades llevadas a cabo colectivamente por todo el grupo suponen el 33,3%. Muy poca significación tienen las actividades diseñadas para

ser trabajadas en pequeños grupos (3,03%). Parece ser que el mecanismo de control de la profesora sobre el colectivo se basa en la propuesta de tareas que, o bien los alumnos asumen individualmente, o bien todos juntos.

A partir del análisis realizado se podrían apuntar los siguientes hechos como los más relevantes:

- Entre los formatos relativos a la transmisión de información, es la explicación de la maestra la que tiene mayor peso, aunque también hace uso de material audiovisual y bibliográfico.

- Asimismo lleva a cabo actividades de observación y experimentación.

- Los alumnos también realizan fichas, cuestionarios y textos escritos.

- Cabe destacar la ejecución de debates colectivos y de actividades de evaluación, tanto inicial como final, para la valoración de todos los contenidos abordados.

- Por último, resalta de la organización de los alumnos el hecho de que trabaja fundamentalmente con todo el grupo clase. Por otra parte, a partir de la sistematización realizada de la U.D. cabe destacar el tipo de estructuración que esta profesora ha realizado del tema que ha venido desarrollando con los alumnos. Esta estructuración consiste en lo siguiente:

a.—La selección de contenidos, atendiendo tanto al aspecto cuantitativo —cantidad de contenidos abordados— como a los conceptos elegidos; y, sobre todo, a la organización de esos contenidos —temporalización y secuenciación— que está en relación con:

—La formulación de objetivos de aprendizaje, que orienta la articulación de las actividades. El hecho de que exista evaluación inicial y final de todos los contenidos tratados, es para nosotros un índice claro de su existencia.

—El análisis de tareas que de forma más o menos explícita, realiza la profesora, en tanto ha seleccionado y temporalizado los contenidos de una determinada manera.

b.—La riqueza de actividades y la variabilidad de formatos de instrucción.

Nuestra hipótesis es que todos estos aspectos son relevantes, pero que es precisamente

el equilibrio y la articulación entre todos ellos lo que confiere al desarrollo del tema mayor o menor grado de significatividad para los alumnos.

La segunda unidad de análisis lo constituye *la lección y los segmentos de actividad* que la componen. Entendemos por lección las distintas sesiones en las que el profesor trabaja una «Unidad Didáctica». Cada lección a su vez se subdivide en varios segmentos de actividad. Entendemos por segmentos de actividad los episodios de que se compone una lección caracterizados por el desarrollo conjunto de una o varias actividades específicas con entidad propia y con una finalidad determinada. Por ejemplo, en el desarrollo de una lección de carácter experimental, llevada a cabo por el profesor con el colectivo de la clase, un segmento de actividad sería la secuencia en la que se realiza la experimentación propiamente dicha; otro segmento podría ser la secuencia correspondiente a la elaboración gráfica del experimento por parte de los alumnos, etc.

A continuación mostramos un ejemplo correspondiente a una de las lecciones de la Unidad Didáctica a la que nos hemos referido en el apartado anterior. El objetivo de la lección era el estudio de la noción de permeabilidad. La lección fue dividida en los siguientes *segmentos de actividad*.

—Primer segmento: Planteamiento de la actividad.

—Segundo segmento: Diagnóstico de ideas previas.

—Tercer segmento: Realización del experimento.

Observación y búsqueda de explicaciones.

—Cuarto segmento: Explicación por parte de la maestra.

Relación de los resultados del experimento con fenómenos reales de la Naturaleza.

—Quinto segmento: Evaluación y generalización de la noción.

La sesión se lleva a cabo trabajando con todo el grupo clase. Dos alumnos están en la mesa de la profesora para ejecutar el experimento ante todo el colectivo que atiende e interviene de manera espontánea, sucesiva e individual.

Primer segmento: Planteamiento de la actividad

La profesora inicia el tema aludiendo al comportamiento del agua al entrar en contacto con el terreno en las montañas o en la naturaleza.

Remite a los alumnos a un cuento («La gota verda i la gota blava») en el que se explica que el agua, cuando llega a la montaña va descendiendo reuniéndose con más aguas a medida que bajan. Pero también puede ser que no descienda. Para ver lo que ocurre con el agua en contacto con los diferentes tipos de terreno propone un experimento cuyo material, allí presente, ella describe.

Consiste en:

—Una botella con agua. — Dos recipientes iguales y transparente. — Una caja con piedras. — Una caja con tierra. — Dos vasos.

La maestra da una breve explicación sobre los diferentes tipos de terreno y les pide que mencionen los que ellos conocen, así como sus características (color, etc.).

Los niños, espontáneamente y de uno en uno, a medida que se les va otorgando la palabra, van diciendo tipos de terrenos que ellos conocen.

Segundo segmento: Sondeo de ideas previas

La maestra pide la anticipación de los efectos del agua cuando sea vertida en sendos recipientes que contienen respectivamente tierra y piedras.

Del mismo modo que antes, a medida que toman la palabra, los alumnos van expresando su opinión sobre el fenómeno. La maestra va recogiendo las ideas de los alumnos y regulando las intervenciones.

Ideas previas de los alumnos

—El agua bajará por los agujeros que dejan entre sí las piedras.

—El agua resbala por las piedras porque están metidas en el jarro.

—En el jarro de las piedras eso no pasa porque es más áspera que las piedras.

—La tierra chupa el agua.

—El las piedras el agua resbala, si las pie-

dras fuesen muy pequeñas se juntarían más. Como la tierra es tan pequeña, se juntan y está todo cerrado. — Si las piedras estuvieran muy juntas del todo, harían una presa, quedaría embalsada, quieta. — En el jarro de las piedras el agua queda abajo y en el de la D9D5 tierra, arriba. — En las piedras el agua bajará como un río, en la tierra, si se hace un agujero, el agua se chupará. — En el jarro de la tierra, las piedras son tan pequeñas que se juntan como si fuera un rompecabezas, y el agua ya no puede pasar.

—En las piedras el agua se irá bajando. Pero en la tierra sólo bajará a la mitad, sólo un trozo quedará mojado, con el agua ésta no habrá suficiente.

—En las piedras, los agujeros hacen como un circuito, y el agua baja. La tierra hunde el agua, y después ya no queda nada de agua.

Tercer segmento: Realización del experimento. Observación y búsqueda de explicaciones.

La maestra anuncia que se va a realizar el experimento; les hace reparar en los aspectos pertinentes. Dos niños vierten la misma cantidad de agua sobre los dos recipientes iguales que contienen piedras y tierra respectivamente.

Los alumnos van diciendo lo que están viendo suceder y van buscando explicaciones. La profesora va entrando en diálogo con las observaciones y explicaciones formuladas, tratando de clarificarlas, puntualizarlas, profundizarlas para llegar con ellas a una explicación consensuada por el grupo. También trata de centrar a los alumnos en los aspectos más pertinentes.

Observaciones y explicaciones de los alumnos

—El agua se ha ensuciado, porque la tierra y las piedras están sucias.

—El agua «crece», va subiendo desde abajo del jarro.

—En el jarro de la tierra el agua ha bajado y se ha convertido en barro.

—La tierra se ha quedado dura y el agua ha quedado por el centro.

La maestra anuncia que intentará derramar el agua que había sido vertida en los jarros, sobre los vasos. Empieza vertiendo en el vaso, el agua que hay en el jarro de las piedras. Una vez realizado vuelven a intervenir los alumnos observando y argumentando sus opiniones.

Aspectos puestos de relieve por los alumnos

—El agua ha salido sucia.

—Hay menos agua.

—Cuando derrames el agua del jarro con tierra, saldrá barro.

—Constatan que no salió agua, y lo justifican diciendo que «se chupó».

Cuarto segmento: Explicación del fenómeno por la maestra. Relación del mismo con hechos reales de la naturaleza

La maestra, relacionándolo con las intervenciones anteriores de los alumnos, explica ampliamente el fenómeno, y lo vincula a una representación del Ciclo del Agua en el que se puede ver el diferente destino que sigue el agua en función del tipo de terreno con el que se encuentra.

Vuelve a intercambiar ideas con los alumnos, y ofrece el concepto de impermeabilidad valiéndose de una analogía con la prenda de vestir, impermeable.

Quinto segmento: Evaluación y generalización

La maestra propone situaciones que le permitan detectar si los alumnos aplican el concepto correctamente.

En cada segmento de actividad se tienen en cuenta dos niveles de análisis:

I. *Descripción de la estructura formal de la interacción*, o lo que es lo mismo de la forma que adoptan los intercambios profesor-alumnos. Se trata de describir la dinámica de las interlocuciones, al margen de su contenido discursivo

A continuación podemos ver un ejemplo de dicho tipo de análisis correspondiendo a

los segmentos de actividad descritos en el apartado anterior.

Primer segmento

Consta de 4 intervenciones de la maestra y de cuatro de los alumnos en las cuatro ocasiones la maestra se dirige al colectivo, es respondida sucesivamente por el colectivo, y por tres alumnos diferentes. A la primera intervención de la maestra prosigue el silencio, ningún alumno interviene, pero su tercera intervención es contestada por dos alumnos. Su interlocutor es el colectivo, pero sus mensajes son respondidos individualmente.

Segundo segmento

Consta de 14 intervenciones de la maestra, en 5 de las cuales se dirige al colectivo. Cada vez que se dirige al colectivo se genera a continuación un diálogo de ella con un alumno, que consta de 1, 2 o 3 interlocuciones. Hay diálogos con 10 alumnos diferentes. Hay cuatro intervenciones de los alumnos dirigidas a todo el colectivo, lo cual pone de manifiesto que el alumno y su palabra es, para la maestra, vehículo de interlocución con todo el grupo.

Tercer segmento

Consta de 30 intervenciones. En casi todos los casos hay una alternancia del discurso maestra— alumno. En esta sucesión de diálogos cortos se intercalan intervenciones de la maestra y de los alumnos que no tienen un receptor concreto, único y preestablecido. Ello da lugar a una alternancia de intervenciones dirigidas al colectivo con otras dirigidas a alumnos diferentes; éstas tienen lugar porque la maestra recoge la petición de palabra del alumno, salvo en algún caso en el que ella es quien se dirige expresamente a un alumno. Sólo al final del segmento las intervenciones tanto de la maestra, como de los alumnos no se entrelazan en forma de diálogos sino que son conversaciones en el grupo.

Cuarto segmento

Dado que en este segmento la maestra explica el fenómeno que ha sido objeto de ex-

perimentación, las intervenciones son de carácter más general. Se dirige a todos, y aunque hay respuestas e intervenciones por parte de los alumnos, la maestra no personaliza su intervención dirigiéndola a un alumno en concreto, sino que la dirige a todos.

Quinto segmento

Al principio de este segmento ocurre lo mismo que en el anterior: la habla al colectivo, y la respuesta de los alumnos pone de manifiesto la existencia de intercambio. Podríamos decir que aquí concluye la sesión. El resto de la sesión consiste en un corto diálogo con un alumno. El final lo propone ella dirigiéndose al colectivo para constatar el consenso general y marcar su finalización.

II. *Análisis de la actividad discursiva*, entiendo dicho análisis no como un análisis lingüístico, que no hemos realizado, sino como un análisis del sentido o el significado de las interacciones entre profesor y alumnos. Es decir, lo que nos interesa analizar son los significados que profesores y alumnos actualizan a través del discurso.

Para poder realizar este análisis se ha determinado una *última unidad de análisis* que hemos denominado como *unidades de interactividad*. Cada una de ellas comprende una intervención del profesor que es seguida por la intervención de uno o varios alumnos, de manera que una nueva intervención del profesor abrirá una nueva unidad de interactividad.

La razón fundamental que nos ha movido a escoger este tipo de unidad de análisis es la importancia que otorgamos al profesor como interlocutor del alumno, como mediador en la interacción de éste con el objeto de aprendizaje.

El análisis de la actividad discursiva nos ha permitido caracterizar y definir las intervenciones del profesor teniendo en cuenta cómo aparece en su discurso la relación entre el objeto de conocimiento o contenido y el sujeto del aprendizaje, es decir, el alumno.

Ello nos permite definir las intervenciones de acuerdo a unas categorías diferentes entre sí por la posición que ocupan en cada una

de ellas el objeto y el sujeto de aprendizaje.

A partir de las intervenciones de los profesores en las lecciones seleccionadas, se han realizado dos tipos de análisis:

a. Una tipología del tipo de intervenciones del profesor que, evidentemente no pretende ser ni exhaustiva ni generalizable y tiene tan solo un carácter tentativo.

b. Una cuantificación de dichas intervenciones para los distintos segmentos de que se compone cada lección.

a. Tipología de las intervenciones

A. Intervenciones mediante las que el profesor introduce la lección. En este tipo de intervenciones se da una preponderancia del discurso del profesor centrando al alumno en el objeto de estudio.

A.1.— Intervenciones para introducir y centrar los contenidos que van a ser objetos de estudio en la sesión de trabajo.

A.2.— Intervenciones mediante las que el profesor propone lo que él piensa que los alumnos no saben.

A.3.— Intervenciones para comprobar lo que saben los alumnos; intervenciones para negociar con ellos el punto de partida.

A.4.— Explicación del experimento o actividades que se van a realizar relacionándolo o no con los objetivos del aprendizaje.

A.5.— Descripción de los elementos presentes para la experimentación.

Ejemplos de intervenciones tipo A²

A veure, a les preguntes us parla d'una fotografia que és el full que us donarè ara. Us l'heu de mirar, en donarè un a cada un.

Les cinc preguntes del full... ara el que mirarem en un moment serà quines són les respostes que heu donat, per veure si tots més o menys estem d'acord, i perquè si hi ha coses que no les tenim clares, poder-les... poder-les contestar, o com a mínim entre totes aclarir-les.

La primera pregunta deia... què deia. Quim la primera pregunta?

5.º de E.G.B.

(...) Hi havia vegades que l'aigua passava per damunt de la terra, s'ajuntaven totes les gotes i formaven un riu. No sempre que pluvia es formava un riu o un mar. Cada vegada que plou

no baixa tota l'aigua des de les muntanyes, i tota va a parar fins al mar, no. Què passa? Que a vegades baixen totes juntes a un mateix lloc fins que formen un gran riu.

Aixó es el que va passar a la «Gota verda i la gota blava» (un cuento) eh! que és cert?

Anem a veure què passa amb tot aixó.

Hem portat tota aquesta sèrie de coses (explica y describe lo que hay sobre la mesa para hacer el experimento).

Sabeu que a la muntanya hi ha pedres, hi ha terra, hi ha un altre tipus de terra, com la que ha portat la Roser que és molt més fina. Totes les terres que es troben a la muntanya ens hem trobat la terra... de quin color?

3.º de E.G.B.

M.— Sabeu què és potabilitzar? A.— Netejar l'aigua bruta. M.— Però no tenim clar què s'ha de fer per netejar-la, no? M.— Tots tenim molt clar que l'aigua es recull bruta. Aixó (mostrando un recipiente que contiene agua sucia) és com si es recullís a l'entrada de Barcelona l'aigua dels rius. Es el que vàrem fer l'altra dia, d'acord tots?

Lavors està clar que aquesta aigua tal com està, tal i com està... ens la podriem beure?

5.º de E.G.B.

B. Formas de retomar la intervenció del alumno que posibilitan el traspaso del conocimiento.

El profesor recoge las palabras del alumno y pretende realzarlas haciéndolas instrumento y vehículo del avance y profundización en el conocimiento del objeto de estudio y aprendizaje.

B.1.— Repite las palabras del alumno invistiéndolas de un valor informativo para el colectivo.

B.2.— Enfatiza las hipótesis del alumno para convertirlas en instrumento de trabajo.

B.3.— Intervención que permite al alumno precisar o buscar nuevos argumentos.

B.4.— Interviene corrigiendo, es decir, sustituyendo los argumentos del alumno por otros.

B.5.— Amplía o clarifica la idea del alumno.

B.6.— Hace propuestas experimentales a partir de las ideas expresadas por el alumno.

B.7.— Interpreta las palabras del alumno.

B.8.— Solicita más ideas y aportaciones a la línea de lo que está siendo abordado.

B.9.— Promueve la contrastación de ideas entre diversos alumnos.

B.10.— Intervenciones mediante las que pone en duda al alumno en relación a lo que ha dicho.

Ejemplos de intervenciones tipo B

A.— «Per les pedres l'aigua baixarà»

M.— «Sí?, vols dir que baixarà? Farem la prova!!

— A.— «Perquè les pedres rellisquen més, ificades així, poden quedar forats»

M.— «Tu creus que passarà això, i si per exemple, jo fes un forat aquí a la terra, passaria el mateix?, relliscaria?, què passaria?»

—

A.— A les pedres es relliscarà, i si fossin molt, molt petites, s'ajuntarien més, i com la terra és tan petita, quan s'ajunten totes, doncs està tot tancat.

M.— «i si amb aquestes pedres estiguessim molta estona i les ajuntessim molt bé ajuntades com si fos un trencaclosques, què passaria?»

A.— «Com una pressa, que quedaria embasada, quedaria quieta, no podria passar».

M.— «No passaria, quedaria estancada».

Qui em sap dir que passarà si jo tiro aigua en aquestes dues gerres».

3.º de E.G.B.

A.— «Seria un poble!»

M.— «I els pobles no tiren residus als rius?»

A.— «No tants!»

A.— «No molts».

A.— «Sí que en tiren!»

A.— «No tants com la ciutat».

A.— «I si no hi haguessin pobles?»

A.— «Però hi ha pobles».

M.— «A veure, a veure, ells diuen que hi ha ciutats, i ara estan afegint que si no són ciutats poden ser pobles que tiren residus als rius i que llavors quan l'aigua arriba a la ciutat, està contaminada d'aquests residus i ens intoxicariem».

5.º de E.G.B.

C) Formas de retomar la intervención del alumno que dificultan el traspaso del conocimiento.

La intervención del profesor parece conllevar la intención más o menos implícita de que la palabra infanensamiento. El alumno está en estado de alerta tratando de decir lo que se espera de él.

C.1.— Pone de manifiesto que la respuesta ofrecida o la idea explicitada es insuficiente y requiere ser completada.

C.2.— Repite literalmente las palabras del alumno.

C.3.— Advierte que la respuesta no es correcta.

C.4.— Necesita confirmar colectivamente el acuerdo con las ideas que se están manejando.

C.5.— Solicita de forma más bien mecánica que consecuente, ideas y aportaciones.

C.6.— El alumno debe completar la frase que el profesor pronuncia y que deja en puntos suspensivos.

C.7.— Pregunta cerrada cuya respuesta está implícita y el maestro sabe que el alumno se la ofrecerá.

C.8.— Desestima ideas alternativas o simplemente diferentes a la línea de argumentación propia.

C.9.— Advierte de que la respuesta ofrecida no es la esperada.

C.10.— Da la solución correcta desestimando los intentos o aproximaciones de los alumnos.

Ejemplos de intervenciones tipo C

A.— «Perquè l'aigua està contaminada».

M.— «Però si no et pregunta per què, et pregunta què porta l'aigua. No us hi heu fixat gaire, ja em semblava que havieu acabat molt de pressa».

Què porta l'aigua que fa que sigui necessari... no cal que aixequis el dit! (a un niño). Volsaltres heu posat això».

A.— (Ruido)

M.— Ep! Nois!, Quim!, Silenci!

A veure, la resposta d' aquest grup, és una resposta..... correcta?, és a dir, ells responen aquesta pregunta?

A.— «No».

M.— «Ara llegeix l'Anais. Pregunta 2, Anais».

A.— «Porta brutícia»

M.— «Porta brutícia. ¿Porta brutícia?»

A.— Sí.

M.— «Sí, però a veure, la brutícia en què consisteix? Aquesta resposta pot ser molt més completa! Li toca al Quim».

A.— «Perquè porta residus, brutícia, microbis...»

M.— «Residus, brutícia, microbis... Val,

aquests ho fan una mica més complert. Estem d'acord amb el que han dit?'

A.— Sí.

5º de E.G.B.

D) Intervenciones que promueven explícitamente la implicación del alumno.

D.1.— Solicita hipótesis.

D.2.— Solicita que se explicita el resultado de la observación.

D.3.— Propone procedimientos experimentales o empíricos para responder interrogantes que él mismo plantea.

D.4.— Solicita que se busquen explicaciones.

D.5.— Plantea problemas no empíricos para los que pide soluciones.

D.6.— Pide ejemplos.

D.7.— Propone actividades de manipulación.

Ejemplos de intervenciones tipo D

M.— «Anem mirant un moment, anem mirant què ha passat amb l'aigua de les pedres. ¿S'està bellugant l'aigua?, ¿què ha passat amb l'aigua de les pedres?»

A.— «Que creix».

M.— «Està creixent, sí?, creus que creix? Mirem-la bé. Farem una ratlla amb un retolador per veure si creix o no. L'altra aigua ens havia quedat a dalt de tot, i ara què ha passat, Daniel?»

A.— «Ha baixat i s'ha convertir en fang».

M.— «On ha quedat l'aigua de la gerra de les pedres, Jordi?»

A.— «Abaix de tot».

M.— «La que té les pedres, és a ir, quan hi ha un terreny impermeable, que té pedres o altre tipus de terra que no xucla, com tampoc ho han fet aquestes, vol dir que ens trobem amb un terreny impermeable, i per allà rellisca l'aigua per damunt fins que totes les gotes juntes formen un rierol... Dignes, Toni!»

A.— «Que això està bé, perquè com que la terra xucla, l'aigua no pot tornar a sortir, i les pedres, com no poden estar-se així (juntas y encajadas) pues se separen i així el rierol pot passar per totes les parts i no quedar-se».

3º de E.G.B.

E) Intervenciones para transmitir al alumno información conceptual y procedimental.

Intervención del profesor centrado en el objeto de estudio y dirigida al alumno, el cual recibe información acerca de contenidos de tipo:

Conceptual

E.1.— Hace uso de analogías.

E.2.— Aporta datos.

E.3.— Da explicaciones y hace uso de teorías.

E.4.— Da explicaciones no pertinentes desde el punto de vista de la disciplina.

Procedimental

E.5.— Constata datos empíricos.

E.6.— Da instrucciones formales y procedimentales desvinculadas de lo conceptual.

E.7.— Hace actuaciones experimentales y procedimentales vinculadas a lo conceptual.

Ejemplos de intervenciones tipo E

M.— «Fa relliscar l'aigua com un impermeable, i fa relliscar l'aigua cap abaix. Què he dit jo?, impermeable? o he dit bé això d'impermeable?»

A.— «No ho has dit bé, un impermeable és per que la gent no es mulli».

M.— «Per què la gent no es mulli. Un impermeable ens el posem per poder anar per sota la pluja sense mullar-nos».

Doncs, mira més o menys és el mateix. El que passa és que els impermeables que ens posem ens els fabriquem nosaltres. Però exactament el mateix diríem d'aquestes pedres, eh que són com si fossin impermeables?, no deixen passar l'aigua, la fan relliscar per damunt.

Doncs mira, quan hi ha els diferents terrenys que trobem a la muntanya, també els hi podríem dir que són impermeables o no són impermeables, com aquest.

Jo ara pregunto, quin d'aquests dos terrenys són impermeables?»

3º de E.G.B.

M.— «Mirem l'esquema de la planta depuradora. A veure que ens diu. Primer diu: «Filtre de partícules grans», després venen «Filtres de carbó», que és el que hem fet aquí. Quan ja hem tirat l'òxid d'alumini havia quedat agrumollat, us en recordeu? Llavors l'aigua que ja semblava neta, la segueix fent passar per filtres de carbó. Aquí les miques de partícules que encara no han passat es queden en el carbó, i després quina operació ve?»

A.— La cloració.

M.— El que en diuen la cloració. Què serà la cloració?

A.— Posar-hi el clor.

M.— L'operació que consisteix, en aquest cas gaire bé tots ho heu dit, que és la d'afegir clor. I el clor què és el que fa?

5º de E.G.B.

M.— Agafeu la més bruta».

A.— ¿Aquesta?

M.— Afegiu l'alúmina, remeneu. Qui porti rellotge que compti 20 minuts.

M.— Remeneu-la bé. Esteu vosaltres ja?

A.— Sí. Què és això?

F) Intervenciones cuya función es conservar el orden y la disciplina en el aula.

b. Análisis cuantitativo del tipo de intervenciones

A continuación describiremos la cuantificación del tipo de intervenciones correspondiente a la misma lección que venimos ejemplificando; es decir, la correspondiente a la noción de permeabilidad en un aula de 3º de E.G.B.

En primer lugar, los datos anteriores expresan el porcentaje de intervenciones que corresponde a cada segmento sobre el total de las realizadas en la sesión. El primero, correspondiente a la contextualización y encuadre de la sesión supone el 9,3% del total de intervenciones.

El de más duración es el tercero, o sea, aquel en el que se lleva a cabo el experimento, que comporta el 37,3% de las intervenciones. Le sigue el segundo segmento —

explicitación de las ideas previas de los alumnos (24%), y el cuarto y quinto —explicación de la maestra y evaluación con un 16% y 13,3% de las intervenciones respectivamente.

La duración de cada segmento de actividad parece adecuarse a las exigencias de cada uno de ellos. La introducción es más breve que las demás actividades; la experimentación parece requerir más tiempo; se dedica más tiempo a la expresión de las ideas del alumno que a las explicaciones de la maestra; finalmente, no menos importante es el tiempo dedicado a la evaluación final.

El tipo de intervención más frecuente de cada segmento expresa la adecuación entre la naturaleza del segmento y la intervención que se asocia a ella.

En el primero las intervenciones son del tipo A, B y D, es decir, la maestra lleva a cabo un encuadre de la sesión negociando el punto de partida con los alumnos, escuchando sus ideas y provocando su atención sobre el objeto de estudio.

En el segundo segmento casi la tercera parte de sus intervenciones están dirigidas a hacer emerger el pensamiento de los alumnos.

La experimentación —tercer segmento— alterna la acción con intervenciones que promueven la actividad mental (39,2%) y que propician la expresión de ideas del alumno (39,2%). Además tiene lugar la aparición de explicaciones (intervenciones tipo E, que se dan en un (17,9%).

Incluso el segmento correspondiente a las explicaciones de la maestra alterna el 25% de intervenciones tipo E con un significativo porcentaje de intervenciones tipo B y D.

En el último segmento es relevante el hecho de que las intervenciones vayan dirigidas a obtener de nuevo las ideas de los alumnos (B) y a conseguir el acuerdo, el consenso y el control de lo que éstos expresan respecto del tema trabajado (intervenciones tipo C).

La distribución de los tipos de intervención más relevantes de esta profesora, tal como muestra el cuadro, indica que prioriza la intervención orientada a propiciar la expresión del pensamiento del alumno (46,6%) y la actividad mental del mismo (28%). Las intervenciones de control (tipo C) y de expli-

TABLA I

Longitud del segmento en función del porcentaje de intervenciones

Segmentos	%
Primero	9,3%
Segundo	24%
Tercero	37,3%
Cuarto	16%
Quinto	13,3%

cación (tipo E) aparecen en un porcentaje similar (10,6% y 12% respectivamente) y tienen lugar hacia el final de la sesión, es decir, en el momento en que la maestra toma la iniciativa de la palabra (cuarto segmento) que es cuando es necesario saber si se está produciendo el intercambio que permite a los niños conectar con lo que ella está diciendo, y cuando ella necesita saber si los alumnos han comprendido la tarea que se ha llevado a cabo y sus consecuencias conceptuales (quinto segmento).

El tipo de análisis que hemos ejemplificado fue realizado en todas las aulas que participaron en la experimentación y evaluación de los materiales. En cada aula los datos pro-

venientes de dicho análisis se pusieron en relación con:

a. Los resultados del diagnóstico inicial y final realizado con los alumnos en cada Unidad Didáctica.

b. Los resultados de las entrevistas y cuestionarios realizados con los profesores a cerca de sus concepciones psicopedagógicas.

Sin embargo, tal y como dijimos al principio, no entraremos aquí en ese tipo de resultados, que nos han permitido, por un lado, poner en relación el tipo de actividad que se genera en un aula con los resultados obtenidos por los alumnos y, por otra, comparar entre sí diferentes aulas.

TABLA II

Tipos de intervención en cada segmento

T.Interv. Segmentos	A	B	C	D	E	F
Primero	28,5	42,8	0	28,5	0	0
Segundo	0	72,8	5,1	22,2	0	0
Tercero	0	39,2	3,5	39,2	17,9	0
Cuarto	0	33,3	16,6	25	25	0
Quinto	0	40	40	10	10	0

TABLA III

Distribución del tipo de intervención (Sobre el total de intervenciones realizadas en la sesión)

	A	B	C	D	E	F
%	2,6	46,6	10,6	28	12	0

TABLA IV

Tipos de intervención más utilizados en relación cada segmento

	A	B	C	D	E	F
Primero	100	8,5	0	9,5	0	0
Segundo	0	37,1	12,5	19	0	0
Tercero	0	31,4	12,5	52,3	55,5	0
Cuarto	0	11,4	25	14,2	33,3	0
Quinto	0	11,4	50	4,7	11,1	0

Lo que nos interesaba era mostrar un tipo de análisis que a pesar de sus muchas limitaciones, constituye un intento de buscar modelos y posibles vías de análisis de la práctica en el aula.

Por supuesto, somos conscientes que las unidades y niveles de análisis utilizados son fundamentalmente de carácter «macro» y que sería necesario un análisis distinto y más en

profundidad del discurso educativo para analizar los procesos de cambio y adquisición del significado. La cuestión y el reto siguen siendo si esos procesos pueden o no ser estudiados en el contexto en el que tienen lugar y, por lo tanto, teniendo en cuenta las distintas variables que interactúan en el mismo lugar de eliminarlas.

Notas

¹ El trabajo de investigación descrito ha sido realizado gracias a una ayuda del Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE), del MEC. Título del Proyecto: «Experimentación y evaluación de los materiales curriculares como agentes intermediarios entre el DCB y la práctica docente.

² En la transcripción de las intervenciones se ha respetado la lengua en que se expresaban los alumnos, que habitualmente es el catalán.

Referencias

- BAKHTIN, M.M. (1981). *The dialogic Imagination*. Austin, Texas, University of Texas Press.
- BISHOP, A.L. (1991). «Toward a cultural psychology of Mathematics». *Journal for Research in Mathematics Education*. Vol. 22, 1. 76-82.
- BOROODY, A.J. (1988). *El pensamiento matemático de los niños*. Madrid, Visor-MEC.
- BOURBAKI, N. (1969). «Elements d'histoire des mathématiques. Paris: Hernan. Trad. cast.: (1972) *Elementos de historia de las matemáticas*. Madrid, Alianza ed.
- CARRACHER, T.; CARRAHER, D; SCHLIEMAN, A. (1982). «Na vida dez, na escola, zero: Os contextos culturais de aprendizagem da matematica.» Sao Paulo, Brazil. *Caderno da Pesquisa*, 42, 79-86.
- (1983): «Mathematics in the streets and in schools». Unpublished manuscript on file at Recife, Brazil, Universidade Federal de Pernambuco.
- COLE, M., Y SCRIBNER, S. (1974). *Culture y Thought: a psychological perspective*. London, Wiley.
- COLL, C. (1984). «Estructura grupal, interacción entre alumnos y aprendizaje escolar. *Infancia y Aprendizaje*, 27-28, 191-138.
- CONNÉ, F. (1984). «Recherche sur la lecture de l'écriture équatorienne chez les enfants de / ans.» *Rapport de recherche au fonds National Suisse de la recherche Scientifique*.
- DANCING, T. (1974). *Le nombre, langage de la science*. París, Albert Blanchard.
- DAVIS, P.J.; HERSH, R. (1986). *El sueño de descartes*. Madrid, Labor.
- DE LA ROCHA, O. (1986): «Problems of Sense y Problems of Scale: an ethnographic study of arithmetic in everyday life». Unpublished doctoral dissertation. University of California, Irvine.
- DOISE, W.; MUGNY, G.; PERRET-CLERMONT, A.N. (1975). «Social interaction y development of cognitive operations. *European Journal of Social Psychology*, 5, 367-383.
- DONALDSON, M. (1978). *Children's Minds*. London, Fontana.
- EDWARDS, D.; MERCER, N. (1988). *El conocimiento compartido. El desarrollo de la comprensión en el aula*. Madrid Paidós M.E.C.
- FORMAN, A.; CAZDEN, B. (1984). Perspectivas vygotskianas en la educación: el valor cognitivo de la interacción entre iguales. *Infancia y Aprendizaje*, 27-28, 139-157.
- FREUDENTHAL, H. (1971). «Notation mathématique». En *Enciclopedia Universalis*, vol. II, 908-914. París.
- GELMAN, R., GALLISTEL, C.R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- GELMAN, R., MECK, E. (1986). «The notion of principle: The case of counting. En J. Hiebert (Ed.), *Conceptual y procedural knowledge: The case of mathematics*. Hillsdale, NY, Erlbaum.
- GENTNER, D.; STEVENS, A.L. (eds.) (1983). *Mental Models*. Hillsdale, NJ, LEA.
- GICK, M.L.; HOLYOAD, K.J. (1980). «Analogic problem solving». *Cognitive Psychology*, 12, 306, 355.
- GÓMEZ-GRANELL, C. (1985). «La representación gráfica de la multiplicación aritmética: una experiencia de aprendizajes». *Infancia y Aprendizaje*, 31-32, 229-249.
- GÓMEZ-GRANELL, C. (1988). «Representación y simbolización en el marco de problemas multiplicativos», *Tesis doctoral no publicada*. Universidad de Barcelona.
- GÓMEZ-GRANELL, C. (1989). «La adquisición del lenguaje matemático: un difícil equilibrio entre el rigor y el significado». *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 3-4, 5-15.

- GÓMEZ-GRANELL, C. (1990). «Estrategias de aprendizaje en psicopedagogía de las matemáticas». *Infancia y Aprendizaje*, número monográfico sobre Estrategias de Aprendizaje, p. 21-46.
- GREENO, J. G. (1978). «A study of problem solving». En R. Glaser (ed.): *Advances in instructional psychology*, vol. 1, p. 13075. Hillsdale, NJ, LEA.
- GREENO, J. G. (1989). «El pensamiento, desde una perspectiva alterna». *Acción pedagógica*, 1(2) 51-69.
- GREENO, J. G. (1991). «Number sense as situated knowing in a conceptual domain». *Journal for Research in mathematics education*. Vol. 22, no. 3, may 1991, 170-218.
- GRUBER, H.-Y VONECHE, J. J. (1977). *The Essential Piaget*. London, Routledge y Kegan Paul.
- HAYES, J. R.; SIMON, H. A. (1977). «Psychological differences among problem solvers». Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- HATANO, G. (1988). «Social y motivational bases for mathematical understanding». En G. B. Saxe y M. Gearheart (eds.): *Children's mathematics*, p. 55-70. San Francisco, CA, Jossey-Bass.
- IFRAH, G. (1981). *Histoire universelle des chiffres*. París, Seghers.
- INHELDER, G.; SINCLAIR, H.; BOVET, M. (1974). *Apprentissage et structures de la connaissance*, París, P.U.F., Trad. cast. de L. Echevarría; *Aprendizaje y estructuras del conocimiento*. Madrid, Morata, 1975.
- JAKOBSON, R.; HALLE, M. (1956). *Fundamentals of Language*. The Hague, Mouton.
- JAMES, W. (1916). *Pragmatism: A new name for some old ways of thinking*. New York, Longmans Green.
- LABORDE, C. (1982). «Langue naturelle et écriture symbolique: deux codes en interaction dans l'enseignement mathématique. Tesis de la Universidad de Grenoble.
- LAPOINTE, A.E.; MEAD, N. A., y PHILIPS, G. V. (1989). «A world of differences». Princeton, NJ, Educational Testing Service (Trad. cast: *Un mundo de diferencias*. Madrid, CIDE).
- LAVE, J. (1977). «Cognitive consequences of traditional apprenticeship training in West Africa». *Anthropology and Education Quarterly*, 8(3), 177-180.
- LAVE, J.; MURTAUGH, M.; DE LA ROCHA, O. (1984). «The dialectic of arithmetic in grocery shopping» en B. Rogoff y J. Lave (eds.), *Everyday cognition: Its development in social context*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- LAVE, J. (1988). *Cognition in practice: mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge, Cambridge University Press.
- LAVE, J.; SMITH, S. BUTLER, M. (1988). «Problem solving as everyday practice». En R.I. Charles y E.A. Silver (eds.): *The teaching and assessing of mathematical problem solving*, O. 61-81. Reston, VA, National Council of Teachers of Mathematics.
- MATZ, M. (1982). Towards a process model for high school algebra errors. En D. Sleemand y J. S. Brown, *Intelligent tutoring systems*, p. 25-50. Nueva York, Academic Press.
- MATHEMATICAL ASSOCIATION. (1956) *The Teaching of Mathematics in Primary Schools*. London.
- PAULUS, J. (1989). *El hombre anómico*. Barcelona, Tusquets.
- RESNICK, L.; CAUXINILLE MARMECHE; MATHIEU, J. (1987). «Understanding algebra». En A. Sloboda Thon and Don Rogers (eds.): *Cognitive Processes in mathematics*. Oxford Science Publications.
- RESNICK, L. B. (1987). «Construction knowledge in schools». En L. S. Liben (ed.): *Developmental and learning: Conflict or congruence?*, p. 19-50. Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- RESNICK, L. (1989). «El desarrollo del conocimiento matemático». *Acción pedagógica*, 1(2), 21-39.
- RESNICK, L. B.; GREENO, J. G. (1990). *Conceptual growth of number and quantity*. Unpublished manuscript. University of Pittsburg, Pittsburg, PA.
- RILEY, M.S.; GREENO, J. G. (1988). «Developmental analysis of understanding language about quantities and solving problems». *Cognition and Instruction*, 5, 49-101.
- RIVIERE, A. (1990). «Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva cognitiva». En A. Marchesi, C. Coll y J. Palacios (eds.): *Desarrollo psicológico y educación, III: Necesidades educativas especiales y aprendizaje escolar*. Madrid, Alianza Psicología. p. 155-182.
- ROGOFF, B., Y J. LAVE (eds.) (1984). *Everyday Cognition: its development in social context*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- ROGOFF, B. (1990). *Apprenticeship in thinking*. New York, NY, Oxford University Press.
- ROTMAN, B. (1980). *Mathematics: an essay in semiotics*. University of Bristol, Mimeo.
- SASTRE, G Y MORENO, M. (1976-77). «Représentation graphique de la quantité. *Bulletin de Psychologie*. XXX, 327, 3-9, 346-355.
- SAXE, G. B.; GUBERMAN, S. R.; GEARHART, M. (1987). «Social processes in early number development». *Monographs in the Society for Research in Child Development*, 52 (Serial n. 216).
- SAXE, G. B. (1990). *Culture and cognitive development: Studies in mathematical understanding*. Hillsdale, NJ, LEA.
- SCHLIEMAN, A.; PEREIRA DE MAGALHAES, V. (1990). «Proportional reasoning: from shopping to kitchens, laboratories, and, hopefully, schools». En *Proceedings of fifteenth P.M.E. Conferency*. p. 67-73.
- SCHUBAUER-LEONI, M. L. Y PERRERET CLERMOT, A.N. (1980). «Interactions sociales et représentations symboliques dans le cadre de problèmes additifs.» *Recherches en Didactique des Mathématiques*. I. (3), 297-350.
- SCRIBNER, S. (1984). «Studying working intelligence». En B. Rogoff y J. Lave (eds.): *Everyday cognition: Its development in social context*. p. 9-40. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- SELLARES, R., Y BASSEDAS, M. (1983). La construcción de sistemas de numeración en la historia y en los niños. En M. Moreno y Equipo de IMIPAE, la pedagogía Operatoria, (87-104). Barcelona, Laia.
- SINCLAIR, H. (1982). «Les procédés d'apprentissage de l'enfant face aux systèmes représentatifs. *Actes de les premières journées sobre nous perspectives sobre la representació escrita en el nen*. ICE, Barcelona, 171-182.
- SINCLAIR, H.; SINCLAIR, A. (1986). «Children's mastery of written numerals and the construction of basic number concepts. En H. Hiebert, *Conceptual and Procedural knowledge*, Londres, Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- TULMISTE, P. (1988). *Kal'turno-istoricheskoe razvitiye verbal'nogo myshlenie (psikhologicheskije issledovaniya) (The cultural-historical development of verbal thinking (psychological research))*. Tallin, Valgus.

- VYGOTSKI, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, Crítica.
- WALKERDINE, V. (1982). «From context to text: as psychosemiotic approach o abstract thought». En M. Beveridge (ed.), *Children Thinking Though Language*. London, Edward Arnold.
- WALKERDINE, V. (1988). *The mastery of reason*. London, Routledge.
- WERTSCH, J. W. (1991). *Voices of the mind. A sociocultural approach to mediated action*. Cambridge, MA, Harvard University Press.

Extended Summary

The main theoretical and methodological principles behind the present approach to research together with the line it has followed are explained here. Its aim is to study how specific contents are acquired in contexts of educational interaction.

This paper is divided into two parts. First, we describe the approach adopted in recent years in some studies on the acquisition of mathematical language and number notation. We contest the view —adopted in some studies following a Piagetian approach— that this acquisition depends on notational construction, and we defend the specificity of the process of acquisition of mathematical language. The idea of socio-cognitive conflict as a mechanism responsible for this acquisition is also questioned. For, from this point of view, social interaction is merely given a favouring role. However, we support quite the opposite view. In this paper the idea is put forward that children learn contents and mathematical language when these are inserted —by way of signs— in contexts of practical activity in which social interaction has an established function.

The second part of this paper provides a review of studies on the assessment of curricular material through its use in the classroom. We start from a constructivist conception, according to which the acquisition of knowledge is the result of an interaction process between teacher, student, and teaching content. From these assumptions, we go on to analyze the joint activity, or interaction process, between these three components. The methodology used to evaluate materials is then summarized. This is followed by a more detailed description of the methodology and results corresponding to the analysis of classroom practice.

Three units of analysis are suggested:

- a. A didactic unit which includes an overall analysis covering the following factors: material covered, classroom organization of students, tasks carried out, etc.
- b. A lesson/lecture and the activity segments of which it is made up. Here two levels of analysis are included: The formal structure of teacher-pupil interaction, and the discursive activity. This has enabled us to create an obviously tentative typology of teacher's interventions.
- c. Finally, the paper also examines the need to continue exploring different methodologies and types of analysis.