# Favorecer el aprendizaje matemático con sentido en la Educación Infantil: un reto

Dolores Carrillo Gallego; M.ª Dolores Saá Rojo; Encarna Sánchez Jiménez

email: carrillo@um.es; saa@um.es; esanchez@um.es

Universidad de Murcia

## RESUMEN

La etapa de infantil es básica en la educación y condiciona, en buena medida, los aprendizajes posteriores; además, esta etapa tiene unas finalidades propias, a las que la matemática contribuye de diferentes formas.

Esta ponencia se focaliza en la adquisición con sentido de los conocimientos matemáticos. Puesto que las situaciones son un medio privilegiado para dar sentido a los aprendizajes matemáticos, nos interesamos por ellas, considerando cuáles se pueden proponer en las aulas de educación infantil, con el fin de favorecer el aprendizaje matemático de los niños y niñas de ese nivel.

Fundamentamos el diseño y la gestión en el aula de estas situaciones a través de ejemplos que hemos puesto en práctica en tres, cuatro y cinco años.

*Aprendizaje matemático, situaciones de aprendizaje, geometría, educación infantil.*

El título de la ponencia es «Favorecer el aprendizaje matemático con sentido en EI: un reto». En este ámbito de profesorado de matemáticas, la primera cuestión que se plantea es ¿Se puede aprender matemáticas en EI?  ¿qué matemáticas?, es decir, qué contenidos, qué conceptos, qué técnicas (procedimientos).

## ¿Cómo enseñar matemáticas en la Educación Infantil?

Nos vamos a centrar en el cómo ¿qué procesos de estudio puede planificar y gestionar el maestro de EI para que sus alumnos adquieran esos conocimientos matemáticos?

Entre los principios metodológicos que se deben tener en cuenta en EI, se suele señalar (y el MEC lo hace así [9]) que la enseñanza debe ser globalizada. Al comentar este aspecto en lo que se refiere a las matemáticas se destaca el carácter instrumental de los aprendizajes matemáticos, es decir, la aplicación de conceptos matemáticos a situaciones de la vida diaria, de juego, de otros proyectos.

Pero ¿cómo construye (adquiere) el niño esos conceptos matemáticos? Los conceptos matemáticos han sido construidos por la humanidad a lo largo de milenios, desde el paleolítico y el niño no los puede redescubrir por sí mismo; se necesitan situaciones específicas para ello, hay que planificar actividades que tengan por finalidad que el niño construya con sentido conocimientos matemáticos. Por supuesto, estos conocimientos tienen que ser funcionales, tienen que tener utilidad para el niño y, en su caso, ser transferibles de unas situaciones a otras.

En una Declaración conjunta de 2010 la National Association for the Education of Young Children (NAEYC) y el National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) dicen:

> «Dada la importancia de que el currículo sea profundo y coherente, resulta claramente insuficiente que se lleven a cabo experiencias matemáticas no planificadas. Los programas de calidad incluyen experiencias de aprendizaje organizadas intencionalmente para la construcción de los conocimientos infantiles a lo largo del tiempo. Así, los maestros y educadores infantiles deben planificar la implicación profunda de los niños con las ideas matemáticas, así como apoyar a las familias para que estas ideas se amplíen y desarrollen fuera de la escuela» ([7], p. 8)

Y más adelante, refiriéndose a las matemáticas curriculares :

> «A pesar de lo valiosa que resulta la integración en el currículo de educación infantil, no es un fin en sí misma. Los maestros deben asegurarse de que las experiencias matemáticas, entretejidas a través del currículo, siguen secuencias lógicas, permiten centrarse en las matemáticas y profundizar en ellas, y ayudan a los niños a progresar en sus conocimientos y destrezas. El currículo no debe convertirse, en nombre de la integración, en un cajón de sastre con cualquier tipo de experiencias relacionadas con

las matemáticas en torno a un tema o un proyecto. Más bien, los conceptos deben desarrollarse de forma coherente y planificada» ([7], p. 9)

## Aprendizajes matemáticos con sentido

¿Qué se quiere decir cuando se habla de *aprendizajes matemáticos con sentido*? La respuesta a esta cuestión requiere plantearse otras como ¿Qué es el sentido de un concepto matemático? Y más aún, ¿Qué se entiende por concepto matemático?

«Concepto» nos evoca algo que hay en nuestra mente, que relacionamos con «conocimiento» y que nos permite comprender (dar significado a) lo que nos rodea.

Un autor que ha reflexionado sobre esta cuestión y cuyas propuestas nos parecen clarificadoras y útiles es Vergnaud. Su punto de vista es que un concepto se puede considerar un triplete de tres conjuntos, C = (S, I, *s*) ([12], p. 145), donde:

S: (la referencia) el conjunto de las situaciones que dan sentido al concepto.

I: (el significado) los «esquemas de conocimiento»[i] que utilizamos en esas situaciones; Vergnaud habla del conjunto de los invariantes (propiedades) de los esquemas asociados.

*s*: (el significante) conjunto de las formas lingüísticas y no lingüísticas que permiten representar simbólicamente el concepto, sus propiedades, las situaciones y los procedimientos de tratamiento.

En principio, un concepto matemático viene definido (o determinado) por los conocimientos y usos matemáticos relativos al mismo actualmente (punto de vista de la «matemática sabia»); pero un concepto no está unívocamente fijado; ha ido cambiando a lo largo del tiempo, pues lo han hecho sus componentes (S, I, *s*).

En las instituciones en las que se utilizan los conceptos se llevan a cabo fases de lo que se denomina «transposición didáctica»[ii] que adaptan los conocimientos que se pretende enseñar a las condiciones de la institución y del aula.

Por ejemplo, en una institución de enseñanza, las situaciones que se consideran como referencia del concepto no son todas las posibles, sino una subcolección que se considera adecuada para el uso que se le va a dar. Desde luego, esas situaciones suelen ser diferentes de las que han dado origen al concepto, porque la problemática que se planteaban los matemáticos que las construyeron, el contexto en el que nacieron, suele ser muy diferente al contexto en el que se encuentran los estudiantes y la problemática que pueden asumir. También se seleccionan las propiedades del concepto y los procedimientos que se consideran adecuados; y lo mismo ocurre con las formas de representación.

Ese subconcepto constituye el *sentido del concepto en esa institución*. Viene determinado por los Planes de estudio, concretados en programas, guías docentes, manuales, etc. Se trata de un trabajo matemático, una elaboración de los que tienen responsabilidad en la enseñanza de las matemáticas en esa institución, desde los técnicos del Ministerio de Educación que elaboran las leyes a los autores de los manuales que los concretan (llenándolos de contenido y elaborando justificaciones y actividades) y los profesores de aula que los adaptan a las condiciones específicas de sus alumnos enriqueciendo, en muchas ocasiones, el concepto, al agregarle situaciones de referencia más comprensibles para sus alumnos y nuevos significados que construyen (elaboran) a partir de su experiencia como enseñantes.

¿Cuál es el sentido de un concepto para una persona? Es el conjunto de situaciones que identifica como referencia del concepto, el significado (propiedades, procedimientos) que le asocia y las formas que tiene de representarlo ([12], p. 138].

Planificar el aprendizaje de un concepto supone, en primer lugar, determinar cuál es el *sentido del concepto en esa institución* (en nuestro caso, la Escuela Infantil), qué significados del concepto pretendemos que construyan los alumnos y, correlativamente, qué situaciones de referencia pueden ser idóneas para esa construcción y qué representaciones (orales, escritas, gráficas, manipulativas, gestuales...) pueden ser útiles.

Hay que tener en cuenta los significados iniciales que los alumnos atribuyen a esas situaciones y, a partir de ellos, determinar qué situaciones pueden ser más adecuadas para un primer contacto del niño con el concepto. Porque un concepto no se construye de una vez por todas; su sentido se va ampliando y enriqueciendo al asociarle nuevas situaciones de referencia y nuevos significados.

El profesor tiene que construir un itinerario desde esas primeras situaciones y ese primer sentido del concepto hasta el que se espera en la institución; y más allá si las dinámicas de aprendizaje lo aconsejan.

La construcción de sentido por una persona está mediada por su cultura, como lo recuerda Carmen Chamorro ([3], p. 25):

> Los procesos de construcción de significado se vehiculan a partir de la noción de cultura. Es nuestra participación en la cultura la que hace que los significados no solo sean públicos, sino además compartidos, y en el caso de las Matemáticas, casi siempre acordados. Este último aspecto, la convención, pone de manifiesto la necesidad de negociar los significados para que puedan ser interpretados.

Para planificar la enseñanza de las matemáticas, es importante tener en cuenta que un concepto adquiere sentido para el sujeto que aprende a través de las situaciones y de los problemas que resuelve y de las técnicas usadas en la resolución. Además, que en dicho proceso de aprendizaje el sujeto va a hacer uso de los “esquemas de conocimiento” disponibles en ese momento. Y que dicho proceso solo se ultima con la tarea de representación simbólica, de una u otra forma, del concepto implicado.

Siendo así, la tarea del profesor es destacada. Es quien debe seleccionar y presentar las situaciones o problemas de modo que tengan interés y sentido para el alumnado, acordes con los “esquemas de conocimientos” que ellos puedan tener disponibles y de modo que surja la necesidad o conveniencia de recurrir a la “representación” del concepto involucrado.

El alcance de un concepto debe ser verificado a través de situaciones variadas y se debe analizar una gran variedad de conductas y de esquemas para comprender en qué consiste, desde el punto de vista cognitivo, tal o tal concepto.

## La planificación de situaciones de aprendizaje

Para planificar las situaciones de aprendizaje que queremos llevar al aula, lo primero es tener clara su finalidad: ¿Cuál es el interés de realizar una actividad de ese tipo? Y esto incluye determinar cuáles son los conocimientos de los que pretendemos que los alumnos se apropien. Y realizar un análisis de los mismos, teniendo en cuenta las personas que deben aprenderlos, es decir, determinar cuál es el sentido de ese saber matemático en la institución Escuela Infantil.

Por ejemplo, en este trabajo nos vamos a referir a «Cuerpos geométricos. Propiedades de los cuerpos geométricos. Forma de las caras». ¿Qué propiedades de los cuerpos geométricos parece interesante abordar?, ¿de qué cuerpos geométricos? Nuestra primera referencia deben ser los decretos de currículo de Educación Infantil. Pero estos documentos suelen ser pobres tanto al referirse a los conceptos como a los procedimientos a utilizar. En los decretos de currículo solo dicen: «Identificación de formas planas y tridimensionales en elementos del entorno. Exploración de algunos cuerpos geométricos elementales» y los criterios de evaluación son aún más generales.

Es conveniente utilizar también otros documentos más específicos (de matemáticas o de este nivel educativo). Por ejemplo, el NCTM, en sus estándares del año 2000, entre las «expectativas» de Geometría para la etapa Pre-K-2 (3 a 6 años), recoge ([8], p. 100)

- Reconocer, dar nombre, construir, comparar y clasificar figuras de dos y tres dimensiones;
- describir los atributos y los elementos de figuras de dos y tres dimensiones;
- investigar y predecir los resultados de juntar y separar figuras de dos y tres dimensiones;
- crear imágenes mentales de figuras geométricas usando la memoria y la visualización espacial.

El conocimiento de las figuras geométricas en la Educación Infantil no debe limitarse a reconocerlas y darles un nombre; se espera que, en la escuela, los niños amplíen sus conocimientos espaciales y geométricos «mediante exploraciones, investigaciones y discusiones sobre figuras y estructuras» y hagan «exploraciones descomponiendo figuras y creando otras nuevas» ([8], p. 101). Se trata, como dice el currículo de Educación Infantil de la LOGSE, de que los niños realicen una «exploración sistemática de algunas figuras y cuerpos geométricos para descubrir sus propiedades y establecer relaciones» [9].

En nuestro caso, vamos a trabajar sobre figuras espaciales y vamos a investigar la superficie que las delimita: forma de sus caras, número, desarrollo. Y para ello, escogeremos figuras que se encuentran en el entorno del niño, por ejemplo, los paralelepípedos o “cajas” y, entre ellos, la categoría más regular y, en ese sentido, más sencilla, aunque no la más corriente: el cubo.

En el apartado siguiente recogemos ejemplos de planificación y gestión de situaciones de aprendizaje que hemos desarrollado en un colegio público.

## Situaciones de aprendizaje: un reto para el niño

El primer encuentro de una persona con un concepto se hace 'en situación', en un contexto determinado. Esa primera situación permite al niño construir un primer 'sentido' (en general muy primario) del concepto. Su aplicación a nuevas situaciones de aprendizaje le permitirá ir ampliando ese sentido.

El maestro debe, a partir del análisis realizado sobre el concepto, identificar *variables didácticas*, es decir, características de las situaciones que influyen en los procedimientos de resolución y cuya variación permite proporcionar experiencias que abarquen el sentido del concepto pretendido en esa institución. También debe decidir variables de *gestión* que afectan al desarrollo de la actividad e influyen en el tiempo de aprendizaje ([5], p. 33).

Comentaremos estos aspectos al desarrollar algún ejemplo sobre cuerpos espaciales. Vamos a plantear, como decíamos, un caso sencillo. La experiencia se desarrolla en el segundo ciclo de educación infantil del “CEIP Guadalentín” del Paretón (Totana, Murcia), en diciembre de 2008 y, con las adaptaciones pertinentes, en las aulas de tres, cuatro y cinco años. Aquí nos vamos a referir a niños de 4 años.

***Qué se pretende***:

> Que el niño conozca propiedades de los cuerpos geométricos, en este caso, del cubo: la forma de las caras y el número de caras, así como la posición relativa de éstas.

***De qué material se dispone***

- Un cubo blanco y otro igual pero forrado de amarillo; el primero se presenta como del “ratón”; el segundo, de la “ratona”. Hay algunos cubos blancos por si lo requiere el desarrollo de la actividad.
- Cuadrados amarillos idénticos e iguales a la cara del cubo blanco, suficientes para forrar varios cubos (p.ej. tres o cuatro) sobrando cuadrados.

- Figuras compuestas de varios cuadrados iguales y amarillos (de dos a siete) que compartan lado y de modo que no todas las de seis se correspondan con uno de los desarrollos del cubo.
- Lápiz y papel.

***Qué se le plantea al niño y cómo***

Debe ayudar al ratón a forrar la caja blanca como la de la ratona, es decir, *de color amarillo, sin que falte forro ni haya de más.*

La motivación es precisamente resolver el problema del ratón, acompañado en este caso de su ratona. Se trata de personajes familiares para los niños de este colegio de educación infantil porque 'acuden' muchas veces al aula, bien para ver lo bien que trabajan y aprender con ellos, bien para que los niños les ayuden a resolver problemas que ellos no saben. Dicha familiaridad tiene su origen en la escenificación de la canción *Debajo de un botón*.

***Desarrollo de la actividad***

Los niños van realizando la actividad de forma sucesiva, observados por el resto de sus compañeros; de esta forma se favorece la comprensión de la situación planteada y la evolución de la consigna.

<u>*Primera parte*</u>

Situado el material ante el niño, prueban a forrar la caja blanca, normalmente, manejando cuadrados y realizando ensayos:


...

*Figura 1: Forramos junto al material en clase*

Se trata de poner al niño en situación de comprender la tarea asignada dejando que la realice con materiales que tiene a su lado y, en la medida de lo posible, que comunique qué hace y por qué lo hace. Pero ante todo, se quiere que capte que la tarea está a su alcance, es decir, que él u otros la saben resolver. De este modo, a parte de la motivación, fomentamos que el niño se involucre en la resolución de la tarea.

*Segunda parte*

Comprendida la tarea, se quiere ahora plantear un nuevo desafío que permita un nuevo conocimiento: el número de caras del cuadrado y algunas características del desarrollo plano del cubo. El material con el que se resolvía la tarea en la primera parte ya no está a su alcance, se tiene que resolver el forrado con otro u otros procedimientos que el desarrollo de la actividad y la concreción de las consignas van a permitir su evolución. Aparecen nuevos procedimientos como llevar la caja al lado del material, traer el material junto a la caja, ir a buscar pieza a pieza, anticipar qué piezas se necesitan en total e ir a buscarlas en un solo viaje, pedir –oral o gráficamente- las piezas necesarias al que custodia el material.

¿Cómo se replantea la tarea?

A la vuelta del recreo, sigue la actividad pero ahora el material ya no está a la vista de los niños, está fuera del aula, en el pasillo, donde ha querido el ratón juguetón.

Cada niño, en su turno, debe ir a buscar el material que necesita de modo que ni sobre ni falte, es decir, el justo, y debe traerlo, por ejemplo, en una bandeja.

*Fase 1*

Cabe esperar que los niños traten de resolver la situación como en el caso anterior, es decir, que trasladen la caja al pasillo y, a la vista del material, decidan qué necesitan para forrarla:

*Figura 2: Forramos junto al material en el pasillo*

Vuelven al aula acompañados de dicho material y ante todos intentan forrar la caja del ratón, como en los dos casos siguientes:

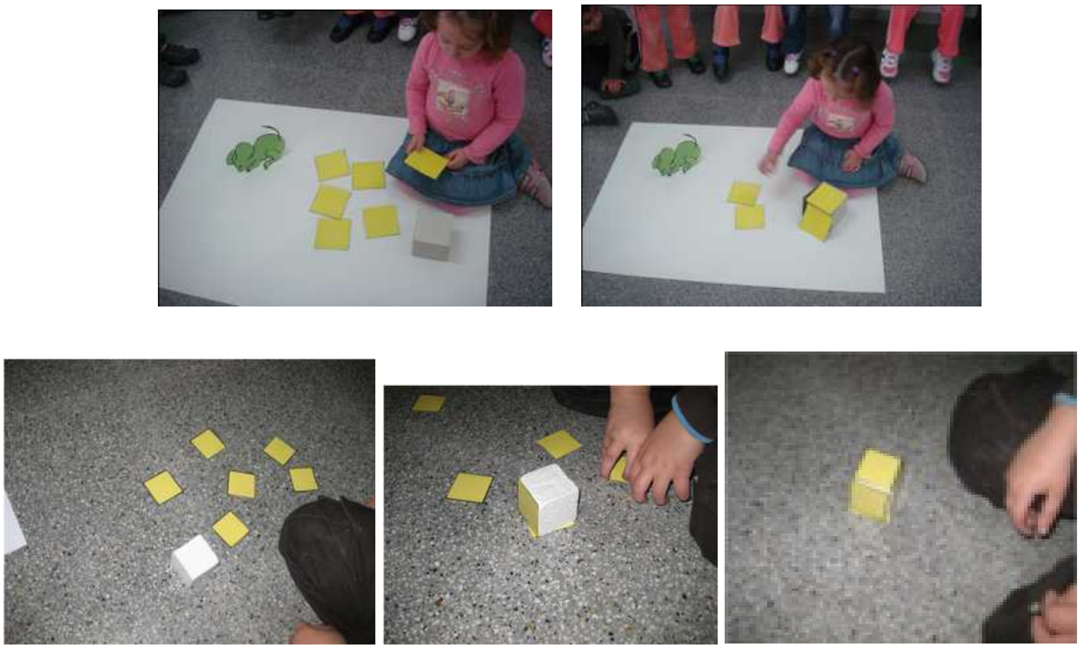


*Figura 3: Comprobación del material seleccionado*

Otros, optan por meter en la bandeja parte del material del pasillo de modo que, una vez en el aula, si necesitan más van a por él y si sobra lo devuelven. Es decir, resuelven como en el primer caso por ensayo y error haciendo los viajes necesarios. Ahora, igual que antes, convienen instar al niño a comunicarse con los demás dando, en la medida de lo posible, razones de lo que hace o quiere hacer.

En estos casos, para provocar nuevas formas de resolver el forrado de la caja cabe, no solo recordar la consigna dada, sino matizarla*: hay que traer al aula el material justo, ni de más ni de menos, de una sola vez y sin sacar la caja de aula.*

*Fase 2*

El cumplimiento de dichas normas requiere acción mental; para hacerlo bien hay que anticipar cuántos cuadrados se necesitan, es decir, recordar que se trata de seis; pero, no olvidemos, tienen ante sí la caja que quieren forrar. Hasta aquí, lo normal es que el niño seleccione cuadrados sueltos.

Forradas las primeras cajas los cuadrados se agotan, como había previsto el profesor, y no se dispone del número suficiente de cuadrados sueltos, es decir seis; a la vista del material disponible debe resolverse el forrado de otra manera: recurriendo a figuras formadas por varios cuadrados:

*Figura 4: No hay suficientes cuadrados sueltos*

En estos casos los desafíos son otros: faltan o sobran cuadrados; habiendo suficientes, es decir seis, el forrado puede no ser posible; el forrado puede hacerse con una sola figura o con varias y completando o no con cuadrados:

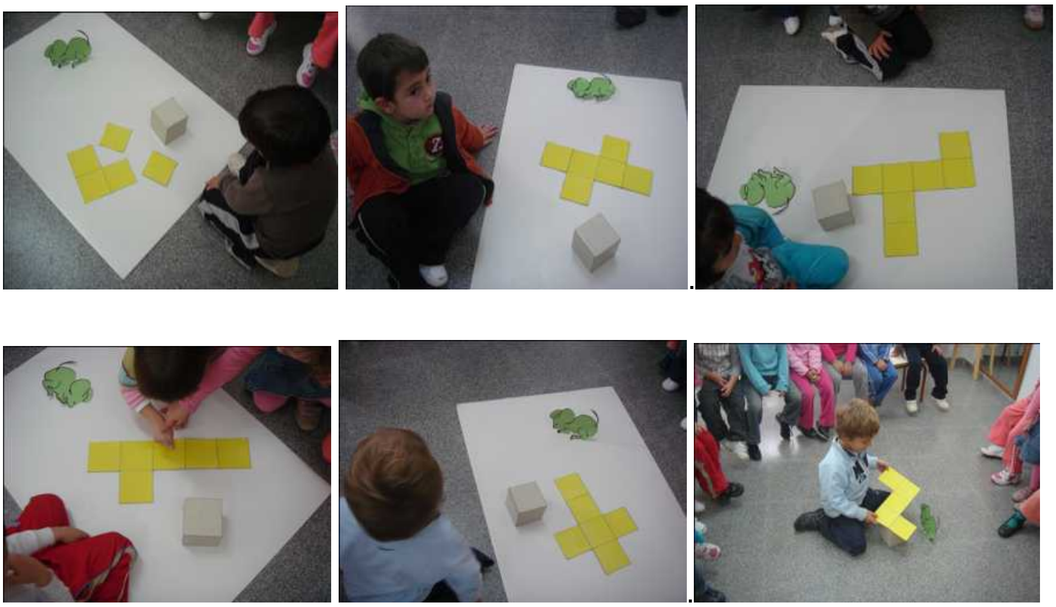


*Figura 5: Composición del material seleccionado*

¿Qué se puede hacer para acertar a la primera, es decir, coger el material necesario con un solo viaje? Alguno lo intenta componiendo con las piezas del pasillo algo similar al forro de la caja.

*Fase 3*

A la vuelta de la biblioteca los niños observan que al frente del material del pasillo está una persona que no conocen.

La actividad continua y los niños descubren que la persona que custodia el material del pasillo no deja tocarlo, que ellos ya no pueden coger el material que quieren, deben proceder de otra manera. ¿Qué hacer? Unos señalan con el dedo cada uno de las piezas que quiere, otros, señalando un cuadrado muestran con los dedos cuántos de esos quieren; algún otro lo intenta resolver de forma oral (*dame seis cuadrados, dame un cuadrado, otro cuadrado, otro cuadrado…).* ¡Pero de ninguna manera tienen éxito! Vuelven al aula un poco aturdidos y relatan lo que pasa. El maestro, observa que al lado del ratón hay lápices y folios y les pregunta ¿lo que tiene el ratón puede ser la pista que os da para resolver el problema?

Realmente el maestro les está planteando un nuevo desafío, una vez más de la mano del ratón, diciéndoles: ¿puede ser que la persona que custodia el material no entienda nuestro idioma y por eso el ratón juega a dejaros lápiz y papel? Sin más detalles los niños parecen entender la nueva consigna: *para conseguir el forro se debe reflejar en el papel lo que se necesita*.

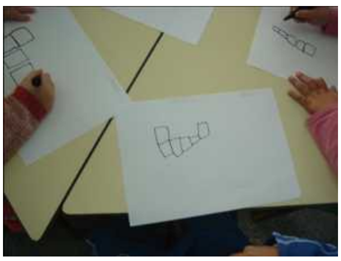
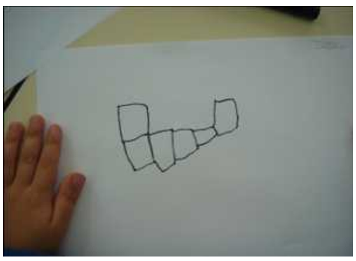
Equipados con lápiz y papel, cada niño en su mesa, procede a resolver la tarea teniendo al lado o no la caja que quiere forrar; en el segundo caso, puede levantarse las veces que quiera a observar la caja, si lo permite el profesor. Téngase en cuenta que la ubicación de la caja invita al niño a proceder de una u otra manera (calcar sus caras; imaginar sus caras en número y posición…), por tanto, es algo que debe decidir el profesor.

Hechos los mensajes, los niños se acercan al pasillo y ¡oh, sorpresa! la persona que estaba al frente ya no está; de nuevo son ellos los que deben coger las piezas que necesitan pero ahora se ayudan de lo anotado en el papel.

***Producciones gráficas de los niños***

La forma de abordar aquí la representación gráfica del forrado del cubo es una alternativa; hay otras formas de plantearlo que conducen a los niños a la necesidad de utilizar el grafismo para resolver la tarea, por ejemplo, reflejar en el papel lo que se ha hecho para contárselo a los niños que no han venido a clase, o mostrar a los padres las piezas que se han utilizado en el forrado del cubo. También resulta eficaz que el material del pasillo esté custodiado por alguien con el que no es posible otra comunicación que la gráfica; puede ser un adulto que los niños no conozcan, un compañero extranjero, o simplemente su mascota.

¿Qué reflejan los niños? Unos dibujan una colección de 'cuadrados'; otros, anotan un número, generalmente 6, acompañado o no del dibujo de un cuadrado; y otros intentan reflejar desarrollos del cubo. En cualquier caso, no siempre lo hacen de forma acertada. No obstante, la tarea es todo un desafío: hay que trasladar al plano las caras que componen el cubo (en número, forma y posición relativa):

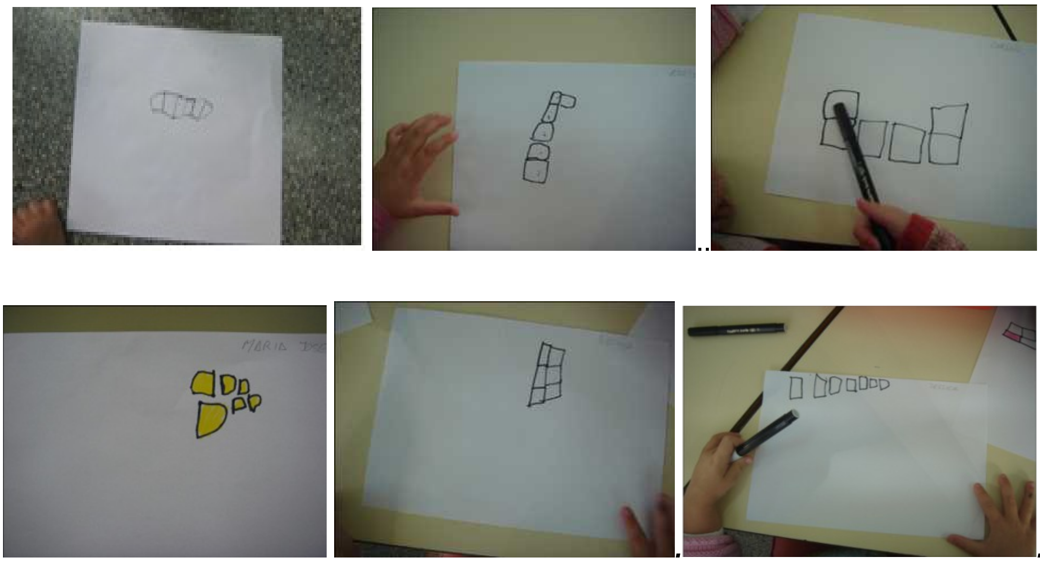


*Figura 6: Producciones gráficas*

¿Qué uso hace el niño de estos dibujos?

En unos casos, los dibujos, sean los que sean, simplemente informan del número de cuadrados que hay que coger: se cuentan los cuadrados del dibujo y ese es el número de cuadrados que se recopila. En otros, el desafío es mayor entendiendo que hay que seleccionar figuras equivalentes a las del dibujo y, por tanto, intentando componer con las figuras disponibles, una igual a la dibujada. Ahora bien, el profesor debe estar alerta porque tratándose de dibujos inadecuados, por ejemplo, con más o menos de seis cuadrados, el niño puede no apoyarse en ellos y seleccionar adecuadamente las piezas que forran la caja porque recurre a la representación mental de la caja que debe forrar o porque ha tenido la posibilidad de probar a formar con dichas piezas el forro que busca.

***Sobre la gestión de la actividad***

Todos los niños no realizan simultáneamente el forrado de la caja; lo van haciendo uno tras otro. Esta forma de proceder ha permitido que los niños comprendan la situación planteada y sus restricciones. En las primeras situaciones de forrado lo que se discute es la propia tarea ¿cómo tiene que quedar el cubo? ¿qué acciones están permitidas (coger cuadrados) y cuáles no (dejar caras sin recubrir, recubrir una cara con un cuadrado menor o mayor, poner más de un cuadrado sobre una cara)? Permite, además, presentar una consigna sencilla e ir haciéndola evolucionar apoyándose en las actividades realizadas. Así se pretende la evolución en los procesos de resolución de la tarea y en el conocimiento pretendido.

Permite también gestionar el material que se ofrece. En este caso, hay cuadrados sueltos y grupos de cuadrados iguales unidos por un lado. Las primeras resoluciones de la situación llevan a los niños a elegir los cuadrados sueltos; posteriormente se ven forzados a elegir agrupaciones de cuadrados y a valorar si la forma en que están unidos les permite recubrir el cubo, resultando que no se puede recubrir una cara del cubo con varios cuadrados.

Otra ventaja es que los niños ven distintas maneras de realizar la actividad y pueden aprender estrategias de sus compañeros. Puede señalarse como inconveniente que los niños pueden realizar la tarea por imitación de sus compañeros, sin utilizar el conocimiento pretendido. Sin embargo, la experiencia dice que los niños aprenden de sus compañeros cuando están preparados, cuando el conocimiento en juego está en su 'zona de desarrollo próximo' (y muy próximo); entonces pueden tener una experiencia de 'ajá' al observar los aciertos o fallos de sus compañeros. Si no es así, los alumnos captan aspectos de la resolución sin ver el sentido que tienen, imitan conductas que han observado en compañeros que han tenido éxito, pero no las perciben como respuesta a la situación planteada, no las relacionan adecuadamente con la situación y su acción, en ese sentido, no tiene éxito ([5], pp. 34-35).

## Algunos comentarios

Este es un ejemplo sencillo de una forma de planificar el aprendizaje de unos conocimientos por los alumnos. Se corresponde con un modelo constructivista de aprendizaje matemático: por adaptación al medio ([11], p. 26). Proporciona retos que permiten al niño trabajar sobre la superficie que delimita al cubo, algunas características de esa superficie. Pero tiene que ser complementada con otras situaciones de aprendizaje, forma parte de una secuencia. El maestro, teniendo en cuenta los condicionantes de su grupo de clase, debe planificar sobre el concepto una sucesión de situaciones de aprendizaje. ¿Qué hay que tener en cuenta al planificarlas?

### Sin reto no hay aprendizaje

Para que haya aprendizaje tiene que haber un reto que cree la necesidad de nuevos conocimientos. Brousseau ([1], p. 80) considera las situaciones de aprendizaje como juegos: se puede ganar o perder. A veces hay 'miedo' de que el alumno se equivoque y se hacen las cosas por él; se elimina el reto y así no hay aprendizaje.

Para construir un concepto el niño necesita actuar sobre un medio con el que tenga cierta familiaridad, para que el reto no sea 'conocer el medio' sino la acción sobre el medio que pretende la situación de aprendizaje.

El objetivo de una situación de aprendizaje no es realizar una tarea, sino aprender en (esa) situación. No se cumple el objetivo, por ejemplo, si el maestro realiza 'la ficha' en la pizarra (con mayor o menor intervención de los niños) a modo de “muestra” para que estos no se equivoquen y lo hagan bien.

### La validación de la acción realizada

Cuando el niño selecciona del material las piezas que forran el cubo, al volver al aula a forrar con ellas su caja tiene ocasión de comprobar por sí solo, sin necesidad de que otros, compañeros o el maestro, le informen, si son o no adecuadas; el propio *medio*[iii] le informa si resuelve con éxito o no la tarea en cuestión. Es más, en muchos casos, por iniciativa propia intenta rectificar el error escondiendo de alguna manera lo que no vale o volviendo al pasillo a coger nuevas piezas o a devolver las que no son válidas, es decir, evidencia sus errores.

Y estas verificaciones las realiza ante sus compañeros, es decir, se someten al juicio de todos los presentes (dando o pidiendo explicaciones, rechazando propuestas, sugiriendo otras alternativas…) lo que favorece la comunicación entre todos ellos, conocedores del problema planteado y posibles portadores de alguna solución. Hay que tener en cuenta que se trata de niños de educación infantil que, en general, ni tienen suficiente capacidad para justificar y debatir ideas, ni muestran interés en hacerlo ni en que lo hagan otros.

## Sobre la anticipación de la acción

Recordemos lo que ocurre al principio: si el niño puede hacer todos los viajes que quiera o si puede poner los cuadrados sobre las caras de la caja hasta forrarla, es decir, si puede forrar la caja sin antes haber decidido qué cuadrados necesita ubicándolos, por ejemplo, en una bandeja, entonces, no hay reto, no hay *anticipación del resultado* de la acción, no intervienen conocimientos matemáticos, solo motrices. En un principio no importa que no haya anticipación, porque el objetivo es ayudar a comprender la situación planteada probando a forrar la caja; pero la situación de aprendizaje debe promover en el niño la acción mental que supone la anticipación y, con ello, la utilización del conocimiento matemático.

La anticipación se pone en marcha desde el momento que el material para forrar la caja no está al alcance del niño ni se puede trasportar dicha caja al lado de dicho material, es decir, al pasillo. También está presente a la hora de plasmar gráficamente el forro de la caja, sobre todo, cuando no está a su lado. En cualquier caso, se trata de que el niño anticipe mentalmente la forma de la caja, la forma y número de sus caras, la posición relativa de éstas…, es decir, elabore una representación mental del cubo.

## Sobre la formulación

No hay aprendizaje por la simple acción en una situación; se requiere que los alumnos reflexionen sobre esa acción y sean conscientes de sus características, de los procedimientos utilizados en su resolución, de las razones de uso de esos procedimientos. Por eso es importante que, dentro de la planificación y gestión de la situación de aprendizaje, se tengan en cuenta momentos de formulación: de auto formulación, cuando el niño necesita explicitar a sí mismo la técnica que utiliza; de formulación a otros, cuando está prevista la interacción entre los alumnos o con el profesor. Para propiciar estos momentos de formulación, Margolinas y Wozniak ([6]) proponen situaciones con alejamiento, en el espacio o en el tiempo, entre las colecciones.

La situación se plantea apelando a la actividad de los niños (ya sea manipulativa, motriz o, naturalmente, mental), pero no en soledad, sino en continua interacción con los demás, adultos y niños. Entendemos, en consonancia con Vygotsky, que el aprendizaje se desarrolla en un entorno socio-cultural en el que fluyen las interrelaciones horizontales (entre niños) y las verticales (entre niños y adultos) que permiten al niño aprender con y de los demás ([11], pp. 24-25)

En nuestro caso, se favorece la autocomunicación dando al niño la oportunidad de pensar y resolver por sí solo. Además, se provoca la comunicación oral y gestual al solicitar explicaciones sobre el material necesario para el forrado, la viabilidad de los procedimientos manejados, o la diversidad en el forrado y, sobre todo, teniendo que pedir el material a la persona que lo custodia. También se promueve la comunicación gráfica, tan importante en el desarrollo del lenguaje matemático, invitando al niño a pedir de forma gráfica el material necesario para el forrado.

Esa comunicación oral y gráfica surge de forma natural al introducir en la actividad una nueva variable: el material del pasillo está custodiado por alguien que no nos permite cogerlo, cabe pedírselo oralmente si así nos entiende o de otras formas si aquello no es posible.

## Situaciones de aprendizaje matemático y variables didácticas

¿A qué situaciones de aprendizaje nos referimos? Son situaciones planificadas para que sea el alumno el que actúe y las resuelva y para que el conocimiento pretendido aparezca como la estrategia óptima de resolución. Además, debe ser la propia situación la que valide la actuación de los alumnos, es decir, la que informe sobre su éxito o fracaso. Una situación de este tipo se denomina *adidáctica*.

Por tanto, para empezar es necesario plantear una situación-problema ***del interés del alumnado***, para que el niño se involucre en su resolución. En nuestro caso, la necesidad de forrar la caja la plantea el ratón que visita con frecuencia el aula con el propósito de que los niños le ayuden a resolver problemas que le van surgiendo, al tiempo que aprovecha para aprender de ellos. Además, se empieza poniendo al niño en situación de comprender la tarea asignada, ofreciéndole la posibilidad de ejecutarla con materiales concretos, y, sobre todo, de captar que la tarea está a su alcance.

No se trata de situaciones de práctica o afianzamiento de aprendizajes ya adquiridos, se plantean como un aprendizaje nuevo. Para ello, se presentan a modo de problemas con sucesivos retos que el niño pueda resolver con sus compañeros y ser validados por la propia situación; por tanto, su diseño y gestión va a exigir ciertas condiciones que corren de la cuenta del profesor, forman parte de su propio reto ([2], p. 45):

- ***Debe tratarse de situaciones repetibles.*** En el ejemplo planteado, unos y otros niños intentan forrar la caja del ratón, incluso uno mismo puede hacerlo varias veces.

- ***El niño debe disponer inicialmente de algún procedimiento de resolución.*** Así es, prueba a forrar cada cara de la caja con uno de los cuadrados a su alcance y si no lo están, para hacer lo mismo, trae un montón de cuadrados junto a la caja, o va a buscarlos uno a uno.

- ***Las formas iniciales de resolver el problema, a partir de un momento dado, deben ser inadecuadas y la solución del problema debe reorientarse.*** Cuando la caja no se puede desplazar y, además, se debe acertar a la primera, surge un nuevo desafío: hay que anticipar qué piezas se necesitan en total e ir a por ellas en un solo viaje, acompañado todo lo más de su representación gráfica. Pero el desafío es mayor cuando en el pasillo no quedan cuadrados suficientes y hay que recurrir a figuras formadas por varios cuadrados.

- ***El niño debe albergar cierta duda en la forma de interpretar o resolver el problema, por lo que se le debe ofrecer la oportunidad de validar ante sus compañeros si su procedimiento resuelve o no y, cuando proceda, debe tener la oportunidad de replanteárselo***. Al entrar a clase con el material que considera adecuado para el forrado, el niño alberga la duda hasta que, ante la clase, prueba a forrar la caja y él mismo y sus compañeros valoran si la tarea queda resuelta o no. En el segundo caso, especialmente cuando el niño lo demanda, debe tener la oportunidad de recomponer su estrategia dejando que vuelva al pasillo a coger las piezas que, a su entender, ahora sí resuelven el forrado.

- ***El nuevo aprendizaje es el que hace evolucionar las primeras formas de resolver el problema hacia el procedimiento óptimo.*** Cuando el niño descubre que son seis las piezas que necesita, cuadrados e iguales, el problema está resuelto si localiza sueltos dichos cuadrados. Cuando eso no ocurre, necesita reconocer algún otro aspecto de la forma del cubo; por ejemplo, el desarrollo de sus caras en el plano, que dicho desarrollo no es único, admite varias versiones (de una o varias piezas), que en cualquiera de ellas, los cuadrados son seis (ni más ni menos), forran el cubo sin solapamientos y no están dispuestos de cualquier manera (p. ej., en un mismo vértice como mucho confluyen tres).

Ahora bien, todo lo anterior es posible si el profesor gestiona la situación de modo que evolucione de aquel modo. Para ello, debe ir variando elementos de la situación de modo que el niño, a la vez, modifique su forma de resolverla; estas variables se reconocen como *variables didácticas*. El alumno puede apoyarse simplemente en la representación mental de la caja si le permite imaginar la forma de sus caras, el número total de caras, su disposición sobre la caja, etc.; la gestión del profesor lo va a conducir a tener que utilizar los procedimientos vinculados al conocimiento pretendido.

## A modo de conclusión: los retos para el profesor

¿Cuál es el reto del maestro? Como profesional de la educación matemática debe plantearse:

- Que sus alumnos aprendan, no que 'hagan cosas' (ni 'que se lo pasen bien').
- Que sus alumnos realicen un 'aprendizaje con sentido'.

El maestro da respuesta a esos retos organizando situaciones de aprendizaje que van a realizar sus alumnos. Creemos que debe ser el núcleo de su actuación profesional. A lo largo de esta ponencia hemos citado cuestiones que tiene que tener en cuenta y responder en su función como profesor de matemáticas (en Educación Infantil, en este caso). Queremos terminar recordando algunas de ellas, a modo de resumen.

- Tiene que definir, con precisión, el objetivo que pretende. Y, de acuerdo con su realidad de aula (3, 4, 5 años; primer o segundo trimestre…), explicitar qué aprendizajes espera que el niño consiga.

- Saber qué conocimientos se ponen en juego en cada situación de aprendizaje y planificar una secuencia de tales situaciones que abarquen los distintos aspectos del conocimiento pretendido en Educación Infantil, distribuidas, según el caso, a lo largo de uno o varios cursos.

- Tiene que ser una situación motivadora para el niño, que la comprenda y se pueda involucrar en ella. Adaptada a la edad de los niños y a las circunstancias del aula.

- Que pueda abordarla, en principio, con éxito, pero que le plantee retos para adquirir nuevos conocimientos.

- Seleccionar el material a disposición del niño y ser capaz de dar razones de su elección: tipo, número de piezas, ubicación (cerca, lejos, visible o no)… Ser consciente del efecto que puede tener en la actuación del niño y en su adquisición de conocimiento.

- Cuidar las consignas que se dan en cada fase de la situación, cómo se presentan (momento, materiales presentes...), las intervenciones y las ausencias de intervención del maestro. Las consignas que se dan a los alumnos son un factor importante en la percepción del reto que plantea la situación.

- Favorecer la reflexión sobre la acción realizada mediante los momentos de formulación; entre ellos, la comunicación (oral, gráfica) entre los niños. Para ello plantear situaciones con alejamiento en el espacio y en el tiempo ([6]).

- Es el niño el que debe aprender, por tanto, el que tiene que actuar en autonomía; la posibilidad de que sea el 'medio' el que valide la actuación del niño (no el maestro) favorece, no solo dicha autonomía, sino también la funcionalidad de los aprendizajes y su proyección en actividades no escolares.

**Agradecimiento:** Agradecemos a la maestra Belén Martínez López, el brindarnos su aula para realizar esta experiencia.

## Referencias

[1] Brousseau, G. (1998): «Théorie des situations didactiques». La Pensée Sauvage, Grenoble (France).

[2] Chamorro, M.C. (2005): «Herramientas de análisis en Didáctica de las Matemáticas». En Chamorro, M.C. (coord.) «Didáctica de las Matemáticas para Educación Infantil» (pp. 39-62). Pearson, Madrid.

[3] Chamorro, M.C. (2011): «La mejora del aprendizaje del área lógico-matemática desde el análisis del currículum de Educación Infantil». *Educatio Siglo XXI,* 29(2), pp. 23-40.

[4] Chevallard, Y.; Joshua, M.A. (1991): «La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné». La Pensée Sauvage, Grenoble (France).

[5] Fregona, D.; Orús, P. (2011): «La noción de *medio* en la teoría de las situaciones didácticas. Una herramienta para analizar decisiones en las clases de matemáticas». Libros del Zorzal, Buenos Aires (Argentina).

[6] Margolinas, C.; Wozniak, F. (2012): «Le nombre à l'école maternelle. Une approche didactique». De Boeck, Bruxelles (Belgique).

[7] National Association for the Education of Young Children (NAEYC); National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2013): «Matemáticas en la Educación Infantil: Facilitando un buen inicio. Declaración conjunta de posición». *Edma 0-6,* pp. 1-23*.*

[8] National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2003): «Principios y Estándares para la Educación Matemática». SAEM Thales, Granada.

[9] R.D. 1333/1991 de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Infantil.

[10] R.D. 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de educación infantil.

[11] Ruiz, L. (2005): «Aprendizaje y matemáticas. La construcción del conocimiento matemático en la Escuela Infantil». En Chamorro, M.C. (coord.) «Didáctica de las Matemáticas para Educación Infantil» (pp. 2-38). Pearson, Madrid.

[12] Vergnaud, G. (1990): «La théorie des champs conceptuels». *Recherches en Didactique des Mathematiques,* 10 (2/3) pp. 133-170.

[i] «Appelons 'schème' l'organisation invariante de la conduite pour une classe de situations donnée» [12], p. 176.

[ii]Se denomina «transposición didáctica» los procesos que experimentan los conocimientos (el «saber sabio») para ser enseñado ([4]).

[iii] Sobre la noción de *medio* es muy interesante [4].