

Los niños, desde el día que nacen, son matemáticos. Constantemente están construyendo el conocimiento cuando interactúan mental, física, y socialmente con su ambiente y con los demás. Aunque los niños pequeños no puedan sumar o restar, las relaciones que hacen y su interacción con un entorno estimulante promueven en ellos la construcción de los cimientos y el almacén de lo que serán en el futuro los conceptos matemáticos. Incluso, hay alguna evidencia de que algunos conceptos matemáticos pueden ser innatos.

Quizás es el momento de que empecemos a considerar la construcción de los conceptos matemáticos de la misma manera que hacemos con el desarrollo de la lectura - como emergente. La idea de que el aprendizaje de la lectura empieza el día que los niños nacen es ampliamente aceptada entre los profesionales de la educación temprana. Los niños aprenden el idioma escuchando, y, posteriormente, hablándolo y escribiéndolo y a este aprendizaje del idioma ayuda el "dispositivo de adquisición del idioma" innato que actúa como un esquema para el desarrollo gramatical y aprendizaje del idioma. Se sabe que leer a los bebés, niños pequeños y preescolares puede ser un predictor temprano de lectura positiva porque estas actividades promueven y apoyan el aprendizaje de la lectura y la escritura al sumergir a los niños en el idioma y darles una oportunidad para interactuar con él.

Yo propongo que así como Chomsky ha demostrado fuertes evidencias de un «dispositivo de adquisición del idioma» innato que proporciona a los humanos un marco de referencia para aprender el idioma, hay también un «dispositivo de adquisición de las matemáticas» que proporciona un marco de referencia para los conceptos matemáticos.

Si tal dispositivo estuviera presente, nosotros podríamos esperar que los niños:

- 1) Adquieran naturalmente los conceptos matemáticos sin necesidad de enseñanza directa;
- 2) Siguen una sucesión generalmente estándar de desarrollo gradual, y;
- 3) Más importante, podríamos esperar ver evidencias de la construcción de conceptos matemáticos desde una edad muy temprana.

Permítanme tomar estos puntos por orden e intentar ofrecer evidencia para cada uno de ellos.

- 1) Adquieran naturalmente los conceptos matemáticos sin necesidad de enseñanza directa

Al examinar detenidamente a niños pequeños y sobre todo a bebés, observamos que muchos de los fundamentos de las matemáticas no se les enseñan directamente a los niños. De hecho, yo desafío a cualquiera a proponer una manera factible de lograr

esta tarea con niños de 4 años y menores. No, la manera que estos niños aprenden estos conceptos es a través de la construcción e interacción con su entorno. Los maestros pueden ayudar preparando un entorno interesante y estimulante; la mente del niño está activamente haciendo todo tipo de relaciones y las está organizando en conceptos que se convertirán más adelante en matemáticas.

La mente del niño parece saber qué tiene que hacer y todos los niños normales parecen no tener dificultad alguna para construir conceptos de número, seriación por orden, o clasificación, mucho antes de que se les enseñe. Los niños empiezan a construir los cimientos de futuros conceptos matemáticos durante los primeros meses de vida. Antes de que un niño pueda sumar o contar, debe construir las ideas sobre las matemáticas que no se le enseñan directamente. Ideas que más adelante apoyarán las matemáticas formales como el orden y secuencia, seriación, comparaciones, y clasificaciones que empiezan a surgir ya desde la infancia.

La idea aparentemente simple de que los números tienen una cantidad vinculada a ellos realmente es una relación compleja que los niños deben construir. Este concepto es la base para las matemáticas formales y es una síntesis de orden que es la comprensión básica de que los objetos se cuentan en una sucesión específica y cada objeto sólo se cuenta una vez; la seriación que es la habilidad de poner un objeto o grupo de objetos en una serie lógica

basada en una propiedad del objeto u objetos; y clasificación que es la habilidad de agrupar objetos similares en grupos, según una característica específica. Esta síntesis se realiza cuando los niños interactúan con los objetos y los ubican en muchos tipos diferentes de relaciones.

Aun los niños muy pequeños pueden usar su incipiente comprensión de lo que es orden, seriación, clasificación, y su habilidad natural para resolver problemas. Yo he observado a un niño de 18 meses que jugaba en una gran piscina llena de pelotas de diferentes colores. El niño tiró fuera una pelota, luego una segunda pelota, y después otra más. El niño fue entonces al lado opuesto de la piscina y tiró fuera dos pelotas. Entonces, regresó al primer lado, reexaminó la agrupación de pelotas que había tirado, volvió al otro lado y dejó caer otra pelota para hacer un grupo de tres.

Puede que esto no impresione a los adultos pero para un niño de 18 meses, la coordinación y comparación de grupos de tres en lados opuestos de una estructura es evidencia de que este niño está construyendo una relación matemática. No es todavía una relación numérica porque el niño está usando su percepción visual para hacer el juicio de lo que es "igual" o "diferente". Sin embargo, la coordinación de tirar tres pelotas cada vez es evidencia de su comprensión de "más" y "menos" y de igualdad básica. El niño puede no estar listo en su desarrollo para contar y cuantificar, pero esta tarea simple demuestra que los niños tan pequeños, como los de 18 meses, pueden hacer algunas relaciones matemáticas rudimentarias. Los maestros de bebés y niños pequeños necesitan estar conscientes de estas acciones y habilidades y ayudar, proporcionando actividades que permitan la construcción de estos conceptos matemáticos. Actividades que animen a los niños a hacer muchas relaciones diferentes entre los objetos, para interactuar con otros niños y adultos, y a actuar mental y físicamente con los objetos que promuevan este tipo de construcción.

Aunque estos conceptos matemáticos básicos no pueden y no deben enseñarse directamente, los educadores de niños pequeños deben dar importancia y animar a la interacción de los niños con su entorno, como una manera de promover y animar

los conceptos matemáticos emergentes. La lógica y el pensamiento matemático de los niños se desarrollan ejercitándolo y estimulándolo. Los maestros que animan a los niños a ubicar objetos en toda clase de relaciones también están promoviendo la comprensión emergente de las matemáticas en los niños.

Si nos aseguramos que los niños desde el nacimiento hasta los cuatro años tienen acceso a un entorno estimulante y a oportunidades de establecer muchos tipos diferentes de relaciones ya en los primeros meses de vida podemos apoyar la comprensión matemática emergente de los niños. Los maestros en programas de educación infantil y preescolar pueden hacer varias cosas, como mostrar objetos para comparar, usar el ritmo y la música, modelar la conducta matemática, e incorporar las matemáticas en cada actividad del día, para facilitar el desarrollo del matemático emergente que hay en cada niño. No se pueden enseñar directamente los marcos básicos de referencia para las matemáticas pero su desarrollo puede promoverse fácilmente en el aula.

2) Siguen una sucesión generalmente estándar de desarrollo gradual

Como con muchas teorías de desarrollo, nosotros esperaríamos un modelo de desarrollo natural para cosas que son resultado del desarrollo del cerebro en vez de la internalización de la enseñanza externa. Esto es exactamente lo que nosotros vemos en las matemáticas. De hecho, nosotros vemos relaciones en matemáticas similares a la manera es que se desarrolla el idioma. ¿Así que nosotros vemos el desarrollo de una sucesión natural en las matemáticas? Sí nosotros la vemos.

Un ejemplo de esto es una interacción que tuve con una niña de tres años. Sus padres le habían pedido que me dijera los números y ella contaba correctamente hasta 20 sin error. Entonces, saqué 20 monedas de un centavo que casualmente llevaba en mi bolsillo y le pedí que las repartiese de modo que los dos tuviéramos el mismo número de monedas. Ella miró el montón de monedas, lo dividió en dos y me dio uno de los montones, quedándose con el resto. Mi montón tenía 12 monedas y el de ella 8. Le pregunté cómo sabía que teníamos la misma cantidad de monedas y entonces ella intentó contarlas apuntando al montón y

diciendo "uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete". Sin embargo, ella aún no tenía una comprensión de la importancia de orden, y por consiguiente, contaba algunas monedas dos veces y no contó otras. Entonces le pedí que contara su montón y ella contó diez. Cuando le pregunté de nuevo si teníamos la misma cantidad de monedas, ella hizo otro inventario visual rápido y contestó "sí." Entonces yo hice una fila sobre la mesa con mis ocho monedas y le pedí que hiciera una fila con el mismo número de monedas. Ella tomó el resto de las monedas (12) e hizo una fila debajo de la mía. Yo le pregunté de nuevo si había el mismo número de centavos en cada fila. Ella contaba su fila y contestó "sí, vea, uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez",,. Yo le pedí que contara el mío y ella llegó hasta ocho. Yo le pregunté de nuevo si las filas tenían el mismo número de monedas y ella contestó de nuevo "Sí."

Este es un buen ejemplo de un niño que no puede todavía coordinar orden, clasificación, y seriación y por consiguiente, no puede ubicar los centavos en una relación de "cantidad." Los niños de hasta dos años pueden llegar a contar hasta 10 o incluso 20, pero si no vinculan su cuenta a la cuantificación no han hecho nada que sea diferente de memorizar el "ABC" o una lista de nombres como "Bob", "Joe", y "Sara." Por eso esta niña no pudo establecer una relación numérica entre los dos grupos de objetos.

La niña usó las señales visuales para estimar la igualdad y diferencia de los grupos en vez de usar el número. Su lógica y su habilidad para resolver problemas todavía están sujetos a la percepción. Sin embargo, cuando ella interactúe continuamente con los objetos y con otros niños y adultos, ella comprenderá los límites de la solución que dio y empezará a construir nuevas maneras de resolver el problema. Este tipo de confusión

o lo que Piaget llamaba el "desequilibrio" (Piaget, 1969) es lo que lleva al niño a hacer más construcciones y fortalecer su comprensión de los conceptos matemáticos.

Ocho meses después, tuve una nueva oportunidad de interactuar con la misma niña. Nuevamente jugamos el juego de las monedas. Esta vez, cuando le pedí que dividiera los centavos ella usó un método de correspondencia uno a uno. Ella me dio una moneda y separó otra para ella hasta que repartió todas las monedas. Cuando yo le pregunté cómo sabía que teníamos el mismo número, ella contó cada moneda en un orden específico y sólo una vez para encontrar la respuesta correcta.

Entonces, puse todas las monedas en un solo montón y le mostré una nueva moneda que agregué al montón. Yo le pregunté si ella había visto lo que yo había hecho y ella dijo, "¡Sí, usted agregó un centavo más!" Yo le pedí entonces que encontrara una manera de dividir las monedas, asegurándose de que los dos teníamos el mismo número. Ella usó el mismo método de correspondencia uno-a-uno que había usado previamente. Yo le pregunté si teníamos el mismo número de monedas y ella contestó, "Sí." Yo le pedí que las contara y cuando resultó que yo tenía una más se quedó bastante perpleja. Ella no podía entender qué había pasado.

La niña había hecho progresos significativos en su comprensión de los conceptos matemáticos básicos. Su método de dividir las monedas ya no era visual. Ella utilizaba los conceptos de número para resolver el problema. Sin embargo, su comprensión de este concepto matemático todavía era débil y se desplomó cuando se le presentó un reto muy difícil.

3) Más importante, podríamos esperar ver evidencias de la construcción de conceptos matemáticos desde una edad muy temprana.

Y podemos verlas. Nosotros observamos a niños pequeños ordenando objetos, apilando objetos, y golpeándolos uno contra el otro. ¿Que eso no son matemáticas? Bien, quizá no de la manera en que pensamos los adultos, pero hay que recordar que los niños pequeños todavía están construyendo el concepto de número y, más básicamente, el concepto de "uno". Piense por un momento cómo enseñaría el concepto de uno a un niño pequeño. Yo no puedo pensar en una manera. Finalmente casi todos niños sin un defecto mental serio logran esta tarea (y muchas otras), y aún tareas que no les hemos enseñado.

Así que si pensamos en las matemáticas como una habilidad innata y asumimos que los

niños tienen un "Dispositivo de Adquisición de las Matemáticas" en su mente, esto no significa que podemos dejar de enseñar matemáticas a los niños, sino que significa que tenemos que reexaminar algunas de las maneras en que enseñamos matemáticas.

Aunque haya una secuencia común de contenidos y los niños tengan este dispositivo de adquisición, todos los niños son diferentes. Aprenden a diferentes ritmos, tienen

intereses y talentos diferentes, diferentes modos de aprender, y cuando llegan al aula están en niveles diferentes de comprensión de las matemáticas. El currículo para los niños pequeños debe amoldarse y personalizarse para satisfacer las necesidades de todos los niños en cualquier aula. Debe ser flexible y adaptable para que el maestro pueda usar lo que los niños ya saben para crear un programa de matemáticas para el nivel en que están los niños y que estimule la construcción de una comprensión matemática más compleja

Si pensamos en matemáticas en términos de desarrollo y del "Dispositivo de Adquisición de las Matemáticas", ¿cómo veríamos a los niños interactuar con las matemáticas? Pues bien, nosotros veríamos a niños que hacen matemáticas de manera independiente. Y los vemos. Los niños pequeños se deleitan ordenando e incluso contando cuando estas actividades no son parte de una lección formal. Ellos aman los juegos y enigmas de los que las matemáticas son parte central. Lo mejor que los adultos pueden hacer para desarrollar el amor por las matemáticas en los niños es quitarse de en medio. Los niños desarrollan fobias y actitudes negativas hacia las matemáticas debido a las cosas que hacen los adultos y maestros, como ponerles exámenes de alto nivel o pruebas cronometradas.

Los niños desarrollarán los conceptos sin necesidad de enseñanza directa. Los niños, al usar su habilidad natural para pensar y su proclividad por las matemáticas desarrollarán los conceptos matemáticos naturalmente. Esto no significa que los adultos no tengamos un papel que cumplir, lo tenemos y es muy importante. Pero ese papel es más como un facilitador que como un maestro.

Nosotros vemos a niños que usan las matemáticas para encontrarle sentido a su mundo. Se acepta que las matemáticas son un idioma universal. Incluso, asumimos que los extraterrestres pueden haber construido las mismas matemáticas que nosotros. Y así como los físicos usan las matemáticas para entender el universo, los niños usan las matemáticas para entender su mundo. Incluso los bebés entienden el concepto de "más". Este es uno de los primeros conceptos matemáticos que ellos construyen. Incluso los niños de seis meses pueden informar a sus padres o cuidadores que quieren más comida o más leche.

Así, si nosotros vamos a cambiar la manera en que pensamos sobre las matemáticas y cómo las enseñamos a los niños pequeños y si existe el "Dispositivo de Adquisición de las Matemáticas", cabe preguntarse qué cambios haríamos en la enseñanza de las matemáticas a niños pequeños. Bien, primeramente, empezaríamos a tratar a los niños pequeños como jóvenes matemáticos. En lugar de sentarlos en filas y hacerlos memorizar, intentaríamos hacerles inventar o descubrir conceptos y nuevas ideas matemáticas de la misma manera que los matemáticos resuelven los problemas más complejos. ¿Así que cuáles son algunas de estas maneras en que trabajan los matemáticos "de verdad"?

Los matemáticos a menudo trabajan durante largo tiempo en un mismo problema

Los matemáticos pueden pasarse meses y años pensando y trabajando en un sólo problema. También debe darse a los estudiantes tiempo suficiente para trabajar en un problema. Para hacer esto, se debe presentar a los estudiantes menos problemas y daría más tiempo para trabajar en ellos, reforzando su habilidad para resolver problemas.

Los matemáticos colaboran con sus colegas y estudian el trabajo de otros

La interacción social es uno de las partes más importantes de ser un matemático. Un aula de matemáticas, sobre todo una en que se considera a los estudiantes como jóvenes matemáticos, debe ofrecer muchas oportunidades para la interacción social.

Normalmente, no se anima a los niños a defender una solución o a colaborar en la solución de un problema. En cambio se les dan hojas individuales de ejercicios y se les pide que los

resuelvan calladamente (Fosnot, 1989).

Si vamos a ver a los niños como jóvenes matemáticos, debemos permitirles colaborar, discutir, consultar, defender, preguntar, explicar, y proponer a, y con, otros estudiantes usando ideas matemáticas. Los niños construyen su comprensión matemática a través de este tipo de interacción social. Sin esta interacción, los niños simplemente memorizan cómo conseguir una cierta solución sin desarrollar su comprensión.

Los Matemáticos deben demostrar que para ellos su solución es la correcta.

Los matemáticos deben cuestionar los supuestos y deben entender las matemáticas detrás de una respuesta. Los matemáticos deben demostrarse a sí mismos y a los demás que su solución es la correcta. Si se enseña a los estudiantes meramente a memorizar las respuestas y apoyarse constantemente en un maestro para decirles si están en lo correcto o no, les alejamos de la oportunidad de demostrar que su solución es la correcta.

Los problemas en que trabajan los matemáticos son complejos

Los problemas complejos promueven el desarrollo de la habilidad para resolver problemas. Los niños, como los matemáticos, deben verse inmersos en problemas complejos que requieran el uso de sus habilidades para resolverlos y del pensamiento numérico complejo. Los buenos problemas requieren que los estudiantes encuentren soluciones innovadoras al problema sin tener un límite de tiempo fijo para su proceso del pensamiento (Wakefield, 1997). Los Problemas pueden y deben iniciar la discusión y el desacuerdo entre los niños.

Los matemáticos obtienen satisfacción del proceso

Los niños entenderán mejor los conceptos y procedimientos matemáticos si se les permite usar su propio proceso del pensamiento para explorar las matemáticas (Kamii, Lewis, & Jones, 1993). Esto les permite hacer conexiones entre lo que ellos ya saben y sus experiencias de la vida real.

En el proceso de discutir y comparar los diferentes métodos que usan los niños para encontrar soluciones, los niños fortalecen su comprensión de los conceptos y procedimientos.

Los matemáticos sienten orgullo al encontrar la solución a un problema

Los niños pueden entusiasmarse por un problema de matemáticas y los niños encuentran placer y emoción en la solución de problemas (Universidad de Chicago, 1998). Si se permite a los niños pensar por sí mismos y discutir y defender sus ideas, las matemáticas se vuelve tan divertidas como el intentar ganar en un video juego difícil o resolver un enigma.

Los matemáticos usan sus esfuerzos fallidos para preparar el camino hacia las soluciones

Para tratar a los niños como matemáticos, ellos deben comprender que tienen que hacer muchos intentos diferentes antes de encontrar una solución. Hay que hacer énfasis en el valioso pensamiento matemático que se está desarrollando en la mente del niño. Debe explicarse a los niños que los esfuerzos aparentemente infructuosos y los errores nos pueden servir para encontrar el camino a la solución correcta de un problema.

Los niños tienen curiosidad e interés natural por la exploración y la comprensión que se puede aplicar al aprendizaje de las matemáticas. Si se anima a los niños a que actúen como jóvenes matemáticos y usen su habilidad natural para pensar y así poder atacar y resolver los problemas, como vemos que ocurre en las aulas de Japón, las matemáticas no se vuelven un deber sino un desafío al estudiante (Wakefield, 1997).

Conseguir que los alumnos se emocionen con las matemáticas debe ser la meta de cada maestro de matemáticas. Desde la educación infantil se debe tratar a los niños como si fueran jóvenes matemáticos. Este cambio filosófico no se consigue poniendo más énfasis en la habilidad y métodos de repetición o agregando más exámenes (Kelly, 1999). Se requiere un proceso deliberado de cambio en la forma de ver y tratar a los niños en las aulas. (Bay,

Reys, & Reys, 1999).

Debemos tratar a los niños como matemáticos desde el principio. Nosotros podemos ayudar a desarrollar las habilidades del pensamiento matemático requeridas ofreciendo los materiales y experiencias que ayuden a crear una base sólida para el futuro aprendizaje matemático.

Así que vamos a echar un vistazo a algunas cosas que los maestros pueden hacer para promover las matemáticas en los niños pequeños.

Del nacimiento a los dos años

Los bebés y niños muy pequeños están explorando su entorno utilizando sus sentidos. Piaget (1969) llamó a este período la fase sensoriomotora porque en ella los niños exploran y aprenden sobre su ambiente a través de la actividad motriz y tocando, viendo, saboreando y oyendo. Puede parecer que no hay construcción matemática en esta etapa, sin embargo, los niños empiezan a establecer relaciones entre objetos cuando empiezan a construir maneras de clasificar, seriar, comparar y ordenar objetos. La clasificación requiere de la habilidad del niño para comparar objetos y organizarlos en grupos de características similares. La clasificación es una base importante para los conceptos matemáticos futuros como el comparar grupos de números y la cuantificación.

El ritmo y la música

El ritmo y las actividades y materiales musicales son excelentes para promover el desarrollo de las matemáticas. El uso de los bongos puede ayudar a los niños a experimentar con las matemáticas. El maestro y el niño se pueden turnar para repetir el ritmo marcado por el otro, por ejemplo, si el maestro toca el tambor dos veces, el niño tiene que tocarlo también dos veces. Si el niño toma la iniciativa, el maestro puede repetir el ritmo marcado por el niño. Esto ayuda a que el niño establezca una relación de uno a uno. También le ayuda a desarrollar su habilidad para comparar, que más adelante le servirá para clasificar.

El uso de sintetizadores con un generador automático de ritmos es otra buena manera de promover las matemáticas a través de la música y también el dejar a los niños que toquen notas en el teclado siguiendo el ritmo marcado. Estos sintetizadores vienen equipados con auriculares para que los niños puedan tocar lo que quieran sin molestar al resto de la clase.

Una vez observé a un maestro animar a sus niños a organizar una banda de desfile usando los instrumentos y objetos disponibles en el aula. Los niños decidieron cómo desfilaban. Hasta hubo un niño que insistió en ir diciendo "un, dos, un, dos" conforme desfilaban. La mayoría de los niños coordinaron su ritmo mientras marchaban por el pasillo del centro para volver al aula, mientras el niño repetía "un, dos, un, dos" para mantenerlos juntos a todos.

El uso de los números, contar y cuantificar en las actividades diarias

Se puede exponer hasta a los niños menores de dos años a las matemáticas durante las tareas y actividades cotidianas, tales como la hora de la merienda o el círculo. Debemos aprovechar cualquier oportunidad para contar para ayudar a los niños a establecer todo tipo de relaciones.

Los maestros deben contar y usar las matemáticas siempre que sea posible y deben preguntar a los niños sobre relaciones matemáticas simples. Este tipo de interacción ayuda a los niños a reconocer la importancia de los números y promueve la construcción de las matemáticas emergentes. Hasta los niños de esta edad pueden entender el concepto de "más". Cuando pedimos a los niños que comparen grupos de objetos o cantidades contribuimos al desarrollo de esta relación.

El que los niños no hayan aún construido el concepto de número no es razón para no usar las matemáticas con ellos. Al igual que el leer a los bebés y los niños pequeños ayuda a desarrollar las habilidades lectoras, el uso de las matemáticas ayuda a los niños a construir los conceptos de número.

Bloques y formas

Los niños que están rodeados de objetos interesantes establecen naturalmente relaciones entre estos objetos. Las relaciones de "igual y diferente", comparación y clasificación requieren que el niño se centre en una cualidad específica del objeto para poder hacer la comparación. Mientras más comparaciones hagan los niños, más complejas pueden volverse estas comparaciones. El simple hecho de incluir una variedad de pelotas o bloques de colores en las opciones que le damos al niño puede facilitar el desarrollo de relaciones matemáticas cada vez más complejas. Estas actividades contribuyen al desarrollo de los conceptos de seriación y clasificación.

Las construcciones con cajas de cartón también ayudan a los niños a establecer relaciones. En mi experiencia, a los niños pequeños les encanta jugar con cajas de cartón. Podemos disponer una variedad de cajas de cartón de distintos tamaños para que los niños las apilen y formen estructuras. Las cajas más grandes pueden tener agujeros o puertas para que los niños puedan entrar y salir. Estas cajas se pueden agrupar de distintas maneras y cada combinación o secuencia es otra relación que establece el niño. En el proceso de colocar las cajas, los niños tendrán algunas discusiones e interacciones entre ellos que también promoverán el desarrollo de nuevas relaciones.

También podemos usar formas geométricas para establecer relaciones de comparación. En las habitaciones de los niños pequeños debe haber una abundancia de bloques y mosaicos para que los niños puedan comparar y juntar. Debido a que su desarrollo matemático está aún en las primeras etapas, los niños buscan formar las parejas exactas, ya que ese es el nivel de clasificación que comprenden. No pueden visualizar algo como "igual" y "diferente" a la vez. En una ocasión observé a una maestra que trabajaba con un niño de 12 meses. Estaban examinando un grupo de bloques triangulares azules y amarillos. El niño le dio un triángulo amarillo a la maestra y luego recogió otro triángulo amarillo para dárselo a la maestra. Entonces, ella escogió un triángulo azul y se lo mostró al niño. El niño lo recogió y lo volvió a poner con los demás para seguidamente encontrar otro triángulo amarillo y dárselo a la maestra. Para el niño, los triángulos amarillos y azules no son parejas porque son de diferentes colores.

Según van desarrollando los niños su habilidad para clasificar y emparejar, podrán establecer relaciones más complejas. Pero este desarrollo toma tiempo y requiere de la interacción con objetos y otras personas. Aún si el niño tiene ya las conexiones necesarias para aprender matemáticas, tiene que construir los conceptos uno a uno.

Las matemáticas formales no aparecen simplemente, se construyen lentamente, paso a paso, durante los primeros años de vida. Por ello, es vital ofrecer a los niños desde los primeros meses, oportunidades para emparejar, clasificar y comparar.

Los niños de tres y cuatro años

Conforme los niños van dejando atrás su etapa sensoriomotora, y entran en la etapa que Piaget (1969) llama pre-operacional, el gran cambio que se produce es que los niños pueden hacer representaciones mentales y empiezan a adquirir un cierto grado de pensamiento abstracto. Los niños pueden pensar sobre los objetos que no tienen frente a ellos y pueden empezar a establecer relaciones con experiencias anteriores. Los niños de esta edad pueden establecer relaciones mucho más complejas entre los objetos. Esto es importante para los conceptos matemáticos emergentes porque es durante esta etapa que se construyen las estructuras mentales que permiten a los niños entender el concepto de cantidad.

Los conceptos de seriación, clasificación y orden adquieren una nueva dimensión cuando los niños empiezan a establecer relaciones más abstractas. Pueden comparar objetos que no están presentes o eventos que ocurrieron en el pasado. Esto permite a los niños sintetizar orden, seriación y clasificación para construir estructuras mentales abstractas que apoyarán la cuantificación y las matemáticas formales.

Los niños empiezan a establecer relaciones matemáticas que amplían y refinan la idea de más a "uno más" y "dos más". Este desarrollo les permitirá comprender que "tres" es uno

más que "dos" y dos más que "uno". Esta es la idea central en la cuantificación.

Manipulables

Una manera sencilla de promover el desarrollo de las matemáticas a esta edad es el pedir a los niños que usen los conceptos matemáticos en sus actividades. Si un niño está utilizando bloques, el maestro puede preguntarle ¿cuántos bloques tienes? O ¿cuántos más necesitas? Los niños están dispuestos y se entusiasman al contar objetos y establecer relaciones matemáticas si el maestro les anima a ello. Una vez, un niño de cuatro años estaba haciendo una cadena de eslabones de diferentes colores. Estaba trabajando solo cuando le pregunté que tan larga quería hacer la cadena. No me respondió, así que intenté con una pregunta más directa: "¿Cuántos tienes ahora?" El niño colocó el siguiente eslabón y luego los contó. Tenía ocho. Después de colocar otro eslabón le volví a preguntar "¿cuántos tienes ahora?" El niño empezó a contar desde el principio y contó nueve. Cuando añadió otro eslabón, le pregunté "Tenías nueve y acabas de agregar otro. ¿Cuántos tienes ahora?". Nuevamente, volvió a contar los eslabones y obtuvo una respuesta de diez. Después de eso no tuve que volverle a preguntar. Cada vez que agregaba un eslabón, los contaba todos. Finalmente, hizo una cadena de 27 pero a partir de los 15 se equivocaba al contar. Algunas veces, contaba con cuidado y daba con la respuesta correcta y otras veces se saltaba algún eslabón al contarlos.

Por ejemplo, después de contar correctamente 26 eslabones, colocó otro y volvió a contar y se saltó algunos, por lo que le salieron "quince". El hecho de que esta vez tenía menos que en la anterior no pareció preocuparle. Aunque cometía errores y mostraba una comprensión incompleta de los conceptos de número, se estaba acercando

cada vez más al uso de las matemáticas de una manera convencional, del mismo modo que los niños dejan de hacer garabatos para escribir palabras y aprenden a escribir de forma convencional.

Actividades cotidianas

Al igual que con los niños más pequeños, podemos usar las actividades diarias, como la merienda y el círculo para promover el uso de las matemáticas. Por ejemplo, podemos pedir a los niños que ayuden a repartir la merienda, contar los platos y otras actividades. Tienen que poner en juego su habilidad para resolver problemas matemáticos para encontrar la mejor manera de realizar la tarea asignada. Al niño que le pedimos que ponga cinco platos en la mesa, podrá hacerlo yendo a la pila de platos, sacando uno y colocándolo enfrente de cada niño hasta que todos tengan plato, hasta que se de cuenta que puede contar los niños que hay y luego ir a la pila de platos y contarlos para llevar uno para cada niño en un sólo viaje. El dejar a los niños usar sus propios métodos para resolver problemas como éste permite el desarrollo de la comprensión matemática emergente en los niños.

Este desarrollo puede ser mayor cuando ponemos a dos niños a resolver un problema juntos. Los niños pueden comentar, planear y aún discutir cuál es la mejor manera de resolver el problema. Esta discusión proporcionará a los dos niños nuevas maneras de ver el problema (Kamii, 1990, 1991). En una discusión, el niño puede comunicar claramente sus ideas a otra persona y al mismo tiempo evaluar las ideas de la otra persona. En este proceso, el niño examina, y tal vez modifica, sus propias ideas.

Trabajar por proyectos

El trabajo por proyectos en educación infantil permite a los niños explorar su mundo y construir el conocimiento a través de la interacción directa con su entorno. Lilian Katz (1989) afirma que los niños pequeños deben tener actividades en las que usen su mente para lograr el conocimiento, comprensión y habilidades. Cuando participan en un proyecto, los niños no sólo obtienen información de una lámina, de una actividad estructurada o del maestro, sino que están tomando decisiones sobre lo que quieren aprender, cómo y dónde aprenderlo. A través de este método, los niños desarrollan técnicas para resolver problemas, métodos de investigación y estrategias de cuestionamiento.

Cuando los niños trabajan en un proyecto se presentan oportunidades para usar las

matemáticas. En un proyecto reciente sobre construcción y transporte, los niños podían usar las medidas para construir un camión. Midió la longitud, altura y ancho que querían y transfirieron los números al cartón que tenían para hacer su camión. Sus medidas no fueron exactas y no entendieron muy bien el uso de una cinta de medir pero, del mismo modo que un niño primero hace garabatos para luego aprender a escribir, estos niños estaban aprendiendo sobre las medidas.

Los niños también aprendieron qué son los planos y cuando hicieron los suyos, el maestro les preguntó cuántas ventanas querían tener en su casa, cuántos baños y cuántas habitaciones en total. Discutieron el diseño de la casa, qué habitaciones tendrían ventanas y la ubicación de cada habitación dentro de la casa. Los niños tuvieron que planear, contar, usar números y medidas para llevar a cabo la actividad.

Votaciones

Cuando hay que tomar una decisión en la que puedan participar los niños, las votaciones nos permiten usar las matemáticas de una manera integrada. No solamente es una oportunidad de contar sino que también podemos comparar números. Podemos pedir a los niños que voten sobre los libros que vamos a leer. Los niños pueden contar con nosotros las manos levantadas. Si, por ejemplo, hay seis votos a favor y cinco en contra, podemos preguntar a los niños que libro ha ganado.

Tratando a los niños pequeños como matemáticos

Vamos a revisar algunas ideas básicas sobre los niños pequeños y las matemáticas.

1. La solución de los problemas matemáticos toma tiempo. Si dejamos a los niños que trabajen por períodos largos de tiempo en un problema, les animamos a pensar como matemáticos.

Mientras los niños se mantengan interesados, hay que dejarles trabajar en los problemas hasta que encuentren la solución. A veces no lo conseguirán pero finalmente podrán resolver el problema. Los niños, como los matemáticos, deben sumergirse en un problema complejo que requiera habilidad para resolverlo y el uso del pensamiento numérico complejo. Esta es una de las formas en que trabajan los matemáticos. Un buen problema hará que los niños piensen de maneras innovadoras para resolverlo sin un tiempo límite para encontrar la solución. (Wakefield, 1997).

2. Se debe permitir a los niños usar sus propios métodos para resolver un problema.

Andrew Wiles afirmaba que hacer matemáticas es como tropezar en la oscuridad durante meses hasta que se encuentra el apagador de la luz. Los niños comprenderán mejor los conceptos y procedimientos matemáticos si les dejamos utilizar sus propios procesos de pensamiento para explorar las matemáticas como si fuera un cuarto oscuro hasta que finalmente encuentren la luz y den con la solución (Kamii, Lewis & Jones, 1993). Puede que no sea la manera más rápida o eficiente de conseguir una respuesta y muchos niños pueden llegar a la misma respuesta de diferentes maneras pero los niños comprenderán el concepto, no solamente el procedimiento repetitivo.

En el proceso de discutir los diferentes procedimientos usados por los niños para encontrar la respuesta, los niños comparan esos métodos con los suyos y refuerzan su comprensión del concepto. Cuando se anima a los niños a discutir las distintas respuestas, conseguimos que se den cuenta de que las respuestas no vienen del maestro, sino que son universales. En otras palabras, $2 + 2 = 4$ no es así porque el maestro lo diga sino por que el alumno se ha convencido a si mismo de la verdad de esta afirmación. (Kamii, Lewis & Jones, 1991).

Si queremos tratar a los niños como matemáticos, debemos esperar que cometan muchos errores antes de dar con la solución a un problema. Hay que hacer énfasis en el desarrollo del pensamiento matemático en la mente del niño más que en la

respuesta correcta. Hay que hacer ver a los niños que no hay nada de malo en las respuestas incorrectas que son meros pasos en la búsqueda de la respuesta correcta.

3. La emoción de los niños viene de su propia habilidad para pensar.

Los niños se pueden emocionar con un problema de matemáticas. Los niños pueden encontrar placer y emoción en la solución de problemas (Universidad de Chicago, 1998). Si dejamos a los niños que piensen por sí solos y discutan y defiendan sus ideas, las matemáticas pueden ser tan divertidas como ganar en un video juego o resolver un enigma. Esto se ilustra en la siguiente observación de una clase de niños de cuatro años.

"Amy y Josh decidieron compartir un paquete de caramelos. Discutieron diferentes maneras de dividirlos. Josh sugirió hacer dos montones que fueran similares pero Amy decía que cada niño debía comerse un caramelo, por turnos, hasta que se acabaran. Josh dudaba porque pensaba que su método era mejor. Después de un rato de discusión, Josh cedió, aceptando que el método de Amy era mejor. Se rieron y dieron la mano y procedieron a comerse los caramelos."

Los niños no llevaron a cabo un ejercicio matemático porque esperaban que se les diese una nota o recompensa. Usaron las matemáticas porque les ayudaban a resolver el problema. Después de que pensaron y hablaron sobre el tema estaban contentos con su decisión. El proceso fue su recompensa.

4. Los problemas pueden tener varias soluciones y muchas maneras diferentes de llegar a ellas.

Los problemas pueden y deben iniciar la discusión y el desacuerdo entre los niños que están tratando de resolverlos. Una parte integral de la solución de un problema es el decidir cómo proceder para encontrar la respuesta. Un buen problema de matemáticas tendrá muchas maneras de resolverse (Universidad de Chicago, 1998).

El siguiente es un ejemplo típico de un problema en los libros de texto de matemáticas:

"Sara tiene 23 manzanas y Joe tiene 6. ¿Cuántas manzanas tienen entre los dos?"

Un problema como éste tiene una manera muy clara de proceder y no requiere mucho esfuerzo de los alumnos. El niño simplemente tiene que extraer los números, y sumarlos.

Sin embargo, el siguiente problema es muy diferente:

"Una fábrica de reciclaje hace sus propios vasos para la cafetería. Para hacer un vaso nuevo necesita nueve vasos usados. Si tiene 505 vasos usados, ¿cuántos puede hacer en total?"

Aquí las matemáticas son muy sencillas pero la manera de proceder para encontrar la respuesta es mucho más compleja. El niño puede no darse cuenta de la complejidad del problema la primera vez que lo aborda. Los vasos se pueden reciclar repetidamente y, por tanto, hay que poner en juego la habilidad para resolver problemas para encontrar la respuesta. El maestro puede dar a los niños la respuesta y aún así tendrían que trabajar para comprender porque ésa es la respuesta correcta.

Los niños pueden discutir este problema en grupos. Pueden plantear diferentes métodos y comentarlos. Los niños se pueden llevar el problema a casa y pedir a sus padres y hermanos que les ayuden. Este problema es tan difícil para los adultos como para los niños. Por tanto, el niño, sus hermanos y padres estarían en el mismo nivel de comprensión. Por esta razón, este tipo de problemas motivan y emocionan a los niños por las matemáticas (Blake S., Hurley S. & Arenz B., 1995).

5. La interacción social hace que los niños actúen como jóvenes matemáticos para probar su respuesta y todos los pasos que dieron para encontrarla.

La interacción social es una de las partes más importantes de un programa de matemáticas, especialmente de aquel que considere a los alumnos como jóvenes matemáticos (Makii, 1985). Sin embargo, es el elemento que falta en los programas con más frecuencia. Las lecciones y deberes tradicionales de matemáticas se diseñan para hacerse en solitario. No

se anima a los niños a defender una respuesta o a colaborar entre ellos para resolver un problema. En cambio, se les dan ejercicios individuales y se les pide que los resuelvan solos (Fosnot, 1989).

Sin embargo, si vamos a considerar a los niños como jóvenes matemáticos, debemos permitirles colaborar, discutir, consultar, defender, preguntar, explicar, y proponer a, y con, otros estudiantes usando ideas matemáticas. Los niños construyen su comprensión matemática a través de este tipo de interacción social. Sin esta interacción, los niños simplemente memorizan cómo conseguir una cierta solución sin desarrollar su comprensión. Dejar a los niños usar su propio pensamiento les ayuda a comprender las matemáticas. La memorización hace que los niños actúen y tal vez consigan la respuesta correcta pero cuando el niño usa su propio pensamiento y explica cómo consiguió la respuesta comprenderá mejor el concepto que hay detrás de la respuesta. (Perry Vander Stoep & Yu, 1993).

6. Lo matemático no está en lo manipulativo, sino en la mente del niño.

Mucha gente asume que porque las etapas del desarrollo cognitivo de Piaget hablan de "operaciones concretas" los niños pequeños no pueden pensar de manera abstracta y necesitan objetos concretos para las matemáticas. Como ya hemos mencionado, los manipulables son herramientas útiles para ayudar a los niños a pensar en relaciones matemáticas pero las matemáticas existen en la mente del niño.

Los niños de preescolar pueden pensar en términos abstractos hasta cierto punto. Según Piaget, los preescolares tienen más dificultades con el pensamiento lógico, ya que, al estar en la etapa pre-operacional, no siempre ven la necesidad de que cada una de sus explicaciones tenga un sentido lógico.

Conclusión

Hay muchas cosas sencillas que los maestros pueden hacer para promover el desarrollo de las matemáticas en cada niño. El uso de estrategias, actividades y juegos sencillos nos ofrece una gran oportunidad para que los maestros ayuden a los niños a construir los conceptos matemáticos básicos. Un entorno estimulante y un maestro dispuesto a ver la habilidad del niño para construir conceptos matemáticos son de gran valor en la construcción de las matemáticas en el niño.

Si hemos de considerar el desarrollo de las matemáticas como emergente, debemos entender que la construcción de los conceptos matemáticos se inicia con el nacimiento del niño. Los niños pueden construir los conceptos básicos de las matemáticas como la cuantificación, seriación, orden y clasificación sin mucha intervención o enseñanza directa de los adultos. Esta comprensión no es algo que se le pueda enseñar a los niños sino que la deben construir por sí mismos. El papel del educador es facilitar esta construcción ofreciendo a los niños oportunidades y materiales que promuevan su construcción de las matemáticas.