

JUEGOS, INTERACCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTOS MATEMÁTICOS: INVESTIGACIÓN SOBRE UNA PRÁCTICA EDUCATIVA

Mercè Edo y Jordi Deulofeu

Universitat Autònoma de Barcelona

Resumen / Abstract

En este informe se presentan resultados de una investigación sobre aprendizajes de matemáticas realizados en un contexto de juego de mesa en el marco escolar. En él se indaga sobre: papel que ejerce la influencia educativa de la maestra y, presencia de influencia educativa entre alumnos en el proceso de aprendizaje de contenidos matemáticos.

We present research findings about mathematical learning in a class context with table games. We explore, on one hand, the opportunities derived from this class context in relation to the mathematical learning and, on the other, the role of the teacher. The peers' influence among them is also explored.

Introducción y objetivos

El *juego* aparece repetidamente en propuestas didácticas de primaria y hallamos, en los apartados de matemáticas, referencias al juego en todos los currículum del país (Edo, 2002). Sin embargo, disponemos de insuficientes datos que permitan concluir sobre la relación entre las situaciones didácticas con juegos de mesa y la construcción de conocimientos matemáticos.

Esta investigación trata sobre la utilización de juegos de mesa como elemento central del diseño e implementación de actividades de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos en primaria. El objetivo general es comprender mejor cómo unos alumnos concretos aprenden contenidos matemáticos en una situación didáctica que incorpora juegos de mesa, gracias a los procesos de interacción. Para ello, y a partir de la descripción e interpretación de la práctica educativa *Taller de juego y matemáticas*, se establecieron los siguientes *objetivos específicos*:

1. Identificar indicadores interpretables como mecanismos de influencia educativa por parte de la maestra relacionados con la cesión y el traspaso progresivo del control y la responsabilidad a los alumnos en su proceso de aprendizaje de contenidos matemáticos.
2. Identificar, si se dan, indicadores interpretables como influencia educativa de los alumnos en la interacción entre iguales.

En lo sucesivo se organiza el informe en tres apartados. Primero, se revisan las referencias sobre *juego y matemáticas en instituciones escolares* y se comenta el marco psicológico. En segundo lugar, se presenta la metodología de investigación. Por último, se exponen conclusiones relativas a los objetivos específicos.

Marco teórico

Hay numerosas propuestas didácticas y publicaciones de innovación en las que se relacionan juegos y matemáticas. Las más difundidas y con repercusión en educación infantil y primaria son: Kamii (1985) y Kamii y Devries (1980). También en nuestro

país y en etapas educativas distintas, se han realizado estudios y propuestas didácticas (Gairín, 1990; Corbalán, 1997; Rochera, 1997), sobre juegos y matemáticas. Aunque como señaló Guzmán (2005), aún se dispone de insuficientes resultados.

El uso de juegos en el marco escolar puede tomar como finalidad la comprensión de conceptos o la mejora de técnicas –juegos de conocimiento–, o bien la adquisición de métodos de resolución de problemas –juegos de estrategia– (Corbalán y Deulofeu, 1996). Nos interesan juegos que incidan en ambos aspectos: que generen situaciones problemáticas para cuyo abordaje sean necesarias técnicas y estrategias. En este sentido, las prácticas educativas escolares centradas en juegos y matemáticas pueden generar *contextos de resolución de problemas*, tal como expone Abrantes (1996), cuyo objetivo es crear ambientes que inciten a pensar matemáticamente.

El marco psicológico de referencia adoptado es la concepción constructivista del aprendizaje y la enseñanza (Coll, 2001). Desde esta perspectiva, en una situación didáctica, la interacción entre profesor y alumnos y entre éstos constituye el contexto en el que se proporcionan ayudas a los procesos de construcción de conocimientos escolares, entre ellos los matemáticos (Colomina, Onrubia y Rochera, 2001).

Uno de los mecanismos que opera en la interacción profesor-alumnos es el traspaso del control a medida que transcurre el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se ha constatado también que los alumnos pueden aumentar su capacidad de realizar ayudas mutuas efectivas en el marco de la interacción con sus compañeros (Colomina y otros, *op. cit.*; Coll y Rochera, 2000).

Metodología de investigación

Este trabajo se inscribe en el conjunto de investigaciones que abordan el estudio del comportamiento como resultado de procesos constructivos que tienen lugar en la misma situación de observación. Estas investigaciones, “descritas y etiquetadas de distintas formas: lewinianas, microetnográficas, etnometodológicas, etc.” (Coll, 1989, p. 274) tienen como finalidad última la comprensión de los fenómenos objeto de estudio en el contexto en el que se producen.

La investigación se basa en el *modelo conceptual y metodológico para el análisis de algunos mecanismos de influencia educativa que operan en la interactividad* (Coll y otros, 1995; Coll y Rochera, 2000). Se realiza un análisis, en tres fases sucesivas, de la *interactividad*, definida como: “la articulación de las actuaciones del profesor y los alumnos alrededor de una tarea o de un contenido determinado” (Coll y otros, *op. cit.*, p. 191), para poder captar al máximo la complejidad de la situación y al mismo tiempo las particularidades de las relaciones interpersonales. Se escogió este instrumento porque responde al marco psicológico seleccionado y ofrece elementos claros y pautas para el proceso de interpretación, sin ser prescriptivo, rígido ni cerrado.

Partiendo de este modelo, nuestra investigación consta de tres fases. Las dos primeras son de naturaleza general (macroanálisis) y recorren la totalidad de los datos. La tercera fase, más específica que las anteriores (microanálisis), analiza fragmentos de interacción, aquellos que, siendo claros en su identificación, comportan potencialmente oportunidades de aprendizaje de contenidos matemáticos.

Contexto de la experiencia

Los datos forman parte de una experiencia de innovación, *Taller de juegos y matemáticas*, desarrollada en ciclo inicial de primaria del CEIP Escola Bellaterra

(Barcelona). El taller se compone de cinco secuencias didácticas para cada curso, cada una en torno a un juego (Edo, 2004). Cada secuencia contiene tres o cuatro sesiones de clase. Esta experiencia involucró 9 adultos y 98 alumnos de entre seis y ocho años. Aquí se presenta parte del análisis de algunos de estos registros.

Sujetos

El grupo de seguimiento estuvo formado por cuatro alumnos de la misma edad procedentes de dos clases de segundo de primaria. En el proceso de selección, aleatorio, se tuvo en cuenta que hubiera igual número de integrantes por género. La maestra que intervino con este grupo en el taller, había sido ocho años tutora del ciclo inicial en esta escuela, aunque en el momento de la experimentación no lo era.

Recogida de datos

De las cinco secuencias didácticas se seleccionaron dos para el análisis: “Te pido un...” (la acción principal consiste en pedir una carta que junto a con una propia sumen 10 y descartarlas) y “Memori a 12” (la acción principal consiste en destapar dos cartas que, si sumadas dan 12, se recogen y en caso contrario se dejan donde estaban). La primera secuencia didáctica consta de cuatro sesiones y la segunda de tres, todas de unos 40 minutos. La frecuencia del taller es de una sesión semanal. Los datos se obtienen del registro en video y audio de siete sesiones (S) del taller, correspondientes a dos secuencias didácticas (SD). El registro se describe y transcribe para el análisis.

Análisis de los datos

Fase 1. Identificación de segmentos de interactividad (SI) y su evolución en dos secuencias didácticas: los mapas de interactividad

La unidad de análisis son los SI, en tanto que formas de organización de la actividad conjunta en el interior de cada sesión. El hecho de estudiar una actividad escolar muy pautada (juegos de mesa) permite identificar un reducido número de segmentos de interactividad, concretamente cuatro:

- a) concreción de la estructura de la tarea y/o recapitulación;
- b) preparación de la partida;
- c) desarrollo de la partida;
- d) conclusión de la partida y/o valoración.

Esta primera fragmentación de los datos proporciona dos mapas de interactividad en los cuales se observa la evolución del número, distribución y tiempos destinados a cada uno de los segmentos de interactividad dentro de cada sesión y dentro de cada secuencia. Este primer análisis ofrece la posibilidad de reconocer y ubicar en qué segmentos y en qué momentos se hace referencia –en conversaciones y acciones– a contenidos matemáticos. Se identifican contenidos matemáticos en todos los SI identificados, vinculados a sus tareas específicas, (reparto y organización del material, cálculos necesarios para jugar, recuento y comparación final de las puntuaciones, etc.).

Ejemplo 1: SI de *preparación de partida* 2, Sesión 3, SD2

Los 4 alumnos colocan las 26 cartas en filas y columnas encima de la mesa para jugar al memori a 12. Habitualmente la disposición era de 6x4 más una última fila con 2 cartas. En esta ocasión han colocado los naipes 5x5 y queda una sola carta en la última fila. Los alumnos se extrañan.
Maestra: *¿El otro día no sobraban dos cartas aquí?* (señalando) *¿Qué puede pasar?*
Héctor: *¡Ya! Y ahora también.*

Ejemplo 2: SI de *desarrollo de partida* 2, Sesión 1, SD2

Juegan 4 alumnos solos al memori a 12. Se trata de emparejar dos cartas que sumadas den 12.
 Rubén: (gira una carta) *Un cinco...* (pensativo).
 Mónica: (mirando a Rubén) *Ya lo sé.*
 (Rubén no reacciona)
 Héctor: (a Mónica) *¿Con el siete, no? o ¿es con el seis?*
 Mónica: *¿Seis?*
 Héctor: *No, que dan once.*
 Rubén: (no presta atención al dialogo de los compañeros) *Es igual* (destapa al azar).

Ejemplo 3: SI de conclusión de partida 3, Sesión 2b, SD1

Han jugado la partida 2 alumnas y la maestra. Hay 36 cartas. La maestra pide que miren quién ha ganado y se retira. Las alumnas cuentan los tres mazos obtenidos. Reaparece la maestra.
 Maestra: *¿Qué? ¿Quién ha ganado?*
 María: *Empates a 12, ella y yo (alumnas) y tú (maestra), once.*
 Maestra: *¿Seguro que puede ser? ¿Yo once y vosotras doce?*
 María: *Sí*
 Mónica: *Sí.*
 Maestra: *Al inicio, ¿cuántas teníamos cada una? (a María) No, no cuentes, piensa.*

Estos ejemplos muestran situaciones aritméticas en el contexto de juego que, en ocasiones, se convierten en el origen de un buen proceso de resolución de problemas. Sin embargo no todas las oportunidades matemáticas que genera el contexto son aprovechadas de la misma forma por la maestra. La participación de la maestra y los alumnos en la gestión de estas situaciones varía a lo largo de cada secuencia. Los datos obtenidos en esta fase ofrecen la posibilidad de identificar y estudiar la evolución de las actuaciones en la fase siguiente.

Fase 2. Identificación y caracterización de las actuaciones (A) interrelacionadas de los participantes y su evolución en algún SI

La unidad de análisis es la identificación y caracterización de todas las A dentro de cada SI. Se consideran las actuaciones como “Los comportamientos (...) que exhiben los participantes en un determinado segmento de interactividad en función tanto del rol que asumen en éste, cómo de las condiciones que imponen la estructura de participación social y la estructura de la tarea académica.” (Rochera, 2000, p. 111).

La identificación y recuento de las actuaciones en cada SI permite realizar un estudio cuantitativo y cualitativo de la evolución de las actuaciones. Por ejemplo, permite comparar el número de actuaciones (absoluto y relativo) de maestra y alumnos en cada SI de cada sesión (en cada SD y entre secuencias) y obtener indicios de la evolución en la cesión del control (maestra) y del aumento de la participación autónoma (alumnos).

Tabla I. Número relativo y absoluto de actuaciones maestra-alumnos de la secuencia didáctica 1, en los SI de desarrollo de la partida¹:

Sesión 1				Sesión 2a				Sesión 2b				Sesión 3			
Maestra		Alumnos		Maestra		Alumnos		Maestra		Alumnos		Maestra		Alumnos	
38%	96	62%	156	37%	50	63%	86	46%	123	54%	144	6%	9	94%	150

En las sesiones 1 y 3 participan la maestra y los 4 alumnos. En la sesión 2a participa la maestra y 2 de los 4 alumnos, más aventajados. En la sesión 2b intervienen la maestra y

¹ Los porcentajes se calculan tomando como unidad cada actuación transcrita.

los otros dos alumnos. Los datos de esta secuencia (y de la SD2) muestran una tendencia de la maestra a ir reduciendo su participación y a aumentar la cesión de la gestión autónoma de la tarea. Pero muestran también una actuación diferenciada de la maestra según las competencias de los alumnos con los que interactúa. La pauta de disminución de las actuaciones relativas de la maestra y aumento de las de los alumnos aparece en todos los SI estudiados, aunque no de forma lineal.

El estudio cuantitativo es simultáneo al cualitativo; interesa tanto la cantidad de intervenciones como la calidad, es decir, determinar el grado de control (maestra) o de autonomía (alumnos) de cada actuación y estudiar su evolución.

Tabla II. Porcentajes de actuaciones de la maestra que comportan distintos grados de control en la secuencia didáctica 1, en los SI de desarrollo de la partida.

Actuaciones maestra		Sesión 1	Sesión 2a	Sesión 2b	Sesión 3
Alto grado de control: informa, explica, corrige...		45%	14%	20%	Irrelevante ²
Bajo grado de control	Plantea interrogantes: pide información, pide identificación y corrección de errores...	32%	42%	40%	Irrelevante
	Refuerza actuación autónoma: repite, valora, valida la actuación de un alumno.	4%	8%	20%	Irrelevante
	Modela actuación pertinente: interviene como jugador.	19%	36%	20%	Irrelevante

La Tabla II muestra la variación de las actuaciones de la maestra en la SD1. Hay una tendencia a: reducción de las actuaciones que implican alto grado de control; aumento de participación guiada; diversificación de actuaciones en función de las capacidades mostradas por los alumnos; cesión de la gestión de la tarea en la última sesión.

En la secuencia 2, la maestra varía la estructura de participación social. En lugar de realizar una sesión separando los alumnos por niveles de competencia, estructura la participación en pequeños grupos cooperativos de dos o más personas por equipo. Este cambio favorece la aparición de actuaciones de ayuda de unos alumnos a otros.

Fase 3. Selección y estudio de evolución de fragmentos de interacción que comportan –potencialmente– oportunidades de aprendizaje matemático

La unidad de análisis son *fragmentos de interacción* (E/D/d) que se caracterizan porque se inician con un *Error* (E), una expresión de *Dificultad* (D) o una *demanda* (d) por parte de un alumno –en relación con algún contenido matemático: cálculo o estrategia–; el fragmento finaliza cuando los participantes dejan de hacer referencia al motivo que lo ha generado. El estudio de la evolución de estos fragmentos se realiza atendiendo a distintos parámetros. Por una parte, se caracteriza el número de actuaciones en cada E/D/d:

- i) Fragmentos tipo A: 3 o 4 actuaciones.

² En la sesión 3 el número de actuaciones de la maestra es 9 y el de los alumnos 150.

- ii) Fragmentos tipo B: de 5 a 14 actuaciones.
- iii) Fragmentos tipo C: de 15 a 34 actuaciones.

Por otra parte, se recuentan los fragmentos:

- resueltos positivamente y no resueltos;
- aparecidos en cada SI;
- donde interviene la maestra y donde actúan los alumnos solos;
- centrados en contenidos matemáticos de cálculo y/o en estrategias de juego.

Tabla III. Fragmento tipo B, en SI de desarrollo de partida 2, sesión 2b, SD1.

<i>Transcripción</i>		<i>Actuaciones</i>
Maestra y 2 alumnas juegan a “Te pido un...”. Una vez repartidas todas las cartas cada jugador debe descartar todas las parejas que sumadas den 10.		
María	(Descarta la primera pareja, siete y dos; no descarta nada más).	Error
Maestra	(a María) <i>A ver, ¿esto es correcto?</i> (Pone la mano encima de la única pareja que ha hecho María, un siete y un dos).	Plantea cuestión
María	(Coge la carta con el dos) <i>¡Ay!</i>	Identifica error
Maestra	<i>¿Qué era? Siete y ...</i>	Plantea cuestión
Mónica	<i>Tres.</i>	Corrige
María	(Cambia el dos por un tres. Continúa teniendo una sola pareja encima de la mesa).	Resuelve

Tabla IV. Fragmento tipo A, en SI de desarrollo de partida 2, Sesión 2b, SD1

<i>Transcripción</i>		<i>Actuaciones</i>
Juegan las 2 alumnas y la maestra a “Te pido un...”. La acción a realizar consiste en pedir una carta que junto con una propia sumen 10 y descartarlas. Tienen el turno María y le quedan pocas cartas. En una jugada anterior María había pedido un “uno” a Mónica.		
María	(Mira sus cartas y hace ruidos con la boca mientras pasa el tiempo) <i>¡Ay, dios mío, estoy perdida!</i>	Dificultad
Mónica	(Se dirige a María) <i>¡Ah! María, si antes me has preguntado a mí, ¿quién lo tendrá?</i>	Ayuda parcial
María	(Reaccionando enseguida y dirigiéndose a la maestra) <i>¿Tienes un uno?</i>	Corrige y resuelve

Las Tablas III y IV muestran dos ejemplos de fragmentos E/D/d en torno a contenidos de cálculo y de estrategia, respectivamente.

Esta fase del estudio permite:

- a) Identificar errores, dificultades y demandas a lo largo del tiempo; se observa una tendencia a la disminución de los errores a medida que avanza cada secuencia.

- b) Ubicarlos en SI concretos; al inicio de cada juego el mayor número de E/D/d aparecen en el SI de desarrollo de la partida y se centran en los cálculos necesarios para jugar; cuando este contenido deja de ser el centro de atención de aprendizaje aparecen más E/D/d en el mismo SI, centrados en aspectos de estrategia.
- c) Identificar los fragmentos de mayor complejidad; estos tienden a aparecer cuando los contenidos de cálculo dejan de ser el objetivo básico de aprendizaje; aparecen en los SI de preparación de partida y conclusión, y se convierten en procesos de resolución de problemas.
- d) Identificar estrategias de cesión y traspaso del control por parte de la maestra: la mayor parte de sus intervenciones, en estos E/D/d, consiste en realizar ayudas ajustadas que se concretan en plantear cuestiones que centran el tema en el cual hay que reflexionar, implicando a los alumnos en la detección y corrección de errores y dificultades propios y de los compañeros; y, no corrige directamente los errores. En la SD2 se estudian 68 E/D/d, la maestra sólo realiza una corrección directa en 2 ocasiones.
- e) Identificar la evolución de la capacidad de los alumnos para gestionar los E/D/d cuando actúan solos sin la presencia de la maestra.

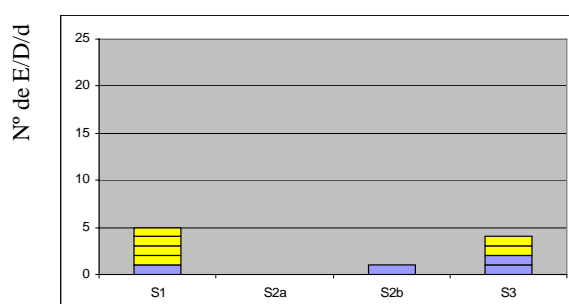
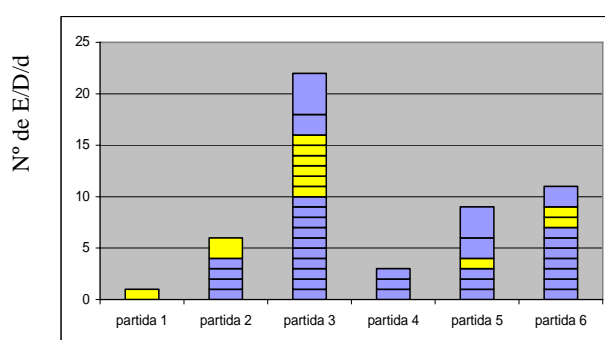


Gráfico 1. SD1 Sesiones



Partidas: 2 partida 1 sesión

Gráfico 2. SD2

Los Gráficos 1 y 2 muestran los fragmentos que se inician con un *error*, una expresión de *dificultad* o una *demanda* por parte de algún alumno –relativos a contenidos matemáticos, de cálculo o estrategia– y que *gestionan los alumnos solos*.

Durante la SD1, los alumnos intentan gestionar solos E/D/d muy pocas veces (10) resolviendo positivamente solo 4 E/D/d en toda la secuencia. Sin embargo, en la SD2

(trabajo en grupos cooperativos) se enfrentan muchas más veces (43) a E/D/d. Por una parte, se trata de fragmentos de interacción más complejos (contienen más actuaciones) y, por otra, hay un número muy elevado (32) de resoluciones positivas.

Conclusiones

En relación con la *influencia educativa que ejerce la maestra* se observa que ésta cede y traspasa progresivamente el control y la responsabilidad del aprendizaje a los alumnos al ir reduciendo el número y grado de las ayudas a medida que los alumnos muestran un mayor grado de autonomía. Entre las estrategias utilizadas para la cesión del control, la maestra:

1. implica a los alumnos en el proceso de detección y corrección de errores y dificultades propios y de los compañeros, preguntando directamente a distintos alumnos, invitando a participar y no corrigiendo los errores ella misma;
2. varía la estructura de participación social en las dos secuencias estudiadas, siendo más efectiva la variación consistente en estructurar la participación de los alumnos en pequeños grupos cooperativos;
3. varía la atención del grupo en distintos contenidos matemáticos. Primero se centra en el dominio de los cálculos necesarios para jugar. Luego se centra en las estrategias de juego y en las situaciones generadas por el contexto que se convierten en procesos de resolución de problemas.

En relación con la *influencia educativa que ejercen los alumnos entre sí* cabe destacar:

1. El aumento de la capacidad de los alumnos para ejercer ayudas mutuas y de la capacidad de aceptar y utilizar estas ayudas en su proceso de aprendizaje. Las ayudas son prácticamente inexistentes en las sesiones iniciales y numerosas en las finales.
2. El aumento de su capacidad de intervenir de manera efectiva cuando actúan solos. Delante de errores, dudas y dificultades aparecen, con el tiempo, diálogos más largos y complejos, únicamente entre alumnos, para llegar a soluciones efectivas y compartidas.

Todo esto nos lleva a concluir que el contexto de juego en el marco escolar facilita la construcción de conocimiento matemático cuando se plantea en un entorno constructivista de interacción entre todos los participantes.

Referencias

- Abrantes, P. (1996). El papel de la resolución de problemas en un contexto de innovación curricular. *UNO*, 8, 7-18.
- Coll, C. (1989). *Conocimiento psicológico y práctica educativa*. Barcelona: Barcanova.
- Coll, C. (2001). Constructivismo y educación: la concepción constructivista de la enseñanza y el aprendizaje. En C. Coll, J. Palacios., A. Marchesi, (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación, 2: Psicología de la educación escolar* (pp. 157-186). Madrid: Alianza.
- Coll, C., Colomina, R., Onrubia, J., Rochera, M. J. (1995). Actividad conjunta y habla: una aproximación al estudio de los mecanismos de influencia educativa. En P.

- Fernandez Berrocal y M. A. Melero (Eds.), *La interacción social en contextos educativos*. Madrid: siglo XXI.
- Coll, C., Rochera, M. J. (2000). Actividad conjunta y traspaso del control en tres secuencias didácticas sobre los primeros números de la serie natural. *Infancia y Aprendizaje*, 92, 109-130.
- Colomina, R., Onrubia, J., Rochera, M. J. (2001). Interactividad, mecanismos de influencia educativa y construcción del conocimiento en el aula. En C. Coll, J. Palacios, A. Marchesi (Eds.), *Desarrollo psicológico y educación 2. Psicología de la educación escolar* (pp. 437-458). Madrid: Alianza.
- Corbalán, F., Deulofeu, J. (1996). Juegos manipulativos en la enseñanza de las matemáticas, *UNO*, 7, 71-80
- Corbalán, F. (1997). *Juegos de estrategia y resolución de problemas: análisis de estrategias y topología de jugadores en el alumnado de secundaria*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Edo, M. (2002). *Jocs, interacció i construcció de coneixements matemàtics*. Tesis doctoral. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Edo, M. (2004). Taller de juegos y matemáticas en el ciclo inicial de primaria. Desarrollo curricular. Estrategias e instrumentos. En C. Tomás y M. Casas (Eds.), *Educación Primaria. Orientaciones y Recursos*. Barcelona: CISSPRAXIS.
- Gairín, J. M. (1990). Efectos de la utilización de juegos educativos en la enseñanza de las Matemáticas. *Educación*, 17, 105-118.
- Guzmán, M. (2005). Juegos matemáticos en la enseñanza. En F. Martín y I. Fuentes (Eds.), *Textos de Miguel de Guzmán* (pp. 23-60). Madrid: FESPM.
- Kamii, C. (1985). *El niño reinventa la aritmética, implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: Visor.
- Kamii, C., Devries, R. (1980). *Juegos colectivos en la primera enseñanza: implicaciones de la teoría de Piaget*. Madrid: Visor.
- Rochera, M. J. (1997). *Interactividad e influencia educativa: análisis de algunas actividades de enseñanza y aprendizaje de los primeros números de la serie natural en educación infantil*, Tesis doctoral. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Rochera, M. J. (2000). Interacción y andamiaje en el aula: el papel de los errores en la influencia educativa. *Cultura y Educación*, 17-18, 63-81.