

El aprendizaje de la medición en la Educación Infantil: Análisis de la experiencia de Reggio Emilia desde la Didáctica de la Matemática

Carlos de Castro Hernández

Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle. (UAM). Madrid

Resumen

La metodología de proyectos, característica de las Escuelas Infantiles de Reggio Emilia, proporciona a los niños la oportunidad de hacer matemáticas –entre otras muchas cosas. En este trabajo analizamos contenidos matemáticos, relacionados con el aprendizaje de la medición, de dos proyectos que describimos. Esto se hace comenzando desde el punto de vista de la Didáctica de la Matemática y, después, llevando el análisis al contexto de estas experiencias. En el desarrollo de los proyectos, vemos cómo los niños y las niñas experimentan con la longitud y la distancia, hacen comparaciones, utilizan unidades de medida, y acaban familiarizándose con los metros. Los maestros y maestras permanecen atentos e intervienen lo menos posible, y siempre de forma indirecta. Hacen propuestas, partiendo del interés de los niños, cuando ven que estos se han estancado en el desarrollo de un proyecto. Les animan a buscar información, a comunicarse entre ellos, a trabajar en grupo y a llegar a acuerdos, a representar lo que han hecho.

Todo este trabajo conduce a los niños y las niñas a una verdadera actividad matemática que constituye su respues-

ta espontánea a las necesidades impuestas por el proyecto del grupo.

Palabras clave

Educación Infantil, Metodología de Proyectos, Didáctica de la Matemática, Medición

Abstract

Project approach, characteristic of Reggio Emilia preschools, provides the children the opportunity of getting involved in mathematical activity –among many other things. In this paper, we analyze the mathematical knowledge, related to the learning of the measurement, of two projects that we describe. In doing so, we begin from the point of view of Mathematics Education and, later, we take the analysis to the context of these experiences. In the development of the projects, we see how children experience with longitude and distance, how they make comparisons, use measuring units, and they finally get familiar with meters. Teachers remain attentive intervening the less they can, and always in an indirect way. They make proposals, departing from children's interest, when they think that children

cannot continue advancing in the development of a project. They encourage them to search information, to communicate among them, to work in groups and to reach agreements, to represent what they have made. This kind of work leads children to a true mathematical activity that constitute their spontaneous answer to the needs imposed by the project.

Key words

Early Childhood Education, Project Approach, Mathematics Education, Measurement

Introducción

El aprendizaje de las matemáticas a través de proyectos

En este trabajo se describen dos proyectos llevados a cabo en distintas escuelas de Educación Infantil, con niños de 5 años, en los que se tocan diversos aspectos vinculados con el aprendizaje de la medición. Estos proyectos, desarrollados en escuelas que siguen el enfoque pedagógico de Reggio Emilia, no son principalmente "matemáticos". Son proyectos infantiles en su sentido más genuino. Proyectos nacidos del interés de los niños por encontrar respuestas, nacidos de sus inquietudes, de dentro, que no son el resultado de la imposición adulta de una tarea previamente programada, sino que nacen de la pregunta espontánea que sorprende cualquier cálculo previsor del adulto.

Como se ha anticipado en el párrafo anterior, el interés de los niños resulta decisivo a la hora de tomar la decisión de embarcarse en un proyecto. Sin embargo, también es necesario que el proyecto pertenezca, de algún modo, a la experiencia de los maestros y que

estos hayan reflexionado previamente sobre el mismo. A este respecto, Malaguzzi (2001, p. 100) señala que "Es necesario (para iniciar un proyecto) ver y escuchar algo que ya nos pertenece o sucede. Los niños nos sugieren continuamente cosas porque tienen intereses que quieren, probablemente, profundizar. Los adultos tienen que conocer esos intereses para sintonizar los suyos con los de los niños". Así, vemos que los proyectos surgen y van tomando forma en el encuentro, la colaboración en el trabajo y el acuerdo entre los pequeños y los adultos.

Los proyectos no constituyen la única aportación de las Escuelas de Reggio Emilia a la metodología en la Educación Infantil, pero quizá sí suponen la propuesta más novedosa y de resultados más sorprendentes, y a la vez, la que podría parecer en principio más difícil de implementar por las maestras y maestros de Educación Infantil en nuestro contexto educativo.

El modelo de enseñanza a través de proyectos ha encontrado eco en las tendencias actuales de la Didáctica de la Matemática aplicada a la Educación Infantil. Así, al referirse al trabajo individualizado con fichas, Alsina y otros (1996, p. 68) indican que: "En el ciclo de educación infantil se debería ser muy prudente con el uso de propuestas de trabajo sobre papel y reservarlas siempre como última fase de una labor manipulativa y experimental". Por el contrario, estos mismos autores señalan el trabajo por proyectos como un enfoque en el que se crean "situaciones muy significativas en las cuales queda muy clara la aplicación de los aprendizajes." (p. 68)

El objetivo del trabajo es analizar dichos proyectos desde la perspectiva de la Didáctica de la Matemática. La

descripción de los proyectos permitirá al lector reflexionar sobre algunas cuestiones clave para el desempeño profesional de cualquier educador matemático:

1. ¿De dónde surgen los proyectos?
¿Por qué pensamos que los proyectos pueden ser una buena respuesta para ayudar a los niños a aprender a hacer matemáticas? ¿Qué es hacer matemáticas en la Educación Infantil?
2. ¿Por qué el aprendizaje colaborativo entre iguales es una alternativa mejor a la enseñanza directa de los maestros y maestras en el aprendizaje de las matemáticas? ¿Qué papel tienen las representaciones y la comunicación en el aprendizaje matemático? ¿Qué papel podríamos decir de recurso didáctico juegan los objetos pertenecientes a la realidad de los adultos en el aprendizaje matemático infantil? ¿Qué papel tiene la necesidad de los niños de comunicarse con los adultos? ¿En qué se distinguen las matemáticas que hacen los niños de las que hacen los adultos?
3. ¿Qué papel tiene el maestro en el enfoque metodológico de la enseñanza por proyectos? ¿Qué conocimientos sobre el aprendizaje de las matemáticas necesita? ¿Cómo puede contribuir a crear las mejores condiciones de aprendizaje? ¿Cuál es su papel como investigador?

En este trabajo no aspiramos a responder sistemáticamente a todas estas preguntas, algo que queda fuera del alcance de la extensión del mismo, pero sí a facilitar la búsqueda de respuestas mediante descripciones de proyectos y comentarios de los mismos, nacidos de la reflexión sobre

algunos trabajos importantes en el ámbito de la didáctica de la matemática. Así, comenzaremos con una breve revisión de los resultados a los que se ha llegado en el ámbito de la didáctica de la matemática en lo concerniente al aprendizaje de la medición en la Educación Infantil. El trabajo continuará con una descripción de dos proyectos desarrollados en las escuelas infantiles de Reggio Emilia y concluirá con una reflexión sobre aspectos que interesan a la didáctica de la matemática en este nivel educativo y que aparecen reflejadas en los proyectos descritos.

El aprendizaje de la medición en la Educación Infantil

Los niños y niñas de Educación Infantil desarrollan su conocimiento de la medición a través de varias etapas que han sido descritas en el trabajo de Piaget, Inhelder y Szeminska (1960) y que han sido aceptadas e incorporadas a los trabajos sobre Didáctica de la Matemática. Así, se sabe que el aprendizaje de la medida comienza con la percepción de la magnitud que queremos medir, continúa con la comparación de objetos con respecto al grado de posesión de dicha magnitud y finaliza con el uso de unidades de medida y de instrumentos de medida. Dentro de la comparación, en los inicios se da de forma perceptual, sin necesidad de poner físicamente juntos los objetos que se comparan; después, la comparación requiere un transporte manual y, finalmente, llega a convertirse en comparación indirecta a través de un referente común. La unidad de medida también va adoptando formas diversas. Al principio es una unidad ligada al cuerpo (antropomórfica) para irse desligando del mismo paulatinamente y convirtiéndose en algo cada vez más abstracto

(Chamorro, 1994; Dickson, Brown y Gibson, 1991; Inskip, 1976). El paso final en este recorrido es el uso de instrumentos de medida. Acerca de ellos, Van de Walle (2000, p. 277) señala que: "Los instrumentos de medida son útiles que sustituyen la necesidad de unidades de medida 'efectivas' para hacer comparaciones". En esta situación, para medir no es necesario el conteo de unidades. El resultado de una medición se obtiene leyendo la medida en una escala. Sin embargo, se sabe que los niños tienen muchas dificultades en comprender las convenciones que encierra la construcción de una regla.

No ven unidades de medida iteradas en la regla (Nunes y Bryant, 2003), sino que tienden a ver este instrumento como una tira con números y rayas cortas y largas.

Clements (2004) ha recogido toda la información relativa al desarrollo del aprendizaje de la medición de distintas investigaciones para proporcionar unas referencias acerca de qué conocimientos son apropiados para cada edad en el aprendizaje de la medición. Esta información aparece sintetizada en la tabla 1.

Orientaciones sobre el desarrollo del aprendizaje de la medición					
Contenido	1º de E. Infantil 2-3 años	2º de E. Infantil 4 años	3º de E. Infantil 5 años	1º de E. Primaria 6 años	2º de E. Primaria 7 años
Conceptos	Reconocer, comparar y ordenar atributos tales como la longitud, el volumen, peso, área y tiempo				
La medición puede emplearse para determinar y comparar "cuanto hay."	Comentar y establecer comparaciones informales de atributos, llegando a la comparación objetos de tamaños claramente diferentes. Aprender a emplear expresiones como "más grande", "más largo" y "más alto."		Nombrar los atributos de los objetos, hacer comentarios y discutir sobre ellos y comparar objetos de acuerdo a sus atributos en situaciones de resolución de problemas		
La medición consiste en asignar un número a un atributo de un objeto, tal como la longitud, área, capacidad o peso.	Comparación directa de longitudes		Comprender cómo se miden las longitudes de los objetos		
			Comparación indirecta (transitiva) de longitudes; la longitud de dos objetos puede compararse representando cada uno de ellos mediante una cuerda o una tira de papel		
			Uso de centímetros o de metros para medir		
			Medir poniendo una unidad de longitud a continuación de otra		
	Comparación directa de áreas, en situaciones en las que la diferencia es grande, mediante superposición		Comprender de cómo medir áreas		
			Estructuración parcial en filas o columnas (p. e., "3 en esta fila y 2 en esta son 5, más 7, 8..." [y continúa contando de uno en uno])		
			Comprender de cómo medir rotaciones y ángulos		
			Uso de la medición intuitiva de ángulos y rotaciones en situaciones de juego		
			Comprender de que el número de "vueltas" puede cuantificarse (p. e., puede rotarse una figura en el ordenador tres veces)		
			Reconocimiento de los atributos de volumen, peso, área y tiempo		
			Medición poniendo una unidad de medida detrás de otra		
			Medición con múltiples copias de una unidad del mismo tamaño, como por ejemplo con clips unidos unos a otros formando una cadena		
			Uso de la repetición de una sola unidad para medir un objeto mayor que la unidad, por ejemplo, medir la longitud de una habitación empleando una barra de un metro		
			Medición con instrumentos		
			Uso informal y exploratorio de la regla (solo con unidades principales)		
			Uso de la regla para medir		
			Uso de referentes de las medidas de uso habitual para hacer comparaciones y estimaciones		
			Comparaciones informales y estimación		
			Desarrollo y uso de referentes para la estimación de medidas de longitudes (por ejemplo, el pomo de la puerta está aproximadamente a un metro del suelo)		

Destroza con los instrumentos de medida. Las mediciones pueden hacerse iterando una unidad de medida o empleando un instrumento como la regla.

Determinados objetos familiares para el niño pueden emplearse como referentes para estimar medidas

2.1. Las ideas de Piaget sobre el aprendizaje de la medición

Queremos concluir este breve repaso por algunas cuestiones clave para el aprendizaje de la medición haciendo referencia al imprescindible trabajo de Piaget en este campo. Para este autor "la adquisición de la capacidad de medición es una síntesis de la posibilidad de comprensión de los principios de subdivisión y de cambio de posición, que se logra mediante desplazamientos de una unidad iterable que actúa como unidad de medida" (Holloway, 1986, pp. 21). Podemos comprender esta posición al pensar cómo utilizamos las manos para medir el largo de una mesa. Al hacerlo, vamos "recorriendo" el largo de la mesa mientras aplicamos un palmo detrás de otro. La medición tiene entonces algo de "caminar a lo largo del objeto". Recuerda cuando en ciertas rutas se establece la distancia entre dos poblaciones en "días de camino". Medir una longitud es, por tanto, moverse a lo largo del objeto; el movimiento es inherente a la medición. Por otra parte, la aplicación de una mano al medir comienza exactamente en el punto en que ha concluido la aplicación anterior. Si mojáramos nuestros dedos en pintura al medir con las manos, quedaría un rastro de puntos que irían jalonando la distancia recorrida -el largo de la mesa- dividiéndola en partes iguales en tamaño -del tamaño de un palmo.

Piaget et al. (1960) enfatizan esta idea de movimiento al señalar que incluso cuando utilizamos un metro dibujado en la pared para medir nuestra altura, y da la sensación de que no estamos desplazando una unidad de medida sobre el objeto que queremos medir, sí existe ese trasfondo de movimiento en la lectura de la medida. En efecto,

estos autores señalan (p. 27) que debemos entender el metro como "el producto final de operaciones realizadas en el pasado". Es decir, que el metro -de alguna manera- trae en su proceso de construcción el movimiento, aunque algunos metros estén fijos y no se recorra al emplearlos la longitud del objeto medido -como sí ocurre con los metros de costura.

La coordinación reseñada anteriormente del cambio de posición -el movimiento- y la subdivisión, requiere además que los niños hayan comprendido que la longitud del palmo permanece constante en distintas aplicaciones -adquisición de la conservación de la longitud. También que entiendan que la distancia recorrida sobre el objeto que medimos al aplicar un palmo no varía -lo cual requiere que los niños sean capaces de comparar longitudes indirectamente, habiendo adquirido la transitividad.

Independientemente de este análisis lógico sobre la adquisición del proceso de medición, que destaca el papel que juega en el mismo el movimiento -tan importante para los niños- son importantes también las explicaciones sobre cómo se producen las transiciones en esta conquista. Así, Holloway (1986) explica cómo se produce el paso de la comparación de longitudes al uso de una unidad de medida, primero antropomórfica y después constituida por un objeto cualquiera:

En un primer momento el sujeto movía el objeto mismo; ahora trata de asirlo o abrazarlo, con sus manos o con sus brazos, porque espera que tal ademán sea la medida del objeto después que lo suelta. A este tipo de conducta (...) lo llamaremos transferencia corporal o imitación del objeto. Puesto que la imitación es el origen de los símbolos y

hasta de las imágenes, es fácil ver que el empleo de una medida común se origina en la transferencia visual y manual en la medida en que sus componentes iniciales, tanto perceptuales como motores, suscitan imágenes representacionales que confieren un valor simbólico primero al propio cuerpo del sujeto y más tarde a cualquier objeto neutral, de tal modo que éstos vienen a reemplazar a la transferencia originaria. (pp. 19-20)

Como vemos, es la acción sobre los objetos la que va -a través de un lento proceso- haciendo que la mano pase de ser "algo que me sirve para coger y manipular los objetos" a "algo que tiene una determinada longitud y que me puede servir como referencia en comparaciones entre objetos". Este cambio de significado de la mano posibilita el descubrimiento de la unidad de medida y nos permite desplazarnos desde el terreno de la comparación de longitudes al de la cuantificación de la longitud y, por tanto, al territorio de lo que entendemos como medición. Hasta que los niños no realizan esta conquista de la unidad de medida, no suelen manifestar interés en medir, pero sí en comparar.

2.2. Características necesarias de los sistemas de medidas: implicaciones para el aprendizaje

La actividad de medir impone al que la realiza ciertos condicionamientos que afectan, tanto a la elección de una unidad o del instrumento con que se realiza la medición, como al sistema de medidas empleado. Cuando medimos:

a) Es necesario que las medidas puedan comunicarse, a fin de que cualquier persona pueda construir un objeto con una determinada medi-

da. La necesidad de comunicar -para después reproducir las medidas en otros objetos- es quizá la más importante dentro del ámbito de la medición e implica los dos puntos siguientes.

b) Es necesario contar con una unidad de medida común -compartida dentro de una comunidad- dado que para cada dimensión de un objeto se debe poder determinar una única medida y el uso de unidades de distinto tamaño produciría medidas distintas.

c) La unidad de medida debe estar disponible y debe ser fácilmente transportable.

d) La aplicación de la unidad de medida para medir un objeto debe realizarse evitando superposiciones, dejar espacios entre varias aplicaciones de la unidad, garantizando que la unidad se mantenga constante. Todo esto lo garantiza el uso de un instrumento de medida como el metro. Este sintetiza muchos aspectos fundamentales del proceso de medición.

e) Un instrumento de medida debe ser fácilmente utilizable. Esto implica, en la medida de longitudes, que tenga un tamaño adecuado y que esté hecho con un material que le permita adaptarse a la forma del objeto que queremos medir. Por ejemplo, una pequeña regla de plástico rígido es adecuada para trabajar en un cuaderno, pero para medir el perímetro abdominal es más conveniente emplear un metro de costura.

f) Un sistema de unidades para la medida debe estar constituido por unidades y subunidades de distintos tamaños que permitan de forma

sencilla: elegir una unidad de tamaño adecuado para la medición de cada objeto –por ejemplo, kilómetros para la distancia entre ciudades, centímetros para la anchura de una hoja de papel, milímetros para el grosor de una moneda–, medir con precisión suficiente los objetos empleando simultáneamente unidades y subunidades –por ejemplo, el bolígrafo mide 14 cm y 5 mm–, poder hacer conversiones de unidades, etc.

Estos condicionantes impuestos por las necesidades prácticas de la medición en la vida ordinaria han sido los que han impulsado la evolución de los sistemas de medidas que se han empleado a lo largo de la historia. Así, De Lorenzo (1998, pp. 55-77) al describir el sistema tradicional de medidas gallego, indica que la longitud de una vara oscilaba entre los 836 mm en el 52% de los municipios de La Coruña y el 85% de los de Pontevedra y 1070 mm en el 7% de los municipios de Pontevedra. La circunstancia de no contar con un estándar de medida traía numerosos inconvenientes en el comercio y fue uno de los principales detonantes del progresivo abandono de los sistemas tradicionales a favor del sistema internacional de medidas empleado en la actualidad.

Otro caso interesante es el de países, como Estados Unidos, en que aún se siguen empleando como unidades de medida de longitud –junto con las unidades del Sistema Internacional– el pie y la pulgada (1 pie = 12 pulgadas). Este sistema hace bastante más complicado las conversiones de unidades. Por ejemplo, 13 metros son 130 (13 x 10) centímetros, mientras que 13 pies son 156 (13 x 12) pulgadas. Así, las conversiones de unidades, que en el sistema métrico decimal requieren solamente

añadir ceros o mover la coma decimal, en otros sistemas de medidas exigen operaciones más complejas. Por esta razón, y por la necesidad de contar con un estándar mundial, los sistemas de medición distintos del Sistema Internacional van paulatinamente desapareciendo.

Del mismo modo que hay “necesidades” propias de la medición que han hecho evolucionar históricamente los sistemas de medidas, podemos ver cómo estas “necesidades” también resultan elementos catalizadores del progreso en el desarrollo infantil de los conceptos y técnicas de medición. Así, un niño puede utilizar las baldosas del suelo para medir distancias a una pared, pero difícilmente podrá hacerlo para medir una distancia en diagonal –dentro de la clase– o la altura de algún punto sobre la pared. Una cuerda puede servir para guardar el registro de una medición –formando una longitud equivalente a otra dada– pero difícilmente servirá para comunicar una longitud por teléfono. Las medidas antropomórficas producen las mismas dificultades al observar los niños, a través de sus experiencias de medición, que resultan poco fiables al tener cada niño una medida distinta y al no admitir fácilmente subunidades. Así, cada unidad de medida y cada sistema de medición, que puedan emplear los niños, que no pertenezcan al Sistema Internacional de Medidas, provoca dificultades de uso.

Si deseamos orientar indirectamente a los pequeños para que vayan desarrollando su conocimiento sobre la medición, un buen modo de hacerlo es proponerles situaciones en las que se produzcan el tipo de dificultades que han conducido históricamente a la evolución de los sistemas de medidas. Por ejemplo, si un niño utiliza el palmo para

medir, podemos pedirle que comunique por teléfono a otra persona –que sepamos que tiene un palmo de tamaño distinto– la longitud de algún objeto. Si después se pasa a realizar una comprobación sobre la igualdad de las longitudes, se llegará a un conflicto provocado por las diferencias entre los tamaños de las unidades empleadas. En didáctica de la matemática, esta forma de enseñar a través del planteamiento de situaciones ha sido descrita por Constance Kamii. Esta discípula de Piaget, al proponer principios para la enseñanza de las matemáticas inspirados en el constructivismo, emplea el término de “enseñanza indirecta” (Kamii, 1995). La enseñanza indirecta consiste en crear condiciones y proponer situaciones adecuadas para el aprendizaje. Entre los principios para la enseñanza indirecta de las matemáticas señala: “Animar al niño a estar atento y a establecer todo tipo de relaciones entre toda clase de objetos, acontecimientos y acciones (...) Animar al niño a intercambiar ideas con sus compañeros (...) Comprender cómo está pensando el niño, e intervenir de acuerdo con lo que parece que está sucediendo en su cabeza.” Kamii (1995, p. 33). Estos principios encajan perfectamente con la metodología de proyectos y pueden verse reflejados en las descripciones de experiencias como las del “proyecto del dinosaurio” o el del “Zapato y el metro”.

El proyecto del dinosaurio

El proyecto del dinosaurio se llevó a cabo en la Escuela Anna Frank, en el otoño de 1989, y está descrito en el trabajo de Rankin (1997). Las maestras de los niños y niñas de 5 y 6 años observaron que los pequeños traían muchos dinosaurios de juguete a la Escuela

para jugar con ellos. Esto les sugirió la idea de estudiar los dinosaurios en profundidad.

Roberta, la maestra que participó con el grupo de niños en el proyecto, propuso a los pequeños que hicieran un dibujo sobre dinosaurios y conversó después individualmente con cada niño sobre el dibujo que había hecho. Poco a poco, fueron surgiendo las preguntas: ¿Dónde vivían los dinosaurios? ¿Qué comían? ¿Cómo cuidaban a sus bebés? ¿Cómo nacían? ¿En qué se diferenciaban los machos de las hembras?

La curiosidad y el interés por el tema de los dinosaurios hizo que los niños visitaran al día siguiente la biblioteca local, en la que encontraron muchos libros, llevando algunos a la escuela. Los niños utilizaban los libros tanto en grupo como individualmente, intentando buscar respuestas para las preguntas que se habían formulado. La presencia de múltiples dibujos de dinosaurios en los libros permitió a los pequeños comparar dichos dibujos con los que habían realizado previamente.

Poco después, surgió la idea apasionante de escribir una carta de invitación para amigos y para antiguos compañeros de la escuela, para que estos trajesen toda la información que tuvieran sobre dinosaurios. Roberta actuó como escribiente de las ideas de las niñas y niños. Estos después procedieron a copiar la carta, prepararon sobres, dibujos, etc. Durante cierto período de tiempo, la escuela recibió la visita de padres, abuelos e incluso la de un experto en biología. Los pequeños prepararon preguntas y se produjeron discusiones muy enriquecedoras para todos los participantes.

Durante este periodo de tiempo, los niños y las niñas continuaban haciendo dinosaurios con arcilla, pintándolos y poniéndoles adornos. Surgía muy a menudo la idea de construir un dinosaurio verdaderamente grande. El juego de sombras que suelen hacer los niños en las escuelas de Reggio Emilia, proyectando imágenes de dinosaurios sobre la pared, les proporcionó una experiencia sobre la gran dimensión de los dinosaurios.

Así, los pequeños pasaron a realizar un gran dinosaurio, para lo cual, se dividieron en dos grupos, uno de chicas y otro de chicos. Los chicos eligieron metal y alambres para su construcción, mientras que las chicas optaron por el poliestireno, como material más sencillo para acometer el trabajo. En ambos grupos se eligió al Tiranosaurio Rex para la construcción. El grupo de los chicos pasó por muchas dificultades para realizar su dinosaurio, producidas por la elección que habían hecho del material. Además, se desanimaban al comprobar la rápida evolución del grupo de las niñas. Tras superar las dificultades, ambos grupos obtuvieron resultados satisfactorios.

Los maestros observaban, al releer las transcripciones de conversaciones grabadas mantenidas por los niños, que el interés por el tamaño de los dinosaurios era un tema recurrente. Esto les hizo decidirse a plantear un enorme reto para los niños: Dibujar un dinosaurio de tamaño real. Los niños encontraron en un libro un diplodocus dibujado a escala, encajado en un rectángulo de 27 metros de largo por 9 de alto. Este dibujo les pareció el más apropiado para servir de modelo en su construcción. El primer problema con el que se encontraron fue el de hacerse una idea de cuánto eran 27 metros. Para ello, deseaban encontrar en la

escuela cosas que midieran un metro. Al principio, sólo encontraron tres barras con esta medida, pero más tarde, descubrieron que las regletas de plástico que empleaban para poner carteles tenían también esta medida. Gracias a este material, consiguieron reproducir un rectángulo de 27 por 9 metros en un campo de deportes cercano a la escuela que decidieron utilizar para llevar a la práctica su diseño. La idea de hacer un "plano" del dibujo a tamaño pequeño les pareció conveniente a todos. Los niños disponían de distintos tipos de papel para hacer el plano. Los niños eligieron papel cuadriculado, mientras que las niñas buscaron objetos pequeños para utilizar como unidad de medida que les sirviera para reproducir a escala un rectángulo de 27 metros por 9. En la construcción del "plano", el uso del papel cuadriculado (con cuadrados de un centímetro de lado) supuso una ayuda inestimable. Los pequeños emplearon una fotocopia del dibujo del libro, que tenía 27 centímetros de largo por 9 de ancho, y la recortaron y pegaron sobre el papel centimetrado. Esto les permitió "medir" sobre la fotocopia, utilizando los cuadrados del papel, las distintas partes del dinosaurio: cabeza, cuello, piernas, etc.

Al final, los pequeños consiguieron llevar el proyecto a buen puerto. Este concluyó con una exposición y la celebración de un festival en el que participaron los padres y las madres, que ayudaron a "poner en pie" al diplodocus que los niños habían dibujado sobre un plástico de gran tamaño -del que se emplea para cubrir los muebles cuando se pinta una casa.

El proyecto descrito en los párrafos anteriores merece un comentario sobre la presencia de elementos matemáticos en este tipo de "aventuras". Al

observar el desarrollo de un proyecto, resulta muy interesante contemplar su evolución, viendo las distintas etapas por las que los niños y los adultos van transitando juntos. En cada etapa se abren posibilidades que pueden cobrar vida, dando lugar a una cantidad casi indefinida de distintas trayectorias experienciales. El proyecto del dinosaurio podría no haber tenido relación alguna con la medida ni con las matemáticas. Es la insistencia de los niños en diversas manifestaciones de asombro sobre el tamaño de los dinosaurios, que se vislumbra en sus juegos, expresiones y dibujos, y es percibida por los maestros, la que dirige los pasos de la investigación. Quizá, en otras circunstancias, el comentario casual de un niño que acabara de tener un hermanita, podría haber orientado la investigación hacia la pregunta sobre "¿Cómo crían los dinosaurios a sus bebés?", que también surgió en el curso de la investigación.

Dado que la investigación no es dirigida por los adultos, ni el contenido de la misma determinado por ellos, para que los maestros se sientan cómodos en el trabajo por proyectos es necesario que alberguen la plena convicción de que la vida ordinaria presentará a los niños situaciones en que éstos puedan desarrollar su pensamiento matemático. Además, deberán participar en la definición del proyecto, conjuntamente con los niños, de modo que en él tengan cabida determinados problemas que –según su experiencia– contribuyan a crear adecuadas condiciones para el aprendizaje de cuestiones tan fundamentales para la vida de los niños como puede ser el conocimiento de la medida de las cosas. Las maestras y maestros habituados a trabajar con este enfoque metodológico suelen siempre mantener que, con este tipo de trabajo, los niños no sólo

cubren los contenidos marcados por el currículo de la Educación Infantil, sino que aprenden muchas otras cosas no prescritas por el mismo.

El zapato y el metro

A continuación, se describe la experiencia del "zapato y el metro". En ella se cuenta la historia de un grupo, formado por cinco niños y una niña de edades comprendidas entre los cinco y seis años, que necesita otra mesa de trabajo igual a una que ya tienen en la Escuela Diana. Un carpintero del pueblo se ofrece a hacer la mesa con la condición de que los niños le den todas las medidas necesarias. Los niños, con la aprobación de sus maestras, aceptan el reto y comienzan el proyecto de dar las medidas al carpintero.

Al principio tratan de medir las distintas dimensiones de la mesa con los dedos, palmos, pies, piernas y otras partes del cuerpo. Unos se fijan en el largo de la mesa, otros en el ancho, la altura de la mesa, el grosor de las patas. Por otro lado, no se ponen de acuerdo en qué unidad de medida puede ser más apropiada para abordar la tarea. La maestra interviene para sugerir a los niños que den saltos y los midan. En esta situación, al plantear esta actividad, consigue que los niños se centren en medir una sola dimensión –la longitud del salto– empleando un solo tipo de unidad de medida –los pies. Además, al intervenir ella en el proceso de medir los saltos, los niños comienzan a comprender el inconveniente que plantea el uso de unidades antropomórficas y la necesidad de comparar la unidad de medida.

Los pequeños realizan distintos intentos para medir la mesa. Traen un rollo de

cuerda e intentan utilizarlo para determinar las diferentes dimensiones de la mesa cortando trozos de cuerda del mismo tamaño que el largo, el ancho, etc. Los niños abandonan rápidamente esta estrategia, quizá advirtiendo que a una persona adulta –el carpintero– no es adecuado darle por medidas varios trozos de cuerda sino que se le deben dar “números” escritos en un papel. En todo momento, los niños tienen muy presente el objetivo final del proyecto y van acomodando sus producciones a las peculiaridades del encargo y a las exigencias propias del modo de tratar con los adultos. También se les ocurre medir empleando objetos de distintos tamaños como cucharas o libros. Poco a poco, a través de la experiencia con los objetos, van comprendiendo cuáles son las ventajas y los inconvenientes de cada unidad de medida elegida.

Poco después, a Daniela –una de las integrantes del pequeño grupo– se le ocurre la idea de construir metros y utilizarlos para medir la mesa. Cada alumno elabora su propio metro utilizando una banda de papel. Cuando los niños tratan de medir la mesa con los metros que han elaborado se encuentran con la gran sorpresa de que cada uno ha obtenido una medida distinta. Los niños comparan los metros, dándose cuenta de que han realizado metros muy distintos. Para los niños de Educación Infantil, un metro es “una tira con números y rayas”. Están todavía lejos de comprender que entre dos marcas consecutivas del metro hay un espacio invariable, definido por una unidad de medida, que –por iteración– da lugar a la construcción del instrumento de medida. El metro es todavía, para los niños y niñas de educación infantil, un instrumento demasiado abstracto y lejano a su experiencia para comprender las

numerosas convenciones que han dado como resultado su elaboración. Ante el pequeño fracaso experimental, los niños optan por medir utilizando el zapato de Tomasso –uno de los niños del grupo– como unidad de medida. Los pequeños cubren la mesa con papel para dibujar el “rastreo” que deja el zapato al medir. Dibujan el contorno del zapato para que la huella quede marcada sobre la mesa como testimonio del proceso de medición llevado a cabo por los niños. La mesa mide 6 zapatos y medio de largo y 3 zapatos de ancho.

En un momento dado, uno de los niños propone utilizar un metro “de verdad”. Toman un metro y miden... ¡el zapato! Dado que la mesa mide 6 zapatos y medio, a los niños se les plantea la necesidad de sumar $20 + 20 + 20 + 20 + 20 + 20$. Para realizar esta operación a uno de los niños se le ocurre utilizar... ¡una calculadora! Durante el proyecto vemos distintas situaciones en las que advertimos cómo el pensamiento de los niños y niñas de infantil difiere bastante del de los adultos. Los niños miden el zapato porque no pueden sustraerse al protagonismo que ha tomado la unidad de medida en el proceso de medición. Por otra parte, no deja de sorprender, como en el ejemplo del uso de la calculadora, la libertad que tienen los niños para elegir cualquier recurso a su alcance para realizar sus tareas –sin ninguna imposición o restricción por parte de sus maestras.

Tras varios intentos por conciliar los intentos de medición que han realizado con el zapato (y otras unidades de medida) con el uso del metro, con la consiguiente lectura e interpretación de sus signos, los niños optan por el uso del metro. Toman esta decisión a través de una votación.

Finalmente, consiguen completar el proyecto dando todas las medidas al carpintero. Estas aparecen representadas en un dibujo que le entregan junto con una carta en la que le piden que "haga un buen trabajo".

Reflexión sobre los proyectos y conclusiones

Al seguir el desarrollo de un proyecto como el del dinosaurio, vemos que dicho proyecto podría no haber tenido relación alguna con la medida. Así, queremos insistir sobre la idea de que los proyectos no son "matemáticos", aunque pueden incorporar, y de hecho muchas veces incorporan, aspectos matemáticos.

Con respecto a la intervención de los maestros y maestras, debe indicarse que los niños tienen en todo momento la compañía de los mismos, que solamente intervienen cuando ven que el trabajo se atasca, orientando al grupo hacia el trabajo colaborativo, ayudándoles a que tomen sus propias decisiones y animándoles a que representen lo que van pensando con el fin de favorecer la reflexión y la comunicación de las ideas. En definitiva, las maestras contribuyen a la creación de condiciones óptimas para el aprendizaje, dejando a los niños el protagonismo absoluto en el desarrollo del proyecto y en la construcción de sus aprendizajes.

El proyecto del "zapato y el metro" ilustra perfectamente la evolución que siguen los niños en el aprendizaje de la medición: cómo perciben las magnitudes a través de su experiencia, establecen comparaciones directas e indirectas entre magnitudes, emplean unidades de medida (primero tomadas de su cuerpo y después constituidas

por objetos), descubren las características que hacen que una unidad sea "buena" para medir y comunicar medidas, descubren también la necesidad de que las unidades formen parte de un sistema de unidades en el que la unidad admita subdivisiones y, finalmente, llegan a emplear (aún con una comprensión limitada) instrumentos de medida como el metro, en el que deben realizar aprendizajes nuevos y de mayor carga simbólica (como la lectura de escalas).

La documentación suministrada por el proyecto, a través de sus imágenes y su relato, mantiene "fresca" la voz de los niños para que podamos escucharla. Así podremos, a través del estudio, la discusión y el debate de ideas, intentar responder a todas las preguntas que nos hemos formulado al principio y surgirán otras nuevas sobre la marcha. Pero, por encima de todo, estos proyectos dan un testimonio de un gran valor sobre los caminos que siguen los niños en su aprendizaje. Estos caminos nunca discurren en línea recta y difieren mucho de los caminos seguidos por los adultos. Seguramente nunca constituyen el camino más corto, pero sí logran dar la medida de la ilusión que los niños viven en sus proyectos y nos transmiten la imagen limpia, fiel, y no distorsionada por elaboraciones teóricas abstractas, de cómo puede ser la vida (y el aprendizaje) de un grupo de niños y niñas en una Escuela. Queremos concluir la valoración sobre este tipo de experiencias con una breve reflexión. Los pequeños han disfrutado muchísimo, han llevado la iniciativa en su actividad matemática y han asumido responsabilidades en el proyecto, convirtiéndose en protagonistas de su aprendizaje. Han aprendido de la forma que les es "propia", a través de la experiencia, del cuerpo, del juego. Han trabajado en grupos,

comunicando y escuchando. Han representado en dibujos su pensamiento, sus preferencias, sus impresiones. Se han "adueñado" de instrumentos como el metro transformándolos, recreándolos y acercándolos a su

experiencia. Han hecho unas matemáticas "vivas" y nos han enseñado a sus maestros el camino para que podamos acompañarles en su aventura diaria de aprender matemáticas.

Dirección de contacto:

Carlos de Castro Hernández
Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle
La Salle, 10
28023 Madrid
E-Mail: c.castro@eulasalle.com

Bibliografía

- ALSINA, C., BURGUÉS, C., FORTUNY, J. M., JIMÉNEZ, J., & TORRA, M. (1996). *Enseñar matemáticas*. Barcelona: Graó.
- CLEMENTS, D. H. (2004). Major themes and recommendations. In D. H. Clements, J. Sarama, & A. M. Dibiase (eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 7-72). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- CHAMORRO, C. Y BELMONTE, J. M. (1991). *El problema de la medida: didáctica de las magnitudes lineales*. Madrid: Síntesis.
- DE LORENZO, J. A. (1998). *La revolución del metro*. Madrid: Celeste Ediciones.
- DICKSON, L., BROWN, M. Y GIBSON, O. (1991). *El aprendizaje de las Matemáticas*. Barcelona: Labor & MEC.
- HOLLOWAY, G. E. T. (1986). *Concepción de la geometría en el niño según Piaget*. Barcelona: Paidós.
- INSKEEP, J. E., JR. (1976). Teaching measurement to elementary school children. In National Council of Teachers of Mathematics (Ed.), *Measurement in school mathematics, 1976 Yearbook* (pp. 60-86). Reston, VA: NCTM.
- KAMII, C. (1995). *El número en la educación preescolar* (4ª edición). Madrid: Visor.
- MALAGUZZI, L. (2001). *La educación infantil en Reggio Emilia*. Barcelona: Octaedro & Rosa Sensat.
- NUNES, T., & BRYANT, P. (2003). *Las matemáticas y su aplicación: la perspectiva del niño* (6ª edición). México D. F. & Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- PIAGET, J., INHELDER, B., & SZEMINSKA, A. (1960). *The child's conception of geometry*. New York & London: W. W. Norton & Company.
- RANKIN, B. (1997). Curriculum development in Reggio Emilia: A long-term curriculum project about dinosaurs. In C. Edwards, L. Gandini, & G. Forman (Eds.), *The hundred languages of children* (2nd ed.) (pp. 215-237). Greenwich, CO: Ablex Publishing.
- REGGIO CHILDREN (2005). *El zapato y el metro*. Barcelona: Octaedro & Rosa Sensat.