

Posibilidades del juego de construcción para el aprendizaje de las Matemáticas en la Educación Infantil

Possibilities of Block Play for the learning of Mathematics in Early Childhood Education

Carlos de Castro Hernández*, Desiré López Barrero** y Beatriz Escorial González**

Resumen

Presentamos una guía –matemática, evolutiva y didáctica– para estudiar el juego de construcción en la Educación Infantil y reflexionar sobre las posibilidades que ofrece para el aprendizaje de las matemáticas. Para ello, describimos un material que favorece la actividad matemática, explicamos qué tipo de construcciones realizan los niños de 2 a 6 años, y qué evolución se observa en la construcción en estas edades. Después, ofrecemos orientaciones didácticas para implementar el juego de construcción y promover el aprendizaje de las matemáticas. Finalizamos reflexionando sobre condiciones suficientes que deben darse en el juego para «asegurar» que se produce un aprendizaje matemático.

Palabras clave:

Juego de construcción, educación infantil, matemáticas, geometría, medición, topología, equivalencia, simetría, patrones.

Abstract

We present a mathematical, developmental, and educational guide to study block play in Early Childhood Education and to reflect on the possibilities that block play offers for the learning of mathematics. To this end, we describe a building material that promotes mathematical activity; we explain what kind of construction is performed by children from 2 to 6 years, and what development can be observed in block play in this age group. Then, we offer educational orientations to implement block play and to promote the learning of mathematics. We conclude by reflecting on sufficient conditions for block play to «ensure» that mathematical learning really takes place.

Key words:

Block play, early childhood education, mathematics, geometry, measurement, topology, equivalence, symmetry, patterns.

*Universidad Complutense de Madrid
carlos.decastro@edu.ucm.es

**CEIP Virgen de Peña Sacra, Manzanares el Real, Madrid
desiree.lopezbarrero@educa.madrid.org
beatriz.escorialgonzalez@educa.madrid.org

1. Introducción

Este trabajo representa un intento sistemático de proporcionar un marco de referencia matemático, evolutivo y didáctico para el juego de construcción con bloques de madera en la Educación Infantil. Enfocamos el trabajo desde el punto de vista del aprendizaje de las matemáticas, aunque resulta evidente que a través de este juego se producen gran cantidad de aprendizajes no matemáticos y que, a la fuerza, la visión con énfasis matemático de una realidad compleja ofrece inevitablemente sesgos.

Comenzaremos por explicar qué implicaciones tiene el diseño del material de construcción en el tipo de actividad de construcción desarrollada con el mismo. En especial, justificaremos por qué el material que empleamos favorece la actividad matemática. A continuación, como resultado de una revisión sobre la literatura de construcción, resumida en diversos trabajos (Chalufour y Worth, 2004; Gura, 1992; Johnson, 1996; Leeb-Lundberg, 1996; Vereecken, 1961; Wellhousen y Kieff, 2001), mostramos cuáles son los tipos básicos de construcciones que realizan los niños desde los 2 a los 6 años y cuál es la evolución que se produce en estos primeros años en la actividad de construcción.

En el punto cinco del trabajo, ofrecemos claves didácticas para el trabajo de construcción y orientaciones sobre diversas formas de llevar a cabo el juego de construcción para promover el aprendizaje de las matemáticas. Todas las figuras están tomadas de experiencias que venimos realizando, desde el curso 2005-2006, en distintas escuelas infantiles y colegios¹ de la Comunidad de Madrid (De Castro y Escorial, 2006). Finalizaremos reflexionando sobre las condiciones que deben darse en el juego de construcción para que los niños aprendan matemáticas.

Es importante advertir, en esta introducción, que nuestro trabajo sigue una línea diferente a la del conocimiento lógico-matemático, proveniente de los planteamientos piagetianos sobre el aprendizaje infantil de las matemáticas. Aun reconociendo el indudable valor de la inmensa aportación del modelo piagetiano, todavía con gran influencia en los planteamientos actuales, seguimos una línea más afín a la del Consejo Nacional de Profesores de Matemáticas (NCTM, 2003), con influencias del modelo holandés de la Educación Matemática Realista. En este sentido, consideramos nuestro enfoque cercano al del trabajo de Alsina (2011). Así, a lo

¹ CEIP Virgen de Peña Sacra, de Manzanares el Real; Escuela Infantil El Limonero, de Parla; y Colegio Las Naciones, de Madrid.

largo del trabajo, preferimos utilizar términos del tipo «actividad matemática infantil», que otros como «conocimiento lógico-matemático». El trabajo que hacemos en Educación Infantil está orientado al desarrollo del currículo matemático de esta etapa.

Buscamos un tipo de actividad matemática adecuada al desarrollo infantil. Cuando comenzamos a utilizar el juego de construcción con esta finalidad, en el curso 2005-2006, resultó importante la publicación del número 28, monográfico de la Revista Aula de Infantil, sobre el juego de construcción infantil. En él, Arnaiz (2005) señala sobre la construcción: «Los niños y niñas son capaces de generar producciones complejas que implican simetrías, evidencian ejes de rotación, crean ordenamientos complejos, consiguen equilibrios desconcertantes, recurren a equivalencias entre piezas, definen perímetros regulares de grandes dimensiones y sin referencias inmediatas...» (p. 6). Este monográfico nos aportó la seguridad de que el trabajo que hacíamos de matemáticas, desde el primer ciclo de Educación Infantil, cumpliría con nuestras expectativas.

2. El material de construcción: Un diseño potenciador de la actividad matemática

La característica fundamental del material de construcción que utilizamos² (ver Figura 1) es que todas las piezas (salvo la más pequeña de ellas; un cubo de 4 cm de arista) pueden componerse utilizando otras piezas más pequeñas del propio material. Esta composición puede hacerse, en muchos casos, de varias formas diferentes. Por ejemplo, si consideramos el bloque unidad (de $4 \times 8 \times 16$), vemos que puede componerse empleando dos «medias unidades» (de $4 \times 8 \times 8$). También podrá componerse con 4 pilares cortos; con un pilar largo y dos cortos; con 2 pilares largos; con media unidad y cuatro cubos pequeños, o incluso con 8 cubos de 4 cm de arista. Otras tantas composiciones podrán hacerse del «bloque unidad» si utilizamos las piezas de la parte inferior de la Figura 1 (por ejemplo, el bloque unidad con 4 tablas cuadradas pequeñas, con 4 tablas delgadas largas, o con dos pilares cortos y cuatro tablas delgadas cortas).

² El material que aparece en las imágenes del trabajo con niños de 5-6 años (Figuras 6, 7 y 20 a 25) es ligeramente diferente al descrito en la Figura 1. Es un material que contaba con pilares más delgados (y menos estables) y con piezas triangulares. Este material se sustituyó en las experiencias siguientes por otro con pilares más estables y con piezas más fáciles de cortar, eliminando los triángulos, para que fuese más fácil de reproducir en colegios. Hemos optado por mostrar en la Figura 1 sólo el material que, después de varias experiencias, nos ha dado mejores resultados, evitando explicar con detalle cómo es el material que hemos desechado.

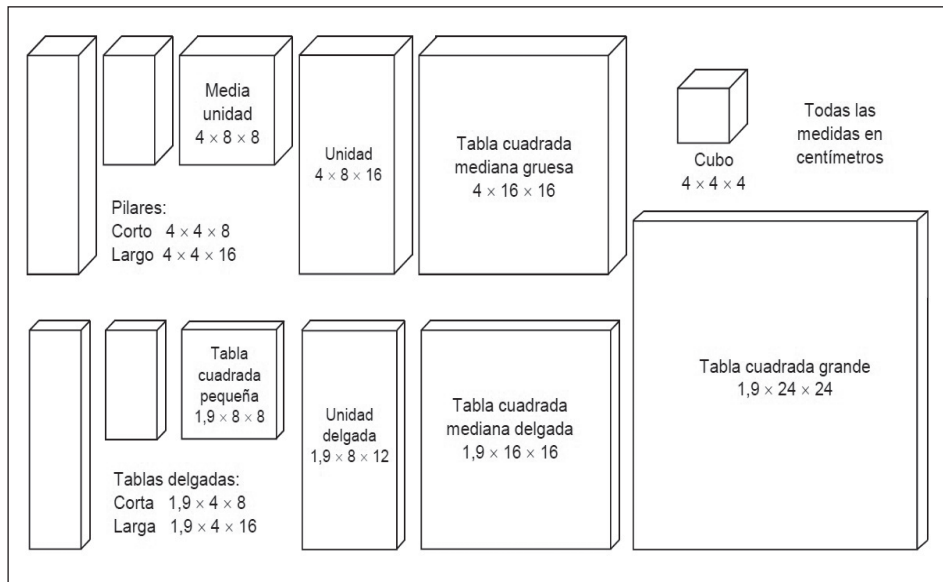


Figura 1. Diseño del material de construcción.

Esta característica convierte al material en idóneo para el aprendizaje de la composición y descomposición de formas geométricas, dos de los procesos fundamentales en el aprendizaje de la geometría espacial. Estos mismos contenidos se tratan en la geometría plana de Educación Infantil con puzzles como el tangram. La diferencia entre estas dos situaciones es que en el juego de construcción, debido al deseo infantil de construir con piezas del mismo tipo, una vez se acaban las piezas de un tipo dado, los niños tratan de componer dicha figura espontáneamente con piezas de menor tamaño. Es decir, se plantean el problema de composición por sí mismos, al contrario que en el tangram, en el que es más habitual que se plantee la resolución de un puzzle ofrecido por el adulto.

3. Las formas básicas en las construcciones y sus propiedades matemáticas

En este apartado presentamos las construcciones básicas que realizan los niños de Educación Infantil. Se trata de proporcionar un esquema sencillo y un vocabulario elemental (tomado del trabajo de Gura, 1992), para hablar de las construcciones. En el apartado dedicado a la evolución de las construcciones, se profundizará en estas formas básicas de la construcción.



Figura 2. Apilamiento vertical lineal (2-3 años).



Figura 3. Apilamiento vertical lineal con piezas iguales (2-3 años).

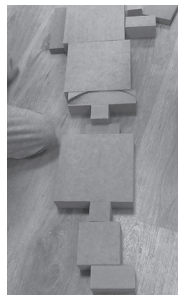


Figura 4. Apilamientos horizontales lineales (2-3 años).



En las Figuras 2 a 6 observamos diferentes tipos de apilamientos: unidimensionales (líneas, Figuras 2 a 4), bidimensionales (planos, «embaldosados», Figura 5), tridimensionales («montones» sin forma determinada, Figura 6). Los apilamientos lineales (o unidimensionales) pueden ser verticales (Figuras 2 y 3) u horizontales (Figura 4). Los apilamientos bidimensionales pueden ser horizontales, formando un «suelo» (Figura 5), o verticales, formando como una «pared». Los apilamientos tridimensionales tienen la apariencia de «montones» de piezas (Figura 6). Suelen aparecer combinados con otros tipos de construcciones, como los apilamientos verticales.

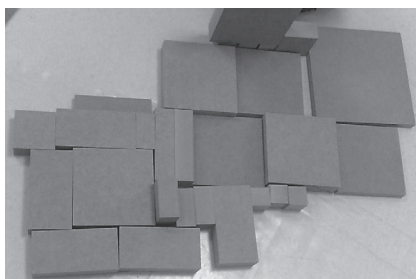


Figura 5. Apilamiento horizontal superficial (o bidimensional) (2-3 años).

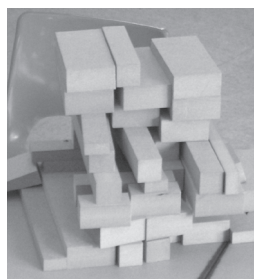


Figura 6. Apilamiento tridimensional (5-6 años).

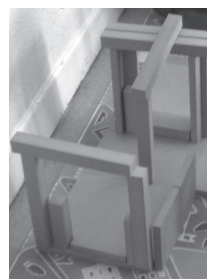


Figura 7. Puentes (5-6 años).

Los puentes, cerramientos, patrones y simetrías son los siguientes elementos constructivos (Figuras 7 a 10). En la Figura 7 aparece una composición realizada con cuatro puentes. En el puente más cercano vemos que la pieza superior apenas está apoyada en el pilar derecho (según vemos la Figura) y sin embargo, sobresale claramente por el lado izquierdo. En la Figura 8 vemos un cerramiento. También se dan los cerramientos tridimensionales, cuando los niños construyen una especie de «caja»

con tapa, o una «casa» con tejado. En la Figura 9 vemos una pequeña torre construida sobre un apilamiento bidimensional horizontal. Esta torre está formada por completo por piezas iguales: el ladrillo base (la pieza que se suele denominar «unidad»³). Cada pieza unidad, colocada sobre la anterior, va rotada 90° con respecto a aquella. Así, se forma un patrón, constituido por dos piezas, que se va repitiendo. Curiosamente, se trata de un patrón que utiliza como elemento fundamental la orientación de las piezas colocadas, y no el tipo de pieza utilizada en la construcción. Estos dos elementos (patrones y simetría) suelen aparecer más o menos simultáneamente desde el punto de vista evolutivo. Por último, los ejemplos de construcciones claramente simétricas comienzan a aparecer muy pronto, a los 2-3 años, como se aprecia en la Figura 10.



Figura 8. Cerramientos
(4-5 años).



Figura 9. Patrones
(4-5 años).



Figura 10. Simetrías (2-3
años).

4. Aspectos evolutivos de las construcciones infantiles

La evolución de las construcciones sigue unas pautas más o menos estables (Johnson⁴, 1996), abarcando desde un año de edad hasta los cuatro o cinco años. Pensamos que no tiene mucho sentido hablar de «etapas», pues los niños suelen pasar con cierta rapidez de unas construcciones a otras más evolucionadas (a veces en cuestión de días o semanas). De hecho, si comenzamos a construir con niños de últimos cursos de Educación Infantil (de 4 a 6 años), podemos asistir a toda una evolución «comprimida» en dos o tres sesiones de juego libre.

³ Esta pieza es la unidad que da nombre a los «unit blocks» (bloques unidad), popular material de construcción en EE. UU., diseñado por Caroline Pratt, basado en el cuarto Don de Froebel: un cubo dividido en ocho prismas iguales a esta unidad (De Castro y Escorial, 2006). Las dimensiones de esta unidad en nuestro material son especiales: 4 × 8 × 16 cm. Es decir, cada una el doble de la anterior, lo que permite realizar múltiples composiciones regulares con piezas de este tipo.

⁴ El trabajo original es de 1933. Puede encontrarse también una descripción de esta evolución en Wellhausen y Kieff (2001, pp. 41-56).

4.1 Transporte

Cuando los niños comienzan a utilizar el material de construcción en primer ciclo de Educación Infantil, normalmente con uno o dos años, suelen producirse situaciones en las que los pequeños se limitan a transportar el material de un lado a otro sin realizar nada identificable con una construcción. Parece como si los niños no supiesen (y seguramente sea así) para qué sirve el material y «a qué se puede jugar con él». En estas situaciones, la educadora puede dedicar un rato a construir, para servir de modelo a sus alumnos que, poco a poco, partiendo de la imitación o por propia iniciativa, empezarán a elaborar sus primeras construcciones. Los comportamientos infantiles de transporte con materiales de construcción son similares a los que podemos observar en el juego heurístico (Goldschmied y Jackson, 2000) con niños de uno y dos años.

4.2 Apilamientos

Para analizar las primeras construcciones infantiles, debemos atender a cuatro aspectos fundamentales: la repetición, la equivalencia, las posiciones relativas de una pieza con respecto a las contiguas, y la forma global de la construcción. Al principio, los niños suelen repetir la acción de añadir un bloque, dando lugar a los llamados «apilamientos». El ejemplo típico corresponde a niños de uno y dos años formando «torres» con unos pocos bloques. El término «apilamiento» tiene una connotación de amontonar piezas, una a continuación de la otra, sin tener en cuenta la forma global de la construcción que va apareciendo. Las piezas que se utilizan en los apilamientos no tienen por qué ser iguales (Figuras 1 y 3). En algunos apilamientos, la acción de ir añadiendo bloques de forma repetida, se combina con la elección de bloques iguales, o equivalentes, dando lugar a apilamientos con piezas equivalentes⁵, que suelen tener un aspecto más regular, una forma global más definida (Figura 2).

La forma de juntar las piezas es también interesante. Normalmente, en un apilamiento horizontal lineal, dos piezas contiguas tienen contacto en una cara vertical completa de cada pieza. Es raro ver que solo un vértice o una arista de un bloque toquen la superficie de una de las caras de otro bloque: el contacto suele ser cara a cara, salvo cuando se intenta formar una especie de cerramiento de forma aproximadamente

⁵ Vereecken (1961) realiza un análisis muy detallado de los apilamientos. Distingue entre apilamientos procedentes de una acción simétrica, en que los niños añaden dos piezas iguales a la vez, una con cada mano, a los dos extremos de una fila de bloques, y los apilamientos asimétricos, en los que se prolonga una fila solo por uno de sus extremos.

circular, en que el contacto es de arista con arista. Además, cuando las caras de dos piezas que se unen son equivalentes en longitud, los niños tienden, poco a poco, a intentar que las caras coincidan en toda su extensión. En este caso, si se forma un apilamiento con piezas iguales (tablas cuadradas, por ejemplo) y se ajusta la posición de cada tabla al colocarla sobre la anterior de forma que coincidan, la forma global del apilamiento será de prisma cuadrangular. Ese tipo de apilamiento tan regular ya no es propio de primer ciclo de Educación Infantil, sino de niñas y niños algo mayores.

4.3 Puentes

Los puentes (Figura 6) son el segundo tipo de construcción en surgir, junto con los cerramientos –de hecho, en Gura (1992), se presentan los puentes como cerramientos verticales. Son construcciones con forma de dolmen, con dos piezas que suelen ser iguales, o al menos equivalentes en altura, separadas entre sí, con una pieza colocada sobre ellas. Estas construcciones plantean los primeros problemas de construcción. Los dos pilares deben tener entre sí una separación menor que la longitud de la pieza superior. Aquí comparamos una distancia (la longitud de un espacio vacío) con una longitud (de un objeto concreto). Además, el niño debe hacer ciertos equilibrios para que la pieza de arriba no caiga. También es el primer tipo de construcción con «agujeros», un aspecto que suele llamar la atención de los pequeños al construir. Dado que los niños utilizan mucho la repetición como elemento constructivo, no es raro ver construcciones con varios puentes. El siguiente elemento constructivo de similares características aparecerá cuando los niños comiencen a construir «pisos» con una tabla cuadrada con cuatro pilares en sus esquinas.

4.4 Cerramientos

Los cerramientos aparecen pronto (incluso en primer ciclo de Educación Infantil). Son «líneas» cerradas que delimitan un espacio interior, separándolo del exterior (Figura 7). Los conceptos de cerrado, abierto, interior (dentro), exterior (fuera) y frontera (borde) son conceptos geométricos muy elementales (a los que llamamos conceptos topológicos) que suelen aprenderse pronto, en la Educación Infantil, junto a otros conceptos considerados básicos. Estos conceptos no suelen ocasionar dificultades y se aprenden de forma bastante natural en Educación Infantil, y no muestran su complejidad matemática y su dificultad hasta que los alumnos comienzan el estudio de la topología, dentro del análisis, en la Educación Secundaria y el Bachillerato. Es preciso tener mucho cuidado al interpretar las construcciones infantiles. Los cerramientos llevan

consigo toda una simbología y unas connotaciones deben tenerse en cuenta. Muchos autores han descrito el comportamiento de niños que elaboran cerramientos y permanecen dentro de ellos durante un tiempo, como en una especie de aislamiento simbólico, o como buscando protección, hasta que se reincorporan a sus tareas con los demás. Ante este tipo de situaciones, defender que lo importante de la construcción es su aspecto matemático, puede evidenciar la ridiculez de la postura de querer ver todo desde una perspectiva matemática, cuando el hecho fundamental que ahí ocurre admite lecturas más adecuadas desde el ámbito de lo afectivo.

4.5 Patrones y simetrías

La palabra «patrón» admite muchas definiciones diferentes. En construcción, los patrones se refieren a la repetición de un modelo. Los niños suelen crear construcciones, a veces muy sencillas, con varias piezas, y luego dedicarse a iterar este proceso de construcción. Igual que cuando los niños pegan gomets en una hoja de papel repitiendo la unidad formada por un triángulo y un círculo, para formar una serie repetitiva del tipo: triángulo, círculo, triángulo, círculo..., en construcción es habitual ver cómo un niño hace un piso con cuatro pilares y una tabla y, a continuación, repite esta estructura para formar un «edificio» con varios pisos iguales. Así, aunque la repetición aparece muy pronto en la construcción (2-3 años), la conjunción de la repetición con la copia de un modelo, dando lugar a patrones, aparece más tarde.

La simetría es uno de los «últimos» aspectos matemáticos que aparecen en las construcciones. Esta afirmación choca con el hecho de encontrar ejemplos de construcciones simétricas en niños de 2-3 años. De nuevo, insistimos en que, en la evolución en las construcciones, que se suele producir de forma rápida, un elemento fundamental es la propia experiencia construyendo. La simetría que aparece en estas construcciones es una simetría bilateral, como la reflexión en un espejo. La simetría bilateral es la que tiene el cuerpo humano (externamente, y de manera sólo aproximada). Consiste en la división, por un plano de simetría, de los objetos en dos partes simétricas. Cada una de las dos partes, si se mirase en un espejo situado en el plano de simetría, vería a la otra parte de la figura (su parte simétrica).

4.6 Representación temprana

Llega un momento en que todos los elementos constructivos descritos, junto a otros que no hemos citado, se mezclan dentro de las construcciones infantiles. Es un momento en

que toma importancia la construcción, vista globalmente en su conjunto, y comienza a tener protagonismo el aspecto de la representación. Es decir, la construcción se convierte en algo que está en el lugar de otra cosa. Al principio, los niños ponen nombre a las construcciones, o dicen lo que éstas representan, una vez finalizada la construcción, a posteriori. Hablamos en estos casos de que hay una situación de representación temprana; una anticipación de situaciones que veremos más claras en la siguiente sección.

4.7 Representación avanzada

El elemento característico y distintivo de la representación avanzada es la planificación anticipada del objetivo final del proceso de construcción. Normalmente, la idea es mezclar la construcción con el juego simbólico. Si tienen juguetes que representan animales, pueden decidir hacer un zoo; si tienen coches, un garaje. La clave es que en situaciones de representación avanzada, hay una idea previa que orienta la planificación, monitorización y regulación de la actividad de construcción, que es de forma deliberada y plenamente consciente orientada a una meta. Los elementos constructivos son los mismos. Lo único que cambia es la integración de estos elementos (y estas destrezas constructivas) dentro de un plan, o un proyecto de construcción.

5. Aspectos didácticos I: La organización de los recursos para el juego libre

Vamos a dedicar este apartado a explicar distintas posibilidades de llevar a cabo en el aula de Educación Infantil el juego de construcción. Trataremos de orientar a quienes deseen poner en práctica este tipo de actividad sobre cómo hacerlo y, después, a través de las ilustraciones, sobre qué tipo de construcciones cabe esperar a distintas edades. El trabajo en todos los cursos es bastante parecido. También lo es la evolución que se suele producir, incluso en primer ciclo de infantil, de un trabajo individual a una mayor cooperación. La evolución de las construcciones, como hemos avanzado en el punto anterior, es similar. En cada edad, describiremos el trabajo que hemos realizado, mezclando esta descripción con algunos detalles narrativos de experiencias anteriores de construcción. El objetivo, además de orientar a las maestras, maestros, e investigadores, es tratar de ofrecer a los lectores pequeños matices que pueden diferenciar este tipo de trabajo en distintas edades.

Un aspecto que vamos a ver repetido casi en todas las edades es el momento de guardar el material al final de la sesión de construcción. En Educación Infantil, este

momento puede convertirse en una situación de gran valor matemático. Guardar las cosas «de forma ordenada», «en su sitio», «de forma que sepamos dónde están», «organizar bien el material», son consignas todas que orientan a los pequeños hacia un tipo de actividad matemática que es la clasificación. Como siempre, si damos a los pequeños el trabajo hecho (el material clasificado) les quitamos la oportunidad a ellos de hacerlo. En definitiva, les quitamos la posibilidad de decidir el criterio de clasificación y de seguir este criterio, lo que constituye una gran oportunidad para aprender matemáticas. Por eso en las primeras sesiones ofrecemos el material desordenado, y después de que los niños se hayan familiarizado con él, proponemos una situación de clasificación. Esto se planteará de forma ligeramente diferente dependiendo de las edades de los niños.

5.1 Construcciones con 2-3 años

El juego de construcción es un tipo de actividad adecuado para primer ciclo de Educación Infantil. Suele comenzarse en el grupo de 1-2 años (edad a la que los autores no lo hemos experimentado aún). Con 2-3 años, hay algunos aspectos que lo harán diferente al segundo ciclo de Infantil. Por ejemplo, la forma de guardar el material. Mientras que, a partir de los 3 años, los niños son capaces (con dificultades en 3-4 años) de decidir por sí mismos un criterio de clasificación, normalmente basado en la igualdad de las piezas, esto es muy difícil en 2-3 años. En estas edades es mejor ofrecerles a los niños el material clasificado. En esta situación, los niños son capaces de identificar la posición adecuada para cada tipo de pieza. Son capaces de ir descifrando el criterio implícito que hay en la colocación de las piezas que damos los adultos e ir ajustándose paulatinamente a este criterio.



Figura 11. El problema de la «pared».



Figura 12. Equivalencias: El porqué del diseño del material.

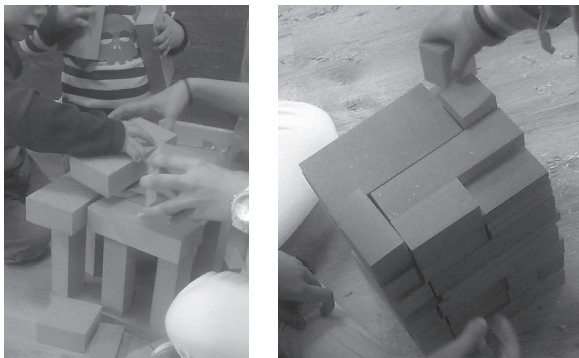


Figura 13. La maestra de apoyo construye con los pequeños de 2-3 años.

En el apartado tercero de este trabajo hemos visto ya algunas construcciones características a los 2-3 años (Figuras 2 a 5 y 10) que nos sirven de referencia como construcciones típicas de estas edades. Aquí, en la Figura 11 presentamos el «problema de la pared» que se plantean muchos niños. Al principio, para formar una especie de pared (un apilamiento bidimensional vertical) parece que las tablas van a ofrecernos la mejor solución, pero surgen inmediatamente problemas de estabilidad, y la niña de la figura se siente inclinada a apuntalar el muro, que amenaza derrumbarse, añadiendo piezas a ambos lados de la tabla. Poco a poco se va descubriendo que hay «atajos» en la construcción que, a la larga, no conducen al resultado esperado. Como comentábamos en apartados anteriores, parece que el factor que más influye en la evolución de las construcciones infantiles (más que la edad) es la propia experiencia constructora.

En la Figura 13, vemos el efecto que tiene sobre los pequeños la intervención de la educadora de apoyo. La educadora comienza a formar puentes (Figura 13, izquierda) cuando este tipo de construcción no ha aparecido todavía. Con su ejemplo, los niños comienzan a comprender en qué consiste este nuevo tipo de juego (en las primeras sesiones). Por otra parte, la educadora incluye aspectos por los que los niños no han mostrado aún preocupación. Así ocurre con el «ajuste» en la colocación de las piezas. Si volvemos la mirada a la Figura 2 para contemplar el típico apilamiento vertical lineal, y lo comparamos con el prisma casi perfecto de la Figura 13 (derecha) vemos que, en el primer caso, las piezas están colocadas «de cualquier manera» una sobre otra, mientras que, gracias a la intervención de la educadora, en la construcción que ella hace con los pequeños, las piezas superiores van encajando perfectamente en posición con las de debajo, ajustándose borde con borde en su colocación, de modo que el resultado final tiene una forma perfectamente definida (el prisma antes citado).

La educadora tiene un efecto acelerador en las construcciones infantiles. Propone, pero sólo a los niños que se acercan a construir con ella. Es un modo de intervención adulto recomendable, especialmente en primer ciclo de Infantil, cuando muchos niños aún no han comenzado a realizar construcciones y todavía están trasladando el material de un lugar hacia otro. También en 2-3 años, el uso de la literatura infantil de construcción (el clásico de los tres cerditos) y la combinación de la construcción con el juego simbólico, dan muy buenos resultados y ayudan a los niños a evolucionar en la construcción más allá de los apilamientos. Por ejemplo, si disponemos de animales salvajes de juguete, la elaboración de un zoo conducirá inmediatamente a la aparición de cerramientos.

5.2 Construcciones con 3-4 años

La experiencia del juego de construcción se ha realizado en 3-4 años con un grupo de 22 niños y niñas. Normalmente, se divide el grupo en dos aprovechando la presencia de la persona de apoyo en Infantil que se queda con medio grupo. Las sesiones son semanales y el grupo que construye se queda dentro del aula. Apartamos el mobiliario y dejamos un espacio para el juego. La mitad que se queda con la figura de apoyo salen del aula y van a la biblioteca donde realizan actividades de animación a la lectura.

El juego de construcción en el grupo 3-4 años comienza con una presentación del material. Mostramos las piezas con las que van a jugar y se establecen con los niños las normas de juego. Los niños comienzan a jugar libremente. En las primeras sesiones se observan acciones de acercamiento y toma de contacto con el material, como meter y sacar piezas, apilarlas en una zona del aula, o subirse encima de ellas. Poco a poco, los pequeños van experimentando con el material y crean distintas formas (ver Figuras 14 a 16). Construyen apilando piezas hasta que estas se desploman. Se ríen por el placer de ver cómo caen. Dan nombre a sus creaciones, identificándolas con objetos cotidianos o de cuento, como «La casa de los cerditos». Utilizan las piezas de construcción como parte del juego simbólico: piezas que hacen las veces de espadas, teléfonos móviles, o la palanca de cambios de un coche. En la actividad prima la individualidad y el juego en paralelo. A lo largo de las sesiones se van observando cambios en estos comportamientos y se comparten más momentos de juego. Al término de la sesión, indicamos a las niñas y niños que hay que guardar el material. Contamos con unos baúles de ruedas, fáciles de transportar entre varios niños. Les resulta divertido hacerlo ya que los baúles son una «especie de coche». En las primeras sesiones guardan sin orden y solo insistimos en el cuidado del material. En las

sucesivas, introducimos la siguiente premisa «vamos a guardar el material, pero antes vamos a poner en la colchoneta juntas las piezas que creáis que van juntas». Comienza un proceso de clasificación, en que no damos criterio para clasificar, y que lleva su tiempo. Finalmente, con el paso de las sesiones, los niños guardan el material «ordenado» en los baúles y lo llevan entre varios a la clase de al lado, para que sus compañeros puedan disfrutar también del juego de construcción.

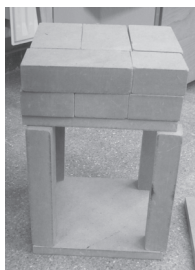


Figura 14.
Equivalencias I.

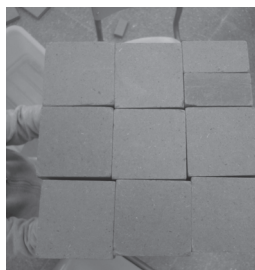


Figura 15.
Equivalencias II.



Figura 16. El juego es...
divertido.

Sobre el tipo de construcciones que observamos con 3-4 años, empezamos a ver un mejor ajuste entre las piezas. Sigue habiendo apilamientos sin una forma definida, como en todas las edades, pero van surgiendo construcciones muy elaboradas que hacen un uso constante de la equivalencia. Por ejemplo, en la Figura 14 se observa cómo para hacer un «piso», con cuatro pilares y una tabla, los pilares suelen ser iguales pero, necesariamente, equivalentes en altura, si queremos que la construcción sea mínimamente estable. En la misma figura, sobre la tabla que hay apoyada en los pilares, vemos una composición equivalente en forma y superficie a la tabla cuadrada (aunque con el doble de grosor). Esta composición está formada por cuatro «ladrillos unidad» y media unidad (el prisma cuadrangular). Otra forma equivalente de hacer una superficie cuadrada la vemos en la Figura 15. En esta ocasión, el niño quería hacer un cuadrado con nueve cuadrados de un tamaño menor. Como no encontraba el último cuadrado (media unidad), formó este con dos pilares pequeños. La construcción requiere, ubicuamente, hablar el lenguaje matemático de las equivalencias. Sin ellas, apenas se puede avanzar. De nuevo, en la Figura 14 (derecha), contemplamos tres pisos de alturas diferentes dentro de la torre. En cada caso, los cuatro pilares son equivalentes en altura entre sí aunque, como vemos, no necesariamente equivalentes a los pilares de los demás pisos. Lo que hace esta torre interesante como construcción, es que los niños apenas utilizan la repetición, sino que van incorporando elementos algo diferentes entre sí. Para finalizar este apartado, no quisiéramos terminar este trabajo sin recordar que el juego es, sobre todo, algo divertido.

5.3 Construcciones con 4-5 años

En el curso 4-5 años queremos enfatizar cómo la experiencia se realiza aprovechando otros espacios del centro (diferentes del aula). La clase se divide en dos partes. Una de ellas se queda en el aula, con una maestra que está de apoyo en ese momento, realizando actividades manipulativas: puzles, coser, recortar, ensartar, etc. La otra mitad sale del aula para construir. Se dedica una sesión a la semana. En nuestros talleres de construcción, hemos tomado ideas de los *talleres integrales* (Trueba, 2000) para la organización de los grupos, los tiempos, los espacios. En las Figuras 17 a 19 (y en la 22), podemos ver cómo los niños se adueñan de espacios como los pasillos (Figuras 17 y 19), el recibidor, descansillos, distribuidores (Figura 18, izquierda), la entrada (Figura 18, derecha), el patio (Figura 22). Cualquier lugar es bueno para construir, para romper la rutina del aula y descansar de ella mientras seguimos trabajando, para abrir la escuela a la calle, como vemos en la Figura 18. En la Figura 18, en su esquina superior derecha, contemplamos el papel del adulto en la construcción: observando desde la «sombra», dando el protagonismo a los niños, dejando un espacio, «estando» sin intervenir salvo cuando realmente su intervención puede mejorar su distanciamiento, en una actitud constante de escucha.



Figura 17. Simetría y equilibrio.



Figura 18. Espacios para la construcción.



Figura 19. Torre.

Como hacemos en las primeras sesiones todos los cursos, la primera sesión se destina a recordar las normas de comportamiento y uso del material. En general, se observa una menor insistencia en el juego simbólico y una mayor representación verbal de lo que construyen. El juego es más colaborativo. Construyen entre parejas o pequeños grupos. Se ayudan. Piden y comparten el material. Observamos avances llamativos en la construcción. En la Figura 17, presenciamos un ejercicio avanzado de combinación de la simetría, con el equilibrio, en una construcción con huecos y, además, más estrecha por la base que a medida que vamos alcanzando cierta altura. El constructor

parece estar poniendo a prueba determinadas hipótesis (por ejemplo, la simetría favorece la estabilidad) y estar rechazando otras (para que una torre sea estable debe ser más ancha por abajo, o ser maciza).

Antes de comenzar a recoger el material, indicamos: «dentro de cinco minutos vamos a comenzar a guardar». Al término de este tiempo, damos las premisas que ya conocen: «guardamos juntas las piezas que creemos que van juntas». Las primeras sesiones ordenan el material previamente en el suelo, como hacían en tres años. Con el paso de los días, muchos de ellos van recogiendo directamente. Cogen las piezas iguales y las guardan en los baúles de manera ordenada. Los últimos meses del curso, dado que hace mucho calor en el pasillo, decidimos salir a construir al porche del colegio. Construir en un lugar distinto al habitual y estar solos en un sitio común crea una sensación nueva y divertida para todos.

5.4 Construcciones con 5-6 años

En las sesiones de construcción se puede trabajar con el grupo completo, si no es muy numeroso, o con el grupo desdoblado en caso contrario. Para cada sesión, es necesario retirar todas las sillas y las mesas hacia los laterales del aula, dejando completamente libre el espacio central de la misma. Los propios niños son los encargados de acondicionar el aula, antes de ponerse a trabajar. Las sesiones dedicadas al trabajo de construcción son semanales y siempre se debe contar con una hora completa de trabajo como mínimo.

Al principio se presenta el material a los niños de manera desordenada y sin clasificar. Todo el material se vuelca en el centro de la clase. Durante las primeras sesiones de juego, los niños construyen libremente sin ninguna pauta e interactuaban con el material para familiarizarse con él. En las figuras 20 y 21 se pueden ver dos ejemplos de construcciones realizadas por los niños durante el juego libre: El Palacio Real y un templo romano, denominadas así por ellos mismos. Al cabo de varias sesiones de juego libre, se les propone a los alumnos una actividad de clasificación, bajo una consigna poco específica, se le pide que pongan juntas las que van juntas, sin otra explicación (como hemos visto en 3-4 años). De esta manera los niños clasifican sin ninguna interferencia del adulto. A lo largo de la sesión los niños utilizan distintos criterios, al final de la misma, todo el material queda clasificado y los niños nombran los distintos elementos del material adoptando una nomenclatura común: tablas, triángulos pequeños, etc.

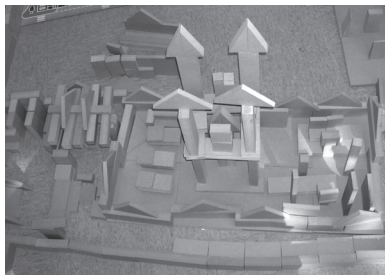


Figura 20.
El Palacio Real.



Figura 21.
Un templo «romano».



Figura 22.
La gran torre.

En nuestra experiencia trabajando por proyectos en Educación Infantil (De Castro y Escorial, 2005), nos hemos dado cuenta de que cuando se trabaja por proyectos, cualquier trabajo que realizamos en el aula de infantil, como el de construcción, puede acabar tomando la forma de un proyecto, o incluso convirtiéndose en un proyecto. Posiblemente, esto se produce debido a que los niños aprenden un modo de hacer, colaborar, escucharse, proyectar, que les resulta muy atractivo y que incorporan espontáneamente a cualquier otra actividad. Por ejemplo, en una experiencia en la que investigábamos sobre la altura de las construcciones, los niños decidieron construir una gran torre en el patio. Al trabajar por proyectos, estamos acostumbrados a partir del interés infantil, lo que hizo en esta situación que una actividad de investigación, con la clase dividida en tres grupos, se convirtiese en un proyecto. A partir de aquí, tras muchas propuestas, asambleas y discusiones sobre la altura y la estabilidad, tuvimos la visita de un experto en construcción (el padre de uno de los niños, que era arquitecto) que nos ayudó a resolver problemas de construcción previamente identificados por los niños, y se terminó llevando a cabo la propuesta. En la figura 22, se puede observar el resultado final: la gran torre realizada por los niños como colofón a la investigación desarrollada durante el proyecto.

6. Aspectos didácticos II: La evolución del juego libre al juego orientado a un aprendizaje matemático

Como hemos visto al comentar los aspectos didácticos del juego de construcción, éste comienza casi siempre en situaciones de juego libre. Estas situaciones tienen un gran valor en sí mismas, y producen aprendizajes variados. Sin embargo, es posible enriquecer (desde puntos de vista matemático, cognitivo, social, físico, etc.) estos momentos de juego libre inicial con intervenciones que pueden ir desde utilizar la literatura infantil, proponer modelos de construcción introduciendo en el aula libros de

arquitectura o participando en la construcción con los niños, o planteando retos a los niños que nazcan de sus intereses. Chalufor y Worth (2004) plantean, en este sentido, que el juego de construcción debe evolucionar desde el juego libre hacia investigaciones centradas en contenidos concretos. Por ejemplo, proponen indagaciones sobre cerramientos o sobre torres, con diferentes materiales de construcción.

Desde el punto de vista del aprendizaje de las matemáticas, estas investigaciones nos permiten centrarnos en aspectos como la medición, la simetría, o los problemas de composición y descomposición de formas geométricas tridimensionales. Por ejemplo, en las figuras 23 a 25 vemos una situación que se produjo con niños de 5-6 años que estaban haciendo torres cuando les propusimos el reto de la altura: organizados por grupos, cada grupo debía hacer una torre lo más alta posible. Al día siguiente, debían intentar construir una torre todavía más alta que la del día anterior. ¿Cómo podemos comparar una torre con otra hecha al día siguiente, si cada día debemos guardar el material al final de la sesión? Comparar una cosa que existe con otra que dejó de existir es una situación de *comparación indirecta*, muy importante para el aprendizaje de la medición en esta edad, que obligará a los niños a inventar una estrategia para resolver este problema.



Figura 23.
El reto de la altura
(5-6 años).

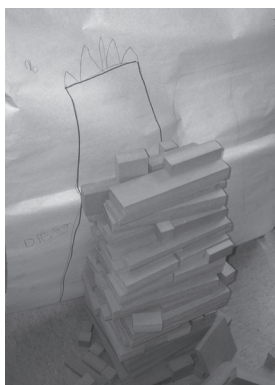


Figura 24.
La comparación indirecta
(5-6 años).



Figura 25. Otra situación
de comparación indirecta
(5-6 años).

En las Figuras 23 a 25 observamos tres momentos diferentes del «reto de la altura» (actividad orientada al aprendizaje de la comparación indirecta): Al principio, los niños intentan conseguir torres muy altas con rapidez, construyendo «pisos» mediante la repetición de la construcción formada por cuatro pilares y una tabla cuadrada (Figura 23). El inconveniente es que, al ser los pilares delgados, las torres caían enseguida al llegar al cuarto o quinto piso. Así, las torres con «pisos» dejaron lugar a las torres

«macizas» (sin huecos). El problema es que las torres eran ahora más estables, pero... ¡se perdía altura! En la Figura 24 vemos una torre de este tipo y el procedimiento inventado por los pequeños para realizar la *comparación indirecta*: poner papel continuo pegado a la torre y dibujar su silueta, para comparar ésta con la torre del día siguiente. Esta estrategia, asimilada por todos los alumnos de la clase tras alguna dificultad inicial, demuestra que los pequeños comprenden, al menos intuitivamente, la *propiedad transitiva* de las relaciones de equivalencia y de orden. En la Figura 25, los pequeños han aprendido a hacer torres con huecos, pero evitando colocar en ellas los pilares (poco estables) en posición vertical. La mejora con respecto a torres anteriores es notable en la comparación con las siluetas dibujadas en el papel.

7. Reflexiones finales: De las posibilidades de aprendizaje matemático al aprendizaje matemático efectivo

Es habitual encontrar afirmaciones en la literatura acerca de la importancia del juego de construcción para el aprendizaje de las matemáticas (Ginsburg, 2006; Gura, 1992; Leeb-Lundberg, 1996). También hay trabajos de investigación en los que se informa de estudios correlacionales en los que se ha encontrado relación positiva entre el juego de construcción y el desarrollo de destrezas espaciales (Casey, Andrews, Schindler, Kersh, Samper y Copley, 2008; Kersh, Casey y Young, 2008). Una conclusión de este tipo de lecturas es que los maestros de infantil, amparándose en resultados de investigación, pueden confiar en que el juego de construcción, practicado de un modo sistemático, contribuirá al desarrollo de las destrezas espaciales de los alumnos. Esta relación es importante, ya que en muchos centros de educación infantil puede mostrarse una mayor tendencia a identificar el juego de construcción con un juego sin relevancia, desde el punto de vista curricular, en lugar de verlo como una actividad importante para el desarrollo del sentido espacial, para la percepción de los objetos tridimensionales, y fundamental para realizar actividades espaciales que sirvan de fundamento para el futuro aprendizaje de la geometría en la Educación Primaria (todo esto sin mencionar la importancia del juego de construcción para el desarrollo físico, social, cognitivo, etc.).

Ahora bien, el hecho de que sepamos que, a la larga, este juego produce sus frutos, puede conjugarse con la tendencia (más marcada a partir de los 4 años en la Educación Infantil) de hacer propuestas más orientadas hacia aprendizajes concretos y, en nuestro caso, hacia el aprendizaje de las matemáticas. Por otra parte, en nuestro enfoque del aprendizaje de las matemáticas, queremos huir de planteamientos según los cuales los niños pueden aprender matemáticas, casi sin saberlo, o sin darse cuenta, gracias a que viven inmersos en un mundo en el que las matemáticas están presentes por todas partes.

Por ejemplo, el hecho de que, en un apilamiento, cada pieza vaya «pegada» a la siguiente cara a cara, hace que globalmente el apilamiento forme una línea⁶ continua (Figura 3). La continuidad es evidentemente una propiedad matemática de este tipo de construcción. El hecho de que Piaget indicara que los niños aprendían en primer lugar conceptos topológicos⁷, como la continuidad, y que la continuidad sea precisamente la característica destacada en las primeras construcciones infantiles, hace a algunos autores plantear que los niños, al hacer apilamientos, pueden aprender el concepto de continuidad. Por el contrario, la posición de este trabajo es muy clara al respecto: la continuidad es una característica de la construcción. Los niños que realizan un apilamiento están en una situación ideal para acercarse a la idea de continuidad. Sin embargo, mientras no haya una reflexión explícita, por parte del niño, sobre ese aspecto de la construcción; mientras no se ponga nombre al concepto y no se aplique esta idea en otras construcciones; mientras que los niños no sean capaces de identificar y realizar construcciones continuas y discontinuas, y de resolver problemas en que el elemento decisivo sea la continuidad, no podemos asegurar que haya un aprendizaje del concepto de continuidad. Lo más que podemos decir es que se está produciendo una aproximación intuitiva que puede acercar, con una intervención adecuada de la maestra, a dicho conocimiento matemático.

A través del trabajo que hemos presentado, esperamos haber convencido a los lectores de la gran potencialidad del juego de construcción de cara al aprendizaje de las matemáticas en la Educación Infantil. Las situaciones de construcción pueden facilitar una iniciación al aprendizaje de las formas geométricas tridimensionales (y la composición y descomposición con las mismas), de nociones espaciales (posiciones relativas de los objetos), topológicas (como las ideas de continuidad, cerrado, abierto, dentro, fuera, frontera...), relativas al aprendizaje de la medición (unidad de medida, comparación directa, comparación indirecta), de los patrones, de la simetría, etc. El juego de construcción crea un entorno rico en intuiciones, en el que la intervención del maestro (poniendo nombre a estas intuiciones, planteando problemas, facilitando ejemplos, etc.) es necesaria para transformar dichas intuiciones en un conocimiento matemático explícito y reconocido culturalmente.

En este trabajo hemos intentado mostrar, a través del juego de construcción, cómo planificamos el aprendizaje matemático de los niños y niñas de Educación Infantil. Comenzamos por el diseño del material, potenciador de la actividad matemática, seguimos

⁶ Realmente, al utilizar el término línea nos referimos a una serie de objetos más o menos alineados. No nos referimos a la idealización geométrica de la línea unidimensional, que no tiene grosor.

⁷ Con anterioridad a conceptos proyectivos o métricos. Esta es una idea que no se sigue ya en la actualidad.

por situaciones de juego libre, y finalizamos interviniendo proponiendo retos, basados en el interés infantil, y orientados al aprendizaje de importantes contenidos matemáticos. Así lo hemos ejemplificado en el apartado dedicado a los pequeños de 5 y 6 años, con el reto de la altura, para aprender la comparación indirecta, dentro del ámbito de la medición. Nuestra propuesta se inscribe pues, dentro de una aproximación a las matemáticas a través del juego, que respeta el desarrollo cognitivo, físico, social y emocional de los niños, basándonos en sus intereses, y tratando de que la actividad matemática infantil se presente con toda su riqueza de matices, pero adecuándola a las necesidades infantiles.

Referencias Bibliográficas

- Alsina, A. (2011): *Educación matemática en contexto: de 3 a 6 años*. Barcelona: ICE Universidad de Barcelona & Horsori.
- Arnáiz, V. (2005): Cambio en las inteligencias. *Aula de infantil*, 28, 5-6.
- Casey, M. B., Andrews, N., Schindler, H., Kersh, J. E., Samper, A., & Copley, J. (2008): «The development of spatial skills through interventions involving block building activities». *Cognition and Instruction*, 26, 269-309.
- Chalufour, I., y Worth, K. (2004): *Building structures with young children*. St. Paul, MN, Redleaf Press.
- De Castro, C., y Escorial, B. (2005): «Aprendiendo matemáticas a través de proyectos: Una experiencia inspirada en el enfoque de Reggio Emilia». En E. Rodrigues (Coord.), *Actas do I Congresso Internacional de Aprendizagem na Educação de Infância – CIANEI* (pp. 139-150): Porto, Gailivro. Recuperado el 30 de junio de 2011, de <http://eprints.ucm.es/12642/>
- De Castro, C., y Escorial, B. (2006): «El juego de construcción: una experiencia matemática para la escuela infantil». *Indivisa Revista*, 15, 15-17. Recuperado el 30 de junio de 2011 de <http://eprints.ucm.es/12635/>
- Ginsburg, H. P. (2006): «Mathematical play and playful mathematics: A guide for early education». In D. Singer, R. M. Golinkoff & K. Hirsh-Pasek (Eds.), *Play = learning: How play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth* (pp. 145-165): New York, Oxford University Press.
- Goldschmied, E., y Jackson, S. (2000): *La educación infantil de 0 a 3 años*. Madrid, Morata.
- Gura, P. (Ed.) (1992): *Exploring learning: Young children and blockplay*. London, Paul Chapman Publishing.
- Johnson, H. (1996): «The art of block building». In E. S. Hirsch (Ed.), *The block book* (3rd ed.) (pp. 9–25): Washington, DC, NAEYC.
- Kersh, J., Casey, B. M., & Young, J. M. (2008): «Research on spatial skills and block building in girls and boys». In B. Spodek y O. N. Saracho (Eds.), *Contemporary perspectives on mathematics in Early Childhood Education* (pp. 233-251): Charlotte, NC, Information Age Publishing.
- Leeb-Lundberg, K. (1996): «The block builder mathematician». In E. S. Hirsch (Ed.), *The block book* (3rd ed.) (pp. 34–60). Washington, DC, NAEYC.

- National Council of Teachers of Mathematics (2003): *Principios y Estándares para la Educación Matemática*. Sevilla: SAEM Thales.
- Trueba, B. (2000): *Talleres integrales en la educación infantil: Una propuesta de organización del escenario escolar* (2ª ed.). Madrid, Ediciones de la Torre.
- Vereecken, P. (1961): *Spatial development: Constructive praxia from birth to the age of seven*. Groningen, Wolters.
- Wellhousen, K., y Kieff, J. (2001): *A constructivist approach to blockplay in early childhood*. Albany, NY, Delmar.