

La gran torre: Matemáticas en la Educación Infantil a través de un proyecto de construcción

Beatriz Escorial González (CEIP Virgen de Peña Sacra, Manzanares el Real, Madrid)

Carlos de Castro Hernández (Universidad Complutense de Madrid)

Fecha de recepción: 18 de Julio de 2011

Fecha de aceptación: 6 de septiembre de 2011

Resumen

Narración de un proyecto que surge de una situación de juego libre de construcción en un grupo de 5-6 años de Educación Infantil. La maestra da a los pequeños un material de construcción pensado para promover el aprendizaje matemático. Tras varias sesiones de juego libre, en las que los pequeños se muestran atraídos por construir torres altas, la maestra, basándose en este interés infantil, propone el 'reto de las torres'. Los niños deberán construir una torre e intentar, al día siguiente, hacer otra torre más alta. De esta situación, orientada al aprendizaje de la comparación indirecta y la medición, surge la idea de los niños de construir una gran torre en el patio, para que no choque con el techo del aula. Así, la actividad se convierte en un proyecto. Tras mucho esfuerzo de colaboración y trabajo en grupo, el proyecto concluye con la construcción de 'la gran torre'.

Palabras clave

Matemáticas, Medición, Geometría, Juego de Construcción, Educación Infantil, Aprendizaje por proyectos.

Abstract

This is a narrative of a project that emerges from a situation of free block play in kindergarten (5-6 years). The teacher gave the children a building material designed to promote mathematical learning. After several sessions of free play, in which children show interest in building tall towers, the teacher, based on children's interest, proposes the 'challenge of the towers': Children need to build a tower and try, the next day, to build another tower higher. In this situation, designed by the teacher for the learning of indirect comparison and measurement, arises children's idea of building a high tower outdoors, to avoid collision with the ceiling of the classroom. Then the activity becomes a project. After much effort of collaboration and teamwork, the project concludes with the construction of the 'great tower'.

Keywords

Mathematics, Measurement, Geometry, Block Play, Early Childhood Education, Project Approach.

1. Prólogo: Las matemáticas del juego de construcción en la Educación Infantil

El juego de construcción con piezas de madera tiene una larga tradición en Educación Infantil, especialmente en países de habla inglesa. Son muchos los autores que, a partir de Froebel (1782-1852) han destacado la relación que hay entre el juego de construcción y las matemáticas, especialmente con la geometría tridimensional y las habilidades espaciales, pero también con numerosas destrezas lógico-matemáticas (Ginsburg, 2006; Leeb-Lundberg, 1996). Ginsburg (2006) considera el juego de construcción como un contexto especialmente adecuado para aprender matemáticas en la Educación



Infantil. Partiendo de estas premisas, desde el curso 2005/06 venimos desarrollando experiencias para el aprendizaje de las matemáticas a través del juego de construcción (De Castro y Escorial, 2006). A continuación, presentamos la narración de una de estas experiencias: “La gran torre”. En el texto, optamos por citar aspectos matemáticos, como la clasificación, la búsqueda de equivalencias, la simetría, la comparación directa e indirecta, la propiedad transitiva, los registros de la altura previos a la medición, los patrones basados en la repetición, el razonamiento inductivo... Hemos optado por citarlos, pero sin detenernos demasiado en estos aspectos, para no interrumpir el flujo de la narración. Esperamos que pueda leerse como una experiencia globalizada de Educación Infantil, en la que el lector instruido en matemáticas pueda ir captando, entre líneas, la significación de todo lo que contamos para el aprendizaje de las matemáticas.

2. Tiempo y materiales empleados en la experiencia

La experiencia narrada en este artículo se ha desarrollado en un aula de 5 y 6 años, durante el segundo trimestre del curso. Comenzó el 25 de enero y concluyó el 30 de marzo; algo más de 2 meses en los que dedicamos 15 sesiones al trabajo de construcción. Durante este periodo, la base de la experiencia era una sesión semanal de una hora de duración. Cuando el avance de la experiencia lo requería, se realizaban dos sesiones por semana¹, dedicando algunas de ellas a la reflexión y el análisis. Estas sesiones de discusión, acerca del trabajo de construcción, favorecían la continuidad en el desarrollo del trabajo y en los aprendizajes. Antes de esta experiencia, los alumnos no habían trabajado en grupo, por lo que fue necesario, durante el primer trimestre, realizar actividades orientadas al trabajo en grupos pequeños. En el segundo trimestre, los alumnos comenzaron a construir, en momentos de juego libre, con el material de la Figura 1. El material² está especialmente diseñado para favorecer la actividad matemática. La característica fundamental del mismo es que casi todas las piezas pueden componerse utilizando otras piezas del material. Es, por tanto, un material especialmente pensado para los procesos de composición y descomposición, fundamentales en geometría. Por ejemplo, en la esquina superior derecha (Figura 1) hay una tabla cuadrada grande, de 24 cm de lado, que puede componerse con dos mitades de tabla, con cuatro cuartos de tabla, con ocho pilares largos, o con cuatro tablas cuadradas pequeñas de 12 cm de lado (Figura 1, izquierda). Al construir, los niños se plantean continua y espontáneamente tareas de composición con el material, lo que les ‘obliga’ a una actividad matemática intensiva.

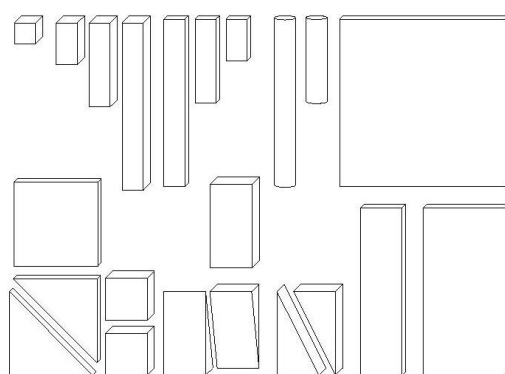


Figura 1. El material de construcción

¹ Para estas sesiones extra de duración menor de una hora, se solían utilizar momentos de asamblea, habituales en Educación Infantil, para las discusiones, y situaciones de juego libre para avanzar en las construcciones.

² El material está basado en su diseño en los “Dones de Froebel” (Material descrito en Michelet, 1977, pp. 184-223), y en los “Bloques Unidad” de Caroline Pratt (Material descrito en Hirsch, 1996, p. 149).

3. Narración de la experiencia: El inicio en situaciones de juego libre (6 sesiones)

Al principio, las sesiones eran de juego libre. Las mesas y las sillas se retiraban para dejar espacio libre en el aula. Después, todo el material de construcción se volcaba en el centro de la clase. El material se presentaba a los niños sin clasificar, de forma desordenada, amontonado, con la intención de que se familiarizaran con él para, más adelante, proponerles una actividad de clasificación sin haberles impuesto previamente un criterio de clasificación adulto³. Durante las sesiones de juego libre, los niños realizaban construcciones y se implicaban en situaciones de juego simbólico. Algunos jugaban, por ejemplo, a ser zapateros, golpeando un pilar corto con uno largo, emulando los golpes del martillo sobre el zapato. Dos niñas acumularon parte del material y organizaron una carpintería, para surtir de materia prima a sus compañeros. Su única construcción fue una sencilla imitación de una caja registradora. Utilizaron un teléfono de plástico, que encontraron en el aula, para recoger sus pedidos. Las construcciones “cobran vida” y se convierten en participantes activos en todo tipo de juegos. A veces, los niños representan edificios conocidos. Paula terminó orgullosísima la Torre Picasso y El Corte Inglés (Figura 2, izquierda). Varias niñas construyeron una réplica del Palacio Real (Figura 2, derecha) sin escatimar detalles: camas, cuarto de baño completo, sillones y televisión, la torre, un mirador para el Rey, etc. También asistimos a la recreación de un templo romano (Figura 2, centro).

Durante el juego libre, niños y niñas forman pequeños grupos que unen, separan y rehacen varias veces, incluso dentro de una misma sesión. Hay también niños que juegan individualmente al principio y luego se integran en un grupo; otros juegan individualmente durante toda la sesión. Este tipo de propuestas, a través del juego, sirve a los niños para desarrollarse de forma autónoma; a los maestros les da pautas para comprender comportamientos y situaciones que se dan luego en el trabajo en pequeño grupo. Este trabajo nos permite incidir en las adquisiciones infantiles en los ámbitos emocional y social, que se desarrollan con estos tipos de metodologías. Concebimos la vida del aula como algo complejo, que implica aspectos cognitivos y relativos a contenidos curriculares (aquí resaltamos los matemáticos), pero también a la esfera de lo afectivo. Los maestros debemos crear espacios para que todos estos afectos y emociones, que niñas y niños deben aprender a manejar, afloren y se espongan; así podrán aprender a identificarlos y, con el tiempo, alcanzar cierto control sobre los mismos.



Figura 2. Construcciones realizadas en situaciones de juego libre (cuarta sesión)

4. El juego orientado a un aprendizaje matemático: El reto de la altura (8 sesiones)

Los niños dedican varias sesiones a conocer el material y a manipularlo libremente. Entre las diversas iniciativas que toman los pequeños, destaca el deseo de construir torres muy altas. Una forma de intervenir en el juego libre, consiste en observar la actividad infantil y proponer una investigación

³ Esto se hizo en la quinta sesión, tras cuatro sesiones de juego libre. Después, otra sesión de juego libre concluyó la primera fase de la experiencia.



que profundice sobre aspectos que conciten el interés de una mayoría de los miembros del grupo (Chalufour y Worth, 2004). Así, llegado este momento, consideramos a los niños preparados para afrontar un reto que queremos plantearles. La maestra se lo explica a los niños: los niños formarán tres grupos que no competirán entre sí, sino que construirán una torre en cada grupo y compararán su altura con la de otra construida en la siguiente sesión. Será una competición del grupo consigo mismo. Dado que la torre hecha el primer día se destruirá, los niños deben inventar algún método para comparar la torre del primer día, destruida antes de recoger el material al final de la sesión, con la torre construida al día siguiente. Se trata de una comparación indirecta, pues no disponemos de las dos torres simultáneamente para compararlas directamente. La comparación indirecta es una adquisición importante dentro del aprendizaje de la medición, pues requiere el dominio de la propiedad transitiva, característica de relaciones de equivalencia y de orden, y fundamental en matemáticas. En esta situación, hemos pasado de una actividad de juego libre a una situación diferente de aprendizaje orientada a un aprendizaje matemático concreto. Nuestra orientación constructivista hace que sean los niños quienes deban inventar un método para comparar las torres. A veces los maestros nos precipitamos previendo las soluciones a problemas que pueden surgir a los alumnos, e incluso, evitamos que los problemas surjan. Esto hace que desperdiciemos un sinnúmero de oportunidades, que promueven en los niños autonomía de pensamiento y seguridad en sí mismos. Entonces, serán ellos los que deban decidir cómo comparar una torre con la de la sesión siguiente. Aquí se produce una conversación con el grupo completo de la que reproducimos algunas propuestas hechas por los niños⁴ y debatidas en el grupo. Un rasgo del trabajo cooperativo es el desarrollo de habilidades de intercambio personal y en pequeño grupo. Ningún grupo funciona satisfactoriamente si sus componentes no poseen y no desarrollan determinadas habilidades de relación social: de comunicación, de toma de decisiones, de resolución de conflictos (Jonhson y Jonhson⁵, 1991).

- Illya: A mí se me ocurre una idea para que no se nos olvide. Podíamos medirlo, dibujarlo en un papel [Para los niños, 'dibujar' significa muchas veces 'escribir' y otras 'dibujar'] y al otro día, cuando lo vayamos a hacer, lo mirábamos.
- Cristina: [Haciendo otra propuesta] Hacer una foto y luego, otro día, lo podíamos saber. A ver cómo era la mía, a ver [como simulando la situación]. Si no sabíamos cuál era de los equipos... pues, podíamos... Haces una foto a cada... Lo haces una foto y, cuando llegue el otro día, ya lo sabemos. [Algunos no ven muy claro esta propuesta, y Carmen la apoya].
- Carmen: Pues le hacemos una foto. Si es pequeña... Si es mediana, le hacemos una foto mediana; y si es grande, le hacemos la foto grande.
- Illya: Pero no se puede hacer una foto grande.
- Carmen: Doblando la cámara [Quiere decir rotándola 90°]. Poniéndola así [señala en el aire]. A ver. Déjame la cámara. Así... y así... [Pone la cámara en horizontal y luego en vertical].

A continuación, Aínvar resume correctamente gran parte de la problemática que genera el uso de la cámara de fotos para registrar la altura de las construcciones.

- Aínvar: Yo no creo que ni así, ni así [ni poniéndola horizontal, ni vertical], porque la pantalla es pequeña y no nos saldría todo y nos saldría de este tamaño. Y si es de este tamaño, no veríamos. Y como detrás no se puede escribir el nombre [porque no es una foto en papel], no sabremos de cuál grupo será [cada foto]. Podemos coger muchas cartulinas y después ponerlas juntas y poner las mesas, para ver qué altas eran las torres que nosotros hicimos.

Pero hay algunos que siguen empeñados en hacer uso de las cámaras de fotos. En parte, pensamos, porque reproducen fielmente la realidad, algo que a ellos les costaría mucho hacer a través de un dibujo. Por otro lado, una cámara de fotos es un elemento muy motivador en estas edades.

⁴ Entre corchetes, incluiremos aclaraciones y comentarios que complementen las palabras de los pequeños.

⁵ Las citas indirectas al trabajo de Jonhson y Jonhson (1991), están tomadas de Mir (1998).

- Maestra: Y ¿cómo pondrías las cámaras?
María: En una torre.
Maestra: ¿Una torre de cámaras?
Varios: Sí.
Carmen: Una torre como es la otra que está ahí. Ponemos las cámaras de todas las profes y cada uno hacen cada uno una foto, y después... Y para que sepamos qué grande es la cámara, la torre, entonces cogemos una cartulina y ponemos en cada una, una foto, donde va.

A pesar de que parece una propuesta descabellada, permitimos a los pequeños que intenten desarrollarla. Entonces algunos niños (elegidos responsables de esta iniciativa) van a diferentes clases a preguntar si alguien puede prestarles cámaras de fotos. Cuando vuelven a clase, sigue la discusión.

- Responsables: Que no tiene nadie. No. No tiene nadie.
Nicolás: [Surge otra propuesta diferente] Con el 'ipomeno' [sic].
Maestra: ¿Con qué?
Nicolás: Con la cosa de sujetar la cámara.
Maestra: ¿Con el trípode? [El trípode se ha utilizado en clase para grabar alguna sesión de vídeo].
Nicolás: La ponemos arriba. La segunda, la haces tú. Y la última, la hacemos nosotros.

Para estos alumnos de Educación Infantil, la cámara de fotos, igual que la grabadora, son dos instrumentos muy familiares. Los utilizamos habitualmente para documentar procesos. A veces, los pequeños observan las fotografías. Saben que ésta representa fielmente ciertos aspectos de la realidad pero, por otra parte, quizá no sea apropiada para registrar... ¡La altura real de la torre! A veces los niños inventan procedimientos que podrían parecer absurdos a los adultos. Permitirles recorrer estos caminos se antoja una completa pérdida de tiempo. Sin embargo, son ellos los que necesitan transitar estos caminos. Al trabajar por proyectos, siguiendo la iniciativa infantil, hemos aprendido del inmenso valor de las "pérdidas de tiempo". El tiempo de los pequeños no es el de los adultos, no es el de los pedagogos, ni el de las propuestas curriculares. Es una opción pedagógica característica de los proyectos, y de otros enfoques constructivistas, intentar que el tiempo de la clase sea "tiempo de los niños". Esto es imposible si el maestro no desarrolla, a través de la escucha, una gran sensibilidad hacia sus necesidades de tiempo. También destacamos las discusiones sobre situaciones problemáticas hipotéticas. Aún no han construido ninguna torre, por lo que no se han visto en la tesitura de tener que registrar su altura. A pesar de ello, nos parece importante poner a niñas y niños en este tipo de situaciones, incluso cuando al final no llegan a ninguna solución concreta. Esto no le resta valor a su trabajo y, en cambio, les sitúa en una posición intelectualmente más rica. Creemos que cuando se enfrentan luego a la situación real, sus análisis de la misma son más profundos.

4.1. La construcción de las torres (7.ª sesión)

Como hemos dicho, los niños se organizan para trabajar en tres grupos. La clase provenía del desdoble de un grupo excesivamente numeroso (de 28 alumnos) y había quedado en 14 alumnos, con lo que los grupos eran de 4 o 5 niños. Los propios niños se distribuyeron según sus afinidades. El trabajo era lo suficientemente complejo, así que optamos por minimizar los conflictos. Aun así, el trabajo emocional fue intenso. En los tres grupos los niños comienzan elaborando construcciones muy 'conservadoras', buscando más la estabilidad que la altura. El grupo A está formado por Carmen, Irene, Inés, Sandra y Julieta y se enfrenta a varios problemas: el primero es que, cuando se acaban las piezas de un tipo, recurren a otras piezas para formar piezas equivalentes; el segundo es que el grupo sufre disputas acerca del liderazgo que durarán varias sesiones; y el tercero es que algunas figuras, como los triángulos (mitades de tablas cuadradas) y los cilindros, resultan especialmente incómodas al construir. Todo parece ir bien, hasta que las niñas observan que la torre parece ligeramente inclinada. Si la tocan un poco, podría caerse. La situación es crítica y las chicas deciden convocar una reunión urgente. Una de ellas dice: «¿Qué hacemos? ¿Seguimos construyendo y que se nos caiga o lo dejamos así?». Tras una larga discusión, deciden no arriesgar. Su trabajo de construcción ha concluido (Figura



3, izquierda). El grupo B está formado por Diego, Nicolás, Nacho e Illya. Comienzan su construcción como en el grupo anterior. Eligen como “piso” la tabla cuadrada grande y comienzan a poner una tabla sobre otra. La búsqueda de equivalencias en forma y tamaño adquiere gran virtuosismo al usar las piezas pequeñas (Figura 3, centro). En la imagen, una torre de base cuadrada vista desde arriba, los niños han construido el lado del cuadrado de seis formas distintas, con combinaciones de piezas equivalentes en longitud. Aunque durante esta sesión no surgen problemas entre los miembros, en sesiones posteriores también tendrán que trabajar sobre ello. Su trabajo concluye al acabarse las piezas. En el grupo C están Paula L., Paula V, Cristina, María y Aínvar y empiezan de forma distinta: clasifican el material y se detienen, dudosos sobre qué hacer. Finalmente, deciden copiar al equipo de al lado (el grupo anterior). La torre, poco a poco, va tomando altura y anchura pues, a medida que va creciendo, los pequeños la van apuntalando, adosando material a los lados (Figura 3, derecha). En este caso también surgen problemas entre los miembros, ya que uno de ellos al principio prefiere trabajar individualmente, y al resto del grupo le cuesta mucho hacerle entender que debe integrarse.



Figura 3. Los tres grupos trabajando

4.2. El registro de la altura (7.ª sesión, continuación)

Uno de los objetivos que teníamos los profesores implicados en la experiencia es que los niños trabajasen en el ámbito de la medición, por lo que orientamos el trabajo, visto su interés, hacia el tema de la altura. Sabíamos que en estas edades no tiene mucho sentido para ellos recurrir al metro para medir los objetos. Por otra parte, los niños sí suelen realizar en la Educación Infantil ciertas actividades de medición con unidades de medida como el brazo, el pie, o con diversos objetos. Sin embargo, en nuestras experiencias anteriores⁶ habíamos constatado que lo que se les ocurre a los niños hacer “de forma natural” es utilizar la comparación, antes que cuantificar empleando una unidad de medida. En este contexto, comparar la altura que tiene la torre construida por un grupo con la de otra torre erigida por el mismo grupo al día siguiente, plantea cierta dificultad. En efecto, las dos torres no pueden compararse directamente, lo cual fuerza a buscar un tercer elemento que sirva para establecer una comparación indirecta. El paso de la comparación directa a la indirecta supone un hito en el aprendizaje de la medición. Más allá de la comparación, los alumnos deben elaborar un “registro” (analógico, no numérico) de la altura de sus torres.

A pesar de las discusiones de días anteriores sobre el tema, una vez se encuentran en la situación real, los niños parecen ver de forma clara cómo solucionar el problema que se les plantea. Así que para registrar la altura de la torre y poder compararla con las que hagan otros días, los pequeños deciden utilizar papel continuo. En el grupo A primero estiman cuánto papel van a necesitar, dibujan sobre él algo parecido a un alzado de su torre y lo comparan con la torre real, acercando el papel a la torre. Al ver que se han equivocado, tachan lo que creen que sobra del edificio y vuelven a comprobarlo. Sobre el papel, también escriben sus nombres, detalle fundamental para ellos, como

⁶ Por ejemplo, en la experiencia descrita en De Castro y Escorial (2005).

⁷ Por propia iniciativa y sin ninguna sugerencia o aportación por parte de la maestra.

pudo apreciarse en la conversación sobre el uso de las cámaras. Siguen corrigiendo y comprobando. La estrategia básica de trabajo es el ensayo y error. Julieta se empeña en ponerse en medio para marcar dónde debe empezar la torre. Quiere hacer coincidir la marca del papel con la base de la torre (Figura 4, izquierda), por eso sujeta al suelo con la mano derecha la base dibujada de la nueva torre, que queda en medio del papel continuo. Las demás integrantes del grupo, que permanecen con la idea “seguir probando”, se enfadan con ella, pues no deja el papel libre para moverlo. Al final, las compañeras descubren el sentido de la acción de Julieta. Deciden entonces doblar el papel por donde indica Julieta, para comparar las alturas de la torre y el dibujo. Tras comprobar que la torre construida y la dibujada tienen la misma altura, terminan de escribir sus nombres. En el grupo B (Figura 4, derecha), los chicos hacen una estimación del papel que van a necesitar, hacen un primer dibujo, y lo comparan con la torre. Como el modelo elaborado en papel resulta un poco más bajo, hacen otro al lado y vuelven a comparar. Esta vez les parece perfecto, con lo cual, sólo falta apuntar sus nombres. Es interesante ver que la estrategia base para resolver el problema vuelve a ser el ensayo y error. Los ensayos no se realizan al azar, sino que van orientados por la destreza de estimación de longitudes, una importante destreza matemática a desarrollar que los pequeños utilizan a menudo. A los niños se les da libertad para que utilicen la estrategia que consideren más apropiada. Su elección queda documentada. Somos plenamente conscientes de que en estas situaciones, hay un aprendizaje “incidental”. Los niños aprenden cosas distintas (dentro del grupo) y los profesores a veces no somos capaces de prever qué van a aprender los niños⁸. En el grupo C, igual que en los demás, estiman cuanto papel necesitarán y hacen un dibujo de la torre. Uno de los integrantes del grupo dice: «Hacemos una raya y vemos hasta dónde llega. Si pongo el dedo, puedes hacer la marca. A partir de la marquita es desde donde tengo que borrar» [lo que sobra del dibujo anterior de la torre]. Vuelven a comprobar si está bien y con la referencia de la altura, dibujan la torre completa. No les basta la marca que representa la altura.

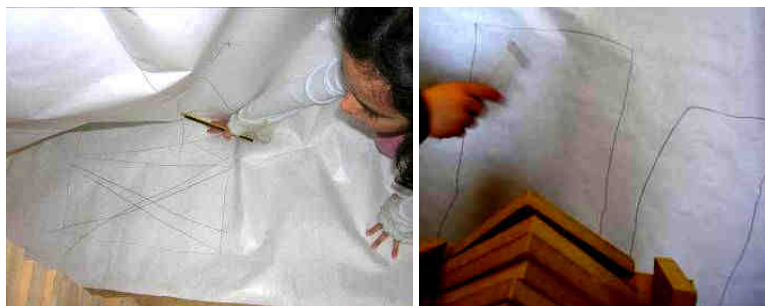


Figura 4. Trabajando por ensayo y error para registrar la altura de la torre

Es curioso que, al contrario de lo que suele suceder con las fichas, los niños no preguntan en ningún momento a la maestra si están haciendo bien su trabajo. Tienen perfectamente claro qué están haciendo y por qué lo hacen. Ellos “gobiernan” la actividad y esto les permite trabajar de forma autónoma. Las sucesivas comprobaciones que realizan tienen un doble estatus: Constituyen la autoevaluación que hace el grupo de su “tarea escolar” y, además, son un verdadero trabajo matemático (de comparación de longitudes). Se produce un fenómeno fundamental para el aprendizaje de las matemáticas: Los niños incorporan a su trabajo matemático la validación de su propio trabajo⁹.

⁸ Por esta razón, es recomendable que cuando un grupo de niños trabaja por proyectos, tengan también otro tipo de experiencias más orientadas al aprendizaje de contenidos matemáticos concretos.

⁹ Como cuando un niño utiliza la regla del 9 para comprobar si ha hecho bien una división en lugar de preguntar a la maestra si la tiene bien. Se logran dos objetivos: La prueba del 9 sirve al alumno para autoevaluarse y además, es un trabajo matemático en sí mismo. El caso que estamos tratando es más especial todavía que el propuesto en el ejemplo de la prueba del 9. En efecto, muchos niños aprenden a realizar la prueba de un modo rutinario, de modo que realizar dicha prueba no significa que estén asumiendo la responsabilidad de autoevaluarse. Sin embargo, en la situación que describimos, sale de ellos mismos la idea de validar su trabajo.



4.3. Continuación del reto de la altura (8.ª sesión)

La siguiente sesión consiste en volver a construir torres, pero con el añadido de que éstas deben de ser más altas que las de la semana anterior. Esto requiere un plan de trabajo dentro de cada grupo. Por ello, antes de ponerse a construir, todos los grupos dedican unos minutos a dialogar sobre cuál va a ser la estrategia a utilizar. El grupo A, igual que en la sesión anterior, tiene muchos problemas para ponerse a trabajar, debido a que existen muchas tensiones entre los miembros del grupo. Al final el trabajo empieza y deciden hacer la torre más estrecha, para así llegar más alto. Parten con una preocupación básica: que no se les ‘tuerza’ la torre, como la vez anterior. Así, se muestran muy atentas a que todas las piezas estén bien colocadas unas sobre otras. Los cuadrados, ahora, con este ancho, sí sirven para algo. Al poco empiezan los primeros momentos de crisis. La torre, no solo se está torciendo, sino que además parece perder estabilidad. Siguen adelante, colocando sillas para poder seguir ganando altura y, en parte, para apuntalar la torre. La maestra les avisa de que separen un poco las sillas, porque la torre se tiene que sostener sola. El trabajo continúa alegremente dentro del grupo, bajo la mirada entre fascinada y envidiosa de los que no consiguen llegar tan alto. Pero al final... se cae. Más tarde, los pequeños achacarán el derrumbe a la existencia de un ‘huequito’ cerca de la base de la torre (Figura 5, izquierda). Hay que comenzar de nuevo. Esta vez, haciendo la torre más ancha. Cuando comparan la torre con la del día anterior, observan con cierta desilusión que la nueva torre es un poco más baja. El nuevo registro de la altura queda junto al de la otra torre (Figura 6, izquierda).



Figura 5. Las tres nuevas construcciones



Figura 6. Los registros de altura de las tres torres junto con los del día anterior

En el grupo B, deciden trabajar como lo hicieron la semana anterior, pero intentando conseguir más piezas. Desde el principio, tres de los cuatro miembros del grupo deciden jugar “más de lo debido”, lo que desembocará en un “final fatal” (Figura 5, centro). Los equilibrios que hacen con las piezas dan lugar a la caída, casi al final de la sesión, de gran parte de la torre. Ni las reprimendas de la maestra por su actitud, ni las de Nicolás (el único que quería trabajar con seriedad) sirven para enderezar el rumbo del trabajo. Al compararla con la de la semana pasada, queda mucho más pequeña (Figura 6, centro), lo cual produce un gran enfado en Nicolás. Johnson y Johnson (1991) establecen que una de las características del trabajo cooperativo consiste en asumir responsabilidades

individuales. Cada componente del grupo debe responsabilizarse personalmente de su propio trabajo, de los resultados a los que se llegue y, en consecuencia, de sus aportaciones al grupo. En este grupo, estamos todavía lejos de conseguirlo. En el grupo C demuestran tenerlo muy claro desde el principio: «dos pilares y una tabla», propone Paula L.; «No. Mejor, cuatro», dice Cristina. Construyen intensamente, pero no consiguen alcanzar más de cuatro “pisos” de altura con este método (Figura 5, derecha) y la torre resulta exactamente igual que la de la semana anterior (Figura 6, derecha). Ninguno de los grupos ha construido una torre más alta que la semana anterior, pero la actividad ha ofrecido alternativas nuevas. Así que pensamos que los niños se han ganado continuar el reto de las torres. Pero antes se pone en común lo que ha ocurrido en cada grupo. Es una reflexión conjunta en la que surgirán aproximaciones al concepto de estabilidad. En cuanto al material, existe ya un dominio claro del mismo; saben utilizar cada tipo de pieza para una función concreta dentro de la construcción de la torre y, al final, sólo sobran los cilindros, empleados para decorar.

4.4. Discusión sobre la construcción de las torres (9.ª sesión)

Una vez que se ha hecho un trabajo intenso en pequeños grupos, es la hora de reunirse en gran grupo y compartir las experiencias, qué se ha estado haciendo, qué han probado, qué ha salido bien y qué no, para poder buscar soluciones conjuntas a los mismos problemas. La conversación se desarrolla a lo largo de una sesión de, aproximadamente, cuarenta y cinco minutos, en la que surgen tanto problemas de construcción, como disputas entre los miembros y diversas preocupaciones. Exponemos algunas de las conclusiones a las que se llega a lo largo de la conversación. El equipo B, al que se le cayó la torre en el último momento, tiene muy claro lo que pasó: «Y a nosotros se nos cayó porque estábamos haciendo el tonto», dice acertadamente Diego. En el grupo C, buscan soluciones para poder continuar construyendo más alturas repitiendo pisos con cuatro pilares y una tabla.

- Paula: Yo le estaba diciendo que ‘pongáramos’ [sic] más cosas, para que así no se nos cayera, y no me hacían caso.
Maestra: ¿Poner más cosas? ¿Cómo?
Paula V: Más pilares, para que no se cayera. Y no me hacían caso.
Maestra: Poner más pilares. ¿Cuántos pilares ponáis?
Paula: Cuatro.
Maestra: Y tú decías poner más pilares.
Paula V: Cinco.
María: O seis.
Cristina: [Cambiando de propuesta] Podemos coger el cuento que has traído tú de las piezas [un libro de rascacielos que trajimos para dar ideas, Figura 7, derecha] y pasarlo a cada equipo y así no se nos cae, o intentamos que no se nos caiga.

El problema, más que en el número de pilares, estaba en la estabilidad de los mismos. Eran pilares cilíndricos de 24 cm de longitud y 3 cm de diámetro. En experiencias posteriores los hemos cambiado por pilares de 16 cm de longitud y 4 cm de diámetro, mucho más estables. Surge también la duda de por qué los edificios de la calle son mucho más altos que sus torres, pero no se caen.

- Nicolás: Sí, pero en la tierra hay algo que sujeta a los edificios [Los cimientos. Hay varios niños hablando a la vez. No se le oye y no le hacen caso.] Podemos coger el libro, dos personas cada uno, y hacer más equipos, y luego lo ‘construyamos’ [sic].
Julieta: [Intervienen los miembros del grupo A] Los vamos a hacer más gordo que en las puntas. Donde están las paredes, que no quede ni un huequito.
Maestra: ¿Y “gordo”? ¿A qué os referís con que sea “gordo”?
Irene: Por las paredes, para que no se nos caiga. Pero tenemos que ver muy bien por abajo, que no se nos quede ningún hueco que se nos vaya a caer. Y si se nos va a caer, una amiga diga: “Sujetad por ahí”, y así ya no se cae. Con las tablas, sujetándolo.



A lo largo de estas conversaciones surge la idea de que van a construir una torre tan alta que no les va a caber dentro de la clase. Y eso lo expresan como una dificultad para continuar con su trabajo. La maestra les tranquiliza prometiéndoles que si eso ocurriera, bajarían al patio para seguir construyendo sin que el techo les limite. En este momento la actividad da un giro. Los niños ya no están motivados por construir una torre más alta que la anterior. Desean, sobre todo, conseguir construir torres tan altas que sea necesario hacerlas en el patio del colegio.



Figura 7. Dos momentos fundamentales: la discusión y la documentación

4.5. Una nueva sesión de trabajo (10.ª sesión)

Una vez debatidas las distintas propuestas en gran grupo, los niños vuelven a construir intentando conseguir torres más altas que las de las sesiones anteriores. El grupo A se plantea como objetivo la construcción de una buena base, con las piezas bien colocadas. Como en la sesión anterior, antes de comenzar a construir, los niños se reúnen para decidir qué van a hacer. La conversación muestra sus concepciones sobre cómo hacer una buena construcción. Lo primero es hacer «unas paredes gordas y bien colocado todo». En la figura 8, a la izquierda, Inés está decorando la torre en la parte superior con pilares cilíndricos cortos, y puede valorarse la anchura de la base de la torre. Cuando se acaban las tablas cuadradas y las rectangulares, se intenta seguir con los pilares cilíndricos. «Tengo una idea. Vamos a poner más pilares en la base», dice Irene. Al compararla con las torres de días anteriores, resulta aún más baja, aunque no se les ha caído ni una sola vez. Tan ancha y tan estable era, que se quedaron sin piezas para alcanzar mayor altura.



Figura 8. Las tres torres, en la 3.ª sesión del reto de las alturas (10.ª de la experiencia)

En el grupo B, después de haber estado perdiendo el tiempo en la sesión anterior, emplearon más tiempo a decidir su plan de construcción y deciden usar «más gordas que finas» y «más largas» [sic]. Y se ponen manos a la obra. Cuando se acaban las piezas planas, hay que seguir construyendo con las rampas y los cilindros (Figura 8, centro). Al compararla, estaban seguros de que era más alta que la de la semana anterior (que se les había caído), pero no esperaban alcanzar tanta altura. Objetivo cumplido: la torre era más alta que las anteriores (Figura 9, centro). Además, experimentaron la satisfacción por el trabajo bien hecho. En el grupo C, al principio, lo intentan con más pilares. Primero

muchos; luego, sólo cinco. Pero todo se les acaba cayendo y con mucha más facilidad que cuando ponían sólo cuatro pilares. Proponen pegar los pilares a la tabla, pero esta solución no es válida en el planteamiento de la experiencia, ya que el material debía de quedar intacto al finalizar cada sesión. De esta manera, los integrantes del grupo cambian de estrategia. Utilizan la misma estrategia que los otros dos grupos (Figura 8, derecha). Cuando ya no quedan piezas planas, los cilindros se emplean para decorar la torre y, de paso, para ganar un poco más de altura. Después deben comparar el resultado con las torres anteriores. La torre, gracias a los cilindros, es mucho más alta que las otras dos. Al mostrar el resultado a la maestra (Figura 9, derecha) le dicen: «Es la línea roja». Al solicitarles aclaraciones, en el grupo responden: «No sólo la línea roja, sino que desde abajo hasta la línea roja».



Figura 9. Los registros de las tres torres. A la izquierda más baja y en el centro y la derecha, más altas

4.6. Vídeo “Érase una vez el hombre: Los constructores de catedrales” (11.ª y 12.ª sesiones)

Llegados a este punto de la experiencia, tanto los maestros implicados como los niños nos sentíamos estancados. Los pequeños estaban muy motivados para construir en el patio, pero no sabían cómo mejorar la estabilidad de las torres. Decidimos entonces realizar dos propuestas diferentes, para aclarar las ideas. La primera fue la proyección del vídeo “Los constructores de catedrales”, capítulo decimoprimer de la serie “Érase una vez el hombre”¹⁰ y, la segunda, fue pedir ayuda a un experto, visita desarrollada en el siguiente apartado. Con respecto al vídeo, parecía oportuno porque los protagonistas del mismo expresan el deseo de construir un techo tan alto que llegue al cielo. También porque se les cae tantas veces la catedral y tantas veces tienen que recomenzar, que resultaba imposible que los pequeños no se sintiesen identificados. Después del vídeo, se produce una charla de la que surge la idea de pedir ayuda a los padres. A varios no les parece bien, porque las madres «tienen que trabajar». Después del vídeo, hicieron un dibujo del mismo¹¹. Los que iban acabando veían los libros de rascacielos y de historia de la arquitectura¹². La maestra iba escribiendo a mano, junto a los dibujos, los comentarios que los niños hacían sobre los mismos, bastante ricos en imaginación: «Este es un hombre corriendo, un poquito más cerca, que va a avisar al rey porque unos ladrones han atacado a su hija», dice uno de los pequeños. Algunos hablan de lo visto en el vídeo, otros lo mezclan con cosas que relacionan con la Edad Media: dragones, reyes, princesas, etc. Después de este trabajo de análisis, los niños se encuentran en situación de poder sintetizar el trabajo realizado. Ahora pueden describir cuáles son los problemas que deben afrontar y deciden pedir ayuda a un experto. En este caso, al padre de uno de los niños de la clase, que es arquitecto. Antes de la visita, entre todos hacen una lista de preguntas que les preocupan (12.ª sesión):

- ¿Cómo se pueden sujetar las torres? ¿Qué podemos hacer para que no se nos caigan?
- ¿Qué pieza vamos a necesitar mucho para que no se nos caigan las torres?
- Si nos podías dar ideas para que no se nos caigan.

¹⁰ Este vídeo se encuentra disponible en: <http://www.youtube.com/>

¹¹ Es algo anecdótico, pero resulta curioso como la mayor parte de los dibujos de los niños eran simétricos.

¹² “Grandes construcciones”, volumen 17 de la *Enciclopedia visual de las preguntas*, de El País.



- Que nos dé muchísimas ideas para otros días.
- ¿Se pueden hacer torres con agujeros y que no se nos caigan?
- Si necesitamos “echarle un ojo” en los sitios en los que hay agujeros.
- ¿Cómo podemos sujetar las piezas?
- ¿Se puede construir alto con cuatro pilares y una tabla y llegar alto?
- ¿Se tiene que construir con una tabla y pilares tumbados que valgan para la medida de la tabla?
- Queremos hacer una torre alta entre todos y queremos saber cómo podemos hacer que tenga una puerta para entrar dentro (y la puerta tiene que tener la medida del más alto de la clase), también que tenga ventanas y un tejado con una chimenea.



Figura 10. Cada niño elabora su dibujo y se consultan libros de arquitectura

5. La visita de Alejandro, el experto (13.^a y 14.^a sesiones)

Alejandro, arquitecto y padre de Nicolás, vino a visitar a los niños para trabajar con ellos. Antes de su visita, la maestra le había pasado las preguntas que los niños habían preparado para él, junto con algunas fotos de sus construcciones. La visita fue muy larga, y de ella extraemos los siguientes fragmentos, en los que se puede comprobar que los niños van revisando conceptos junto al experto:



Figura 11. Los niños trabajan sobre el peso, la estabilidad y la traba, y lo aplican a la construcción de una torre

Alejandro: Cuando tuvieron aquella pequeña ciudad, ustedes funcionaron como la historia de las ciudades. Empezaron a construir una torre, y querían hacer la torre más alta, pero el problema que tenían era que las torres se les caían. Bueno, ¿quién sabe lo que es el peso?

Aínvar: Una cosa que pesa mucho.

Inés: Como un piano.

Alejandro: El peso, todos pensamos que es algo que pesa mucho, pero las cosas pueden pesar mucho o pueden pesar poco. ¿Una pluma pesa?

Varios: No, no pesa.

Alejandro: ¿Cómo que no? Tiene su peso. ¿Un ladrillo pesa?

Varios: Sí.

Alejandro: ¿Y el agua pesa?

- Inés: Sí, dos [sic].
Alejandro: [En otro momento de la conversación] Lo único que hicieron fue poner las piezas una al lado de la otra, no buscaron una forma de entrelazarlas. Alguna vez habéis prestado atención de cómo se ponen las paredes de ladrillos.
Nacho: Se ponen en un sitio así. Uno encima de otro.
Alejandro: ¿Sólo encima uno de otro?
Nacho: No, también para los lados, para atrás y para delante.
Alejandro: Ahí está, así que los van trabando.
Diego: Con cemento.
Alejandro: Bueno. Sí se les pone cemento. Pero si no tuvieran cemento, porque aquí no tenemos pegamento para hacer la torre. Si le pusiéramos pegamento, aguantaría mucho mejor la torre.
Nacho: Pero después no podríamos jugar.



Figura 12. Los niños experimentando lo que acaban de aprender

A lo largo de la conversación, Alejandro les va dando diferentes pautas: les explica cómo realizar distintos modelos de trabas con el material: «Primero hay que seleccionar el material. Todas las piezas iguales». También da consejos sobre el trabajo en equipo: «Esto es otra cosa importante. En todo proceso de construcción es importante el trabajo de cada uno. Escuchen: las construcciones funcionan como un equipo, porque miren, si en este equipo no ponemos este pilar que nos falta, mira lo que pasa» [Alejandro quita una pieza y se ve como pierde estabilidad]. A la vez que va explicando a los niños, va construyendo una torre en la se aplica lo que se va explicando: repartir el peso, utilizar piezas iguales, trabar... Siguen construyendo la torre y Alejandro explica distintas maneras de equilibrar el peso. Como se han acabado las tablas, utilizan cuentos y descubren que, si el peso está bien situado, se pueden hacer hasta voladizos. En este momento Nacho dice: «Bea, ¿por qué no la dibujas para que no se nos olvide?». Beatriz (la maestra) devuelve la pelota a los pequeños y les pide que la dibujen ellos. De este modo, la actividad se divide en dos grupos: los que terminan la torre con Alejandro y se dedican a decorarla, y el grupo de niñas que intenta dibujarla.



Figura 13. Discusión final y torre final construida con Alejandro



Pero no han acabado, por supuesto. Mientras las niñas terminan de dibujarla, los demás hacen la traba, con Alejandro asesorándoles (Figura 12). Diego, Ilya y Nico construyen una mazmorra y le piden a Alejandro que les enseñe a hacer una puerta (una de las preguntas preparadas). También han conseguido hacer torres con agujeros, como querían. Después, a Carmen no le sale la traba y Diego se lo explica, pero tienen problemas con el tamaño de las piezas (Figura 12, derecha). Han mezclado piezas de diferentes tamaños y no encajan. Al final, lo dejan. Acabamos con un tiempo de discusión para ver si todas las dudas han quedado resueltas y atar los últimos cabos (Figura 13). La visita del experto fue altamente satisfactoria y fructífera. En gran parte debido a la capacidad de Alejandro para adaptarse al nivel de los niños y, también debido a que el trabajo previo de los niños les dio la capacidad de profundizar sobre el tema. Eran pequeños expertos, con un objetivo preciso y con necesidad de resolver dificultades concretas. Por la tarde, durante el juego libre, los alumnos traban las piezas con otro material distinto y sin ayuda de nadie (Figura 14, izquierda). Parece que lo han comprendido. Tras una puesta en común, para sintetizar la visita de Alejandro, las conclusiones son anotadas por los niños en la pizarra con mayúsculas:

- TRABAR
- LOCEPESAMUCHOABAJO
- LOCEPESAPOCOARRIBA
- PODEMOS ACER ABUGEROS
- PUERTAS IBENTANAS
- MAS ANCHA PORA BAJO



Figura 14. Los niños aplican todo lo aprendido tras la visita de Alejandro

En la siguiente sesión (14.^a), antes de construir, recordaron también que las piezas en cada parte de la construcción debían ser iguales. Sus construcciones resultan sorprendentes, incluso para ellos (Figura 14, imágenes del centro y de la derecha):

Inés: [Sorprendida] Llevamos aquí horas y no se nos ha caído nada.

Irene: Vamos a probar a quitar estas piezas porque, si se nos cae, ya sabemos cómo hacerlo.

6. La gran torre (15.^a y última sesión)

Al final, llegó el gran día¹³. Desde el día de planificación de la visita del experto, los niños se habían propuesto firmemente realizar una torre gigante. Por supuesto, la torre debería construirse en el patio, para que el techo del aula (de 2,5 m de altura) no “limitase” su altura. Dividimos la descripción de la actividad en episodios, que coinciden con las fases de la construcción de la torre y también con las etapas por las que pasa el grupo a lo largo de esta aventura compartida.

¹³ Mientras que la mayoría de las sesiones ordinarias semanales tuvieron una hora de duración, y las extraordinarias, algo menos, la culminación del proyecto de construcción llevó todo un día de trabajo.

6.1. La preparación

Por la mañana, los pequeños llegaron muy emocionados. La primera tarea, nada sencilla, consistió en bajar todo el material del aula, en un primer piso, al patio. Tenían dos sacos de piezas y un baúl de paja lleno de material, y lo bajaron casi sin ayuda. Al principio, iban bajando el material poco a poco. Cuando la cesta de paja ya no pesaba tanto, la arrastraron desde la clase hasta el patio, salvando incluso un tramo de escaleras. Después tuvieron que volcar la cesta, que seguía pesando mucho, y los sacos (Figura 15). Una tarea pesada y aburrida que se convirtió en un reto y en un juego, debido a su gran dificultad. Y todo se desarrolló sin la ayuda de ningún adulto. Ya con todo el material preparado, se sentaron en corro para decidir qué iban a hacer y cómo hacerlo, igual que en sesiones anteriores (Figura 15, derecha). El qué era fácil: la torre más alta que pudieran. El cómo, es lo que llevaban dos meses investigando. Los niños comienzan repasando lo que han aprendido:

Inés: Lo que no pesa, arriba.
 María: Lo que pesa mucho, abajo.
 Sandra: Y trabar.

Pero no lo tienen muy claro. Para no despistarse del objetivo, Nacho propone hablar por turnos. Así, cada uno puede expresar su opinión. Sin embargo, a medida que les va tocando hablar, no se les ocurren muchas ideas. Nacho, como hará durante el resto del día, guía y cohesiona el grupo, buscando soluciones e intentado que cada uno aporte su granito de arena. Así, en un momento de la conversación en la que a nadie se le ocurre nada, dice: «A ver... Concentración». Y todos agachan la cabeza, adoptando un gesto de reflexión. Al fin, consiguen llegar a un acuerdo que satisface a todos, y se ponen manos a la obra. En el trabajo cooperativo se produce una interdependencia positiva donde los alumnos, en el desarrollo de sus tareas de grupo, se perciben mutuamente como necesarios para resolverlas. Esto supone compartir recursos, objetivos comunes y roles específicos para cada uno; así mismo, se favorece la interdependencia cara a cara, en la que ayudarse, compartir esfuerzos, animarse, explicarse algo mutuamente, discutir, etc., serían ejemplos significativos (Jonhson y Jonhson, 1991).



Figura 15. El transporte del material y la planificación

6.2. Construcción de la base

El comienzo fue lo más complejo. Había que asentar bien los cimientos de la torre y, por otro lado, asentar los cimientos de trabajar todo el grupo junto para que la actividad funcionara. Los niños, hasta ese momento, habían trabajado en gran grupo sólo para exponer dificultades o llegar a conclusiones pero, a la hora de construir, sólo estaban acostumbrados a hacerlo en pequeño grupo. ¡Deben trabajar catorce personas a la vez, en una misma tarea! Al principio, la base de la torre se cayó; a la segunda, la destruyeron. La hicieron mal y la tuvieron que repetir varias veces, pero no desistieron. En el asentamiento de las bases del grupo, ocurrió lo mismo: aparecieron problemas de liderazgo, malos entendidos, surgieron grupos disidentes. Al final, gracias al esfuerzo de todos, los que cedieron, los que buscaban el consenso, los que se pelearon para conseguir algo mejor... el grupo



funcionó como tal. Y consiguieron construir la torre más alta que habían realizado hasta el momento, y no se les cayó. Y el grupo se cohesionó, cristalizando así los esfuerzos por intentar comprenderse como compañeros y como amigos. Al principio todo eran expectativas. Los niños transmiten sus ilusiones y sus deseos:

- Diego: La torre será más alta que la que hicimos en mi equipo porque ahora... Todos juntos.
Sandra: Ahora podremos coger las sillas si no llegamos.



Figura 16. Se prueban distintos procedimientos para formar la base de la torre

Subirse en una silla o en una mesa es muy divertido en estas edades y hacerlo con consentimiento adulto, casi por obligación, es aún más divertido. Nada más empezar, surgen los primeros problemas de construcción de la base de la torre y, análogamente, aparecen las primeras dificultades en el grupo. Tienen que decidir dónde van a empezar la torre.

- Irene: Aquí hay muy poco sitio.
Nacho: Aquí, en el medio.

Tienen tanta ilusión por hacerlo que lo intentan todos juntos, pero no caben. No pueden trabajar todos a la vez y además no se han puesto de acuerdo en cómo iban a empezar: «Yo pensé que íbamos a trabar», comenta Diego, cuando ve que sus compañeros empiezan por otra técnica que les enseñó Alejandro. Empiezan haciendo la base de “quesitos” (una base hexagonal, imitando la que hicieron con Alejandro) pero las tablas se les caen una y otra vez. Diego y Nacho intentan organizar al grupo, discuten sobre qué problemas están ocurriendo y dan consejos a sus compañeros:

- Diego: No acercarnos tanto a las piezas [a lo mejor se caen porque alguien las toca y hay que evitarlo].
Julieta: ¡Sí, pero que no manden los chicos solo! [Con actitud de queja].

Empieza la primera división del trabajo: unos construyen y otros clasifican las piezas, por dos motivos: habían aprendido de Alejandro que debían de utilizar siempre piezas iguales y en segundo lugar, no caben todos haciendo la base de la torre (figura 16, derecha). Todo esto no funciona. La base se cae continuamente. No consiguen colocar ni siquiera tres tablas sin que se les caigan. Esto empieza a producir desesperación. De repente, surge una idea:

- Nacho: Ah, ya sé. Tenemos que conseguir algo plano. Sin nada, sin arena, sin nada [El suelo del jardín no es llano; no es como el suelo de la clase. Por eso las maderas no aguantan de pie].
Diego: Hay que barrer [porque también había arenilla].
Maestra: [Viendo a los pequeños desconcertados] ¿Qué otro sistema de los que conocéis podéis usar?
Illya: Ir trabando. Hacer otra, pero trabando (Figura 16).

Empiezan a construir trabando y surgen las primeras disidencias del gran grupo. Se forman distintos grupos de trabajo: uno principal y varios secundarios. Estos están formados por una o dos

personas, que intentan hacer otras bases, aplicando algún otro tipo de técnica (Figura 16, izquierda). También hay quienes tratan de unir a la clase entera:

- Diego: No, chicos. Dejad eso, que se cae todo. Ahora estamos trabando.
 Nacho: ¿Pero por qué vosotros no lo hacéis con nosotros?
 Diego: [Insistiendo] Aínvar. Lo estamos haciendo aquí, ya todos juntos.

Pero sigue sin funcionar: no consiguen hacer la base de la torre. En varias ocasiones la destruyen y reconstruyen hasta conseguir que les convenza. Además, repasan qué era trabar. Algunos integrantes del grupo lo explican a los que no lo tienen claro. Como se ve en la Figura 17, las piezas de la base no están trabadas y eso hace que se produzca una peligrosa grieta en la construcción. Los niños se dan cuenta de la importancia de tener una buena base, optan por deshacer lo que han construido. Inés (Figura 17, centro) indica cómo deben colocarse las piezas para que estén trabadas y así evitar las grietas. Durante un tiempo no sale nada, pero lo siguen intentando.

Algo similar ocurre en el grupo. Surgen conflictos por el liderazgo y los niños “pelean” por hacerse oír. Se discute, se destruye, se llora, se habla. Los amigos interceden en el conflicto, pero falta actitud de escucha. Irene e Illya protagonizan uno de los mayores enfrentamientos y tendrán de dialogar mucho para solucionarlo. Debe haber una verdadera discusión sobre los motivos de la disputa, sobre sus sentimientos, y hablar con sinceridad. Habrá que dedicar tiempo al otro para escucharle y discutir con él. Las relaciones deben crearse entre ellos; no se pueden imponer por parte del adulto. Este estará presente durante el proceso en calidad de mediador. Debe haber sinceridad y, sobre todo, respeto. En ambos casos, en la torre y en el grupo, parece destruirse todo y se vuelve a empezar. Pero ya no se empieza desde el mismo sitio. Ya sabemos en qué nos hemos equivocado y por qué caminos no se llega a ningún sitio. «El que quiera seguir construyendo que venga aquí», propone Nacho. Sus palabras resuenan en el grupo en un momento clave. Irene e Illya se han reconciliado, pero se han formados dos grupos: uno construye, el otro juega con las piezas. Los constructores se quejan de que les dejan solos y los que juegan protestan porque no se les deja intervenir. Cuando han conseguido una base más o menos a su gusto, aparece otro problema. La base es más ancha de lo usual, lo que obliga a buscar soluciones (Figura 17, derecha). Illya, emocionado, exclama: «Bea... ¡Qué divertida [sic] es hacer la torre! ¡Porque nos pasan ‘mollones’ [mogollones] de problemas!»



Figura 17. Durante la construcción, surgen problemas con los que no nos habíamos encontrado antes

Después de darle vueltas, deciden poner un pilar en el centro para que no se caiga. El problema planteado era totalmente nuevo; no había surgido en la visita del experto. Sin embargo, los niños fueron capaces, no sólo de aplicar los aprendizajes adquiridos, sino de buscar soluciones nuevas y creativas a problemas que no pertenecían al repertorio de su experiencia anterior. Al final de esta etapa, la base de la torre está asentada y el grupo ha conseguido crear un ambiente de trabajo en el que todos participarán y construirán juntos la torre. La base de la torre es más ancha de lo que hasta entonces habían trabajado. También se han ensanchado los lazos que unen al grupo, produciéndose un salto cualitativo en las relaciones personales. Han necesitado hora y media para llegar aquí. La base no levanta más de 20 centímetros, pero es sólida para construir sobre ella. Desde este momento, todo será



más rápido y fácil. El grupo parece el mismo, pero no lo es. Ahora trabajan los catorce juntos. Han creado, a los cinco años, un ambiente de trabajo en que todos participan. Hay división del trabajo, discusión para solucionar problemas, se escuchan las propuestas de los demás y se admiten los errores.

6.3. Construcción del cuerpo de la torre

El grupo participa unido en la construcción del cuerpo de la torre, utilizando las técnicas aprendidas con Alejandro y aplicándolas con oportunidad (Figura 18). Los problemas de relación en el grupo han desaparecido. Tampoco ahora la construcción ofrece graves dificultades. Sin embargo, el grupo deberá mantenerse unido para afrontar “nuevos retos” que irán surgiendo. El primero es que, a medida que la altura de la torre avanza, los niños no llegan a poner nuevas piezas. Así, deciden primero bajar las sillas de la clase. En seguida, necesitan subirse sobre algo más alto y eligen las mesas. Pero las mesas hay que bajarlas, y al igual que al bajar las piezas, hay que sortear un tramo de escaleras. Con esfuerzo, logran entre varios bajar dos mesas. Inmediatamente, surge otro inconveniente: los mayores bajan al recreo. La torre se está construyendo en el patio; no en el centro del mismo, pero tampoco en un lugar protegido. Los pequeños temen que, intencionadamente o no, alguien pueda destruir la torre. Por esta razón, deciden hacer un cartel para que nadie se acerque demasiado. Inés e Irene, con ayuda de algún otro compañero como supervisor, escriben: “PORFA BOR NO TOCAR LATORE” (Figura 18, derecha). Además, establecen espontáneamente turnos de vigilancia alrededor de la torre durante el recreo, y deciden que van a permitir a los mayores acercarse a mirar, pero no tocar nada. Antes de irse al recreo, guardan las piezas sobrantes sin indicación de la maestra: una muestra de la responsabilidad asumida en el cuidado del material de construcción.



Figura 18. Se aplican distintas técnicas para la construcción y se sube a las sillas para ganar altura

Después del recreo de la mañana, con la torre intacta, la construcción continúa. El trabajo se reparte: unos traen las piezas, otros las clasifican, y otros construyen. Los niños emplean con destreza las distintas técnicas aprendidas (Figura 18, izquierda y centro). Hay tres partes diferenciadas en el cuerpo de la torre. La inferior, realizada con “pilares”. Dado que éstos no han podido colocarse verticalmente, se adaptan para un uso horizontal, aprovechando que tienen la misma longitud que el lado de una tabla cuadrada. A continuación, hay una parte “maciza” de la torre, sin huecos. Finalmente, se utilizan los prismas cuadrados pequeños, con huecos entre ellos, pero siempre trabando las piezas. Es curioso como algunos niños se anticipan a la fase siguiente al colocar la tabla superior, con voladizos, antes de concluirse la parte anterior. Esta es la ventaja de usar patrones en la construcción. Permite anticipar mentalmente el final de la construcción y poder planificar, y comenzar a ejecutar, la siguiente fase del proyecto. La torre empieza a ser tan alta que, incluso encima de las mesas, los pequeños tienen grandes dificultades para rematar el trabajo. Así, comienzan a proponer soluciones peligrosas para su integridad física. Dado que no se les permite poner una silla encima de una mesa, tratan de buscar otra solución: «Otra mesa, no. Algo que pese... algo alto, pero que no se caiga». Quizá hubiese sido razonable emplear una escalera, pero a los niños no se les ocurrió y les damos un grado muy alto de autonomía. Así, ante la pregunta de la maestra: «¿Qué necesitáis?», Diego contesta: «Tu ayuda». Entonces Cristina (de 5 años) se encarga de la grabación del vídeo (tarea

de documentación) y Beatriz sube a la mesa. Los niños le indican qué pieza poner y dónde (Figura 19, centro). Llegada la hora de comer, la torre está terminada. Queda decorarla (Figura 19, derecha). Los triángulos, difíciles de encajar en la construcción, encuentran ahora su protagonismo en la decoración.



Figura 19. Momento final de decoración de la torre

6.4. El final del trabajo y la celebración

Antes de ir a comer, con la torre terminada y decorada (Figura 20), surge una especie de “rito ancestral” en el que los niños cantan y bailan girando alrededor de la torre, mientras repiten: «¡Qué viva la Torre Eiffel!» La idea surge de Inés, cuya madre acababa recientemente de volver de un viaje a París. El baile alrededor de la torre supone el éxtasis por el trabajo bien hecho. Es la celebración del éxito común a través de una manifestación completamente espontánea. Los pequeños dejan recogido todo el material sobrante. Las sillas, que hasta ahora les habían servido de escaleras sobre las que subirse para construir, son empleadas como barrera protectora (Figura 20, centro).



Figura 20. La torre terminada con sus últimos detalles

En el recreo de la tarde, cuando todo el colegio está en el patio y durante más de hora y media, se repiten los turnos de vigilancia alrededor de su torre. Al final del recreo la torre sigue intacta. El resto del colegio ha respetado y admirado el trabajo, sin supervisión adulta. El profesor encargado de cuidar el recreo tenía instrucciones de no intervenir en caso de surgir problemas. Se confiaba en los niños y las niñas y éstos nos devolvieron la confianza depositada en ellos: los participantes en la actividad, porque se responsabilizaron de su trabajo de manera espontánea, ya que surgió de ellos la necesidad de establecer turnos de guardia; el resto de los niños, porque supieron respetar el trabajo de sus compañeros. Si no lo hubieran hecho, habría sido una dura lección para ellos. Habrían tenido que aprender, de una manera drástica, por qué hay que respetar las cosas que están en el patio, sean nuestras o no. Afortunadamente, la lección dada por el resto de los niños fue superior. Por la tarde, después de que la torre sobreviviese a todo el recreo de mediodía, con todo el colegio en el patio, los niños dibujaron la torre (Figura 20, derecha). Sabían que al final, como en otras ocasiones, habría que



destruirla. La torre estaba condenada a desaparecer. En ese momento, los niños quizá no advierten, tras tantas horas de grabación, que todo el proceso queda registrado en video. Por eso el dibujo de la torre es tan importante para ellos. Una vez destruida, el “único” rastro que quedará de su creación será el dibujo que hagan de ella. Por eso se esfuerzan y dedican mucho tiempo a dibujarla. Al respecto, recordamos la observación de Delval (2002):

El dibujo tiene un importante componente cognitivo que hace que refleje muy bien la comprensión que el niño tiene de la realidad, su representación espacial y cómo concibe las cosas. Igualmente el aspecto afectivo es muy destacado ya que el niño representa en el dibujo aquello que le interesa, que le preocupa o que desea. Como en el juego simbólico, refleja en él sus intereses y sus conflictos. El dibujo es, pues una actividad que implica al niño totalmente (p. 249).

Más adelante, añade: “El dibujo contribuye mucho al desarrollo del niño, pues, al dibujar, profundiza en el conocimiento de la realidad y su capacidad de observación” (p. 260). Pensamos que el dibujo de la torre no sólo se convierte en “memoria” de la aventura vivida, sino que tiene además un valor cognitivo y afectivo. Tras el dibujo de la torre, los niños meriendan. Ese día toca bocadillo de crema de chocolate y la merienda se convierte en «un banquete, una fiesta», como dice Nacho.

6.5. La destrucción de la torre y la recogida del material

La destrucción de la torre es un momento fundamental que dura sólo unos segundos. Sin embargo, durante todo el proyecto, la destrucción de cada construcción, ha estado cargada de emoción. En esta ocasión, los pequeños destruyen la torre e invitan a Jaime, el profesor de Educación Física del Colegio, con el que mantienen un profundo vínculo afectivo. Tanto la destrucción, como la “gran fiesta” posterior, constituyen la parte de celebración social del proyecto. Las niñas y los niños de la clase han conseguido formar un verdadero grupo, han trabajado juntos, han conseguido construir una torre más alta de lo que se podían imaginar, y hacerlo con unas bases de construcción sólidas y estables. Lo mismo ocurre con el grupo. Se ha transformado en un grupo distinto al que comenzó el trabajo, más cohesionado y con más afecto entre sus miembros. También han ganado seguridad en sus propias capacidades: «Ahora ya se nos puede caer la torre muchas veces, porque ya sabemos cómo hacerlo» –dice Irene, con alegría, en un momento de la construcción de la torre. Los niños han tomado en sus manos la responsabilidad de todo el proceso. Igual que han bajado las piezas, las mesas, las sillas y todo el material de dibujo, deben recogerlo. Aunque al bajarlo juega a favor la motivación de la actividad, también asumen la responsabilidad de recoger todo aquello que han utilizado.

7. Reflexiones finales

La construcción de la gran torre constituyó la culminación de un proyecto que mantuvo a los niños y niñas del grupo trabajando durante un periodo de dos meses. La investigación fue protagonizada por los pequeños y guiada por un objetivo claro: ganar altura y estabilidad en la construcción de sus torres. Los niños alcanzaron el objetivo con esfuerzo y con la valiosa colaboración del experto. También contaron con el tiempo necesario para desarrollar su proyecto. Esta aportación debe agradecerse a la maestra¹⁴. La dinámica de trabajo permitió que los niños realizaran conquistas fundamentales en su aprendizaje. Quizá la más importante fue la propia formación, cohesión y afianzamiento del propio grupo. A lo largo del proyecto se fue modelando la figura del grupo a través de la discusión, la escucha y la aportación de ideas o posibles soluciones a los problemas que surgían. La torre final, con su testimonio a través de la documentación del proyecto, nunca hubiera podido ser

¹⁴ A su falta de intervención, para dejar a los niños y niñas trabajar de forma autónoma.

construida individualmente. Sólo la cooperación en el grupo, tras un largo esfuerzo compartido, ha podido dar lugar a una producción tan impresionante para niños y niñas de 5 y 6 años. Sobre la importancia del trabajo en grupo, queremos concluir citando a Malaguzzi (2001): “El bienestar que los niños consiguen con los juegos interactivos con los coetáneos es uno de los aspectos que les da mayor seguridad, y cuya fecundidad tiene una repercusión que todavía no ha sido valorada” (p. 37). Ciertamente, durante el proyecto hemos asistido a situaciones en las que el desarrollo afectivo ha adquirido una posición central en el proceso. Más adelante, Malaguzzi (2001) añade:

Las actividades en pequeño grupo (dos, tres o cuatro niños) son módulos de enorme deseo y eficacia comunicativa. Se trata de una tipología de organización que es la más adecuada para desarrollar la pedagogía relacional y donde, con mayor probabilidad, se desarrolla la complejidad de las interacciones; y donde emergen mayores acomodaciones autorreguladoras, conflictos productivos y juegos de reciprocidad interactiva (p. 56).

Y es sobre esa base de pequeño grupo de coetáneos, sobre la que hemos trabajado durante todo el proyecto, cristalizando todos estos efectos positivos en la actividad final, dentro del gran grupo.

Desde el punto de vista del aprendizaje de las matemáticas, la experiencia estaba fundamentalmente orientada al desarrollo del sentido espacial, el aprendizaje de conceptos básicos relacionados con la medición (como la creación de registros de la altura y la comparación indirecta), el establecimiento de relaciones de equivalencia (de forma, longitud, grosor...) entre las piezas, la clasificación, y la resolución de problemas de composición y descomposición de formas geométricas tridimensionales, que surgían espontáneamente durante la construcción, al intentar construir con piezas iguales que al final se agotaban (lo cual obligaba a componer, con otras piezas del material, la pieza deseada). Para nosotros fue una sorpresa la destreza demostrada por algunos niños en la elaboración de construcciones simétricas. Tampoco esperábamos la “explosión” que se produjo en el uso de patrones y regularidades a partir de la visita del experto, Alejandro, ni que los pequeños llegaran a sentir la necesidad de bajar a construir al patio la gran torre final. Mirando hacia atrás, concluimos con la clara convicción de que el juego de construcción puede favorecer notablemente el desarrollo del pensamiento matemático de niñas y niños de Educación Infantil, que constituye un tipo de actividad matemática adecuada al desarrollo infantil en estas edades, y que las capacidades matemáticas de los pequeños, cuando son adecuadamente estimuladas, siempre superan nuestras expectativas.

Bibliografía

- Chalufour, I., & 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. Em E. Rodrigues (Coord.), *Actas do I Congresso Internacional de Aprendizagem na Educação de Infância* - CIANEI (pp. 139-150). Porto: Gailivro. Recuperado el 15 de julio 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, pp. 15-17. Recuperado el 15 de julio de 2011 de <http://eprints.ucm.es/12635/>
- Delval, J. (2008). *El desarrollo humano* (8.ª imp.). Madrid: Siglo XXI.
- 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.



La gran torre: Matemáticas en la Educación Infantil a través de un proyecto de construcción

B. Escorial González y C. de Castro Hernández

- Hirsch, E. (Ed.) (1996). *The Block Book* (3rd ed.). Washington, DC: NAEYC.
- Jonhson, D. W.; & Jonhson, R. T. (1991). *Joining together*. Boston. Allyn & Bacon.
- Leeb-Lundberg, K. (1996). The block builder mathematician. In E. S. Hirsch (Ed.), *The block book* (3rd ed.) (pp. 34–60). Washington, DC: NAEYC.
- Malaguzzi, L. (2001). *La Educación Infantil en Reggio Emilia*. Octaedro & Rosa Sensat.
- Michelet, A. (1977). *Los útiles de la infancia*. Barcelona: Herder.
- Mir, C. (Coord.) (1998). *Cooperar en la escuela. La responsabilidad de educar para la democracia*. Barcelona: Graó.

Beatriz Escorial González es maestra especialista en Educación Infantil en el CEIP Virgen de Peña Sacra de Manzanares el Real (Madrid, España).
E-mail: beatriz.escorialgonzalez@educamadrid.org

Carlos de Castro Hernández es profesor de Didáctica de las Matemáticas en la Universidad Complutense de Madrid (España).
E-mail: carlos.decastro@edu.ucm.es