



Modelación en la Educación de las Ciencias y Matemática en la Primaria

Maria Salett **Biembengut**
FURB – Blumenau (SC)
Brasil
salett@furb.br

Resumen

En este artículo se presentan los principales resultados de una investigación cuyos datos empíricos fueron obtenidos de una experiencia pedagógica usando modelación en la educación con 36 niños de los 3° y 4° grados de los años iniciales de la Enseñanza Básica, integrando matemática y ciencias. El objetivo de la investigación fue comprender como los niños perciben el medio ambiente, explicitan y lo representan usando conceptos de matemática y ciencias. A partir de actividades didácticas sobre el tema embalaje, dos profesoras aplicaron la propuesta y obtuvieron datos durante un semestre lectivo. Los niños se involucraron en situaciones en las cuales pudieron relatar sus experiencias, percepciones y comprensiones del medio ambiente. Las actividades desarrolladas les permitieron: observar, interpretar símbolos y significados, relacionar e integrar los datos y evaluar situaciones de diversos contextos. Y por fin, dotadas de censo imaginativo, pudieron atreverse a crear algo, proponiendo un embalaje para un producto, involucrándose en la asociación de elementos que la componen.

Palabras clave: Modelación Matemática, años iniciales de la enseñanza básica.

Introducción

El niño se da cuenta de su medio ambiente, capta informaciones, identifica objetos y respectivas denominaciones, asimila los más diversos entes que la rodean y desarrolla significados específicos a las palabras y a las ideas. Y a medida en que tales informaciones, ideas, palabras, la instigaron a comunicarse, el lenguaje la conduce a estructurar su pensamiento, construir generalizaciones sobre su entorno y hacer conexiones entre sus ideas, llevándola a concebir y crear símbolos u objetos, formar conceptos, dar la forma, el color, el sentido al mundo en que vive (Biembengut, 2007).

La comprensión del niño sobre su entorno es mediada por sus interacciones sociales. El diálogo y la comunicación están en el ámago de sus interacciones. La continua interacción entre

sus representaciones internas de pensamiento y sus experiencias diarias; modifica y perfeccionan la comprensión del niño sobre su mundo y su realidad. La relación entre el pensamiento y la palabra en un proceso dinámico, en un ir y venir del pensamiento a la palabra, de la palabra al pensamiento, se manifiesta en el aprendizaje del niño, continuamente.

En esa dinámica continua de reelaborar conceptos, cada vez más compleja y refinada, facilitada por su comunicación con entes alrededor, el conocimiento del niño ocurre. Y la continua afluencia de nuevos conocimientos, enraizada en su ambiente social, caracteriza su interacción entre lo que ya sabe y lo que está por aprender. En este ambiente, desarrolla la consciencia de la realización de sus procesos mentales y aprende a usar operaciones específicas mentales. Su concepción sobre ciertas relaciones, conceptos, objetos, a *grosso modo* ‘se refina’, (re)conceptuando sus conocimientos existentes (Van Der Veer; Van Oers, 1991).

La matemática, por ejemplo, está presente en muchas actividades realizadas por el niño al jugar, al conversar, al resolver situaciones-problema que se presentan en su día a día. El medio ambiente es rico en formas, tamaños y colores; un escenario repleto de símbolos, signos y significados. En las acciones del niño, en casi todos los momentos, están presentes el contar, comparar, clasificar, medir, representar los más diversos entes. Este conocimiento matemático informal del niño deriva de todos los aspectos de su medio circundante, de sus experiencias diarias. Y traerá esas experiencias que forman la base de su entendimiento matemático a la escuela al pasar a frecuentarla. Y así siendo, en la escuela, esos conceptos intuitivos o espontáneos pueden tornarse conceptos científicos para el niño, si los procedimientos metodológicos utilizados para la enseñanza de ese niño le dispusieran un cuadro más abstracto de sus concepciones espontáneas, de una nueva forma de expresar lo que ya sabe sobre el medio circundante (Vygotsky, 1986).

Para eso, la escuela precisa atender esa cuestión y crear condiciones para que el niño vivencie el ambiente que lo rodea, capacitándolo para hacer asociaciones y transferencias que posibiliten la adquisición de mecanismos interpretativos y formadores de conceptos e imágenes en su mente. El aprendizaje de la matemática, por ejemplo, depende de acciones que caractericen el ‘hacer matemática’: probar, interpretar, visualizar, inducir, conjeturar, abstraer, generalizar y en fin demostrar y representar.

Aun, en algunas escuelas, la enseñanza de la matemática, por ejemplo, ha sido practicada de forma disociada a la realidad del niño, un acumulativo de conceptos, justificado por la secuencia de los contenidos previstos en el currículo escolar. Esta forma de enseñanza, muchas veces, lleva al niño a responder, de cierto modo, las cuestiones específicas (en general de aritmética) sin considerar la cantidad de informaciones que ya recibe de su medio ambiente, tampoco sus capacidades singulares. Eso contribuye para la pasividad e inhibición en la resolución de cuestiones efectivamente significativas.

Diversas investigaciones que tienen como fuente las prácticas de sala de aula reconocen la importancia de la intersección entre el conocimiento formal, que hace parte de los programas curriculares, y el conocimiento que el niño dispone de las influencias y de los estándares de interacción social y cultural. La perspectiva sociocultural del aprendizaje, por ejemplo, reconoce la necesidad que la escuela establezca un ambiente de aprendizaje para apoyar y orientar al niño en los primeros años de escolaridad en su desarrollo intelectual. A partir de una continua y dinámica relación entre pensamiento y expresión, orientarla, cada vez más, para una mejor comprensión de los contenidos. Echevarría y Graves (1998) destacan que un estímulo para que el

niño interactúe con los demás en este proceso de aprendizaje, socialmente mediadas por el lenguaje, es sano para el desarrollo intelectual.

Así, utilizar las situaciones cotidianas o del medio circundante puede contribuir, por ejemplo, para una mejor formación del conocimiento del niño en cualquier fase de la escolaridad, desde: identificar, describir, comparar y clasificar los objetos y cosas alrededor; visualizar y representar los más diversos entes; representar y resolver situaciones-problema y, especialmente, comprender mejor los entes que la rodean. Al final, el niño tiene amplia gama de conocimientos y experiencias anteriores al usar formas para solucionar las situaciones-problema.

Kamii, Rummelsburg y Kari (2005) promovieron la utilización de resolución de problemas para desarrollar en los niños de los años iniciales de la Enseñanza Básica la capacidad de clasificar, crear una serie de objetos, descubrir y decidir sobre las relaciones espaciales y temporales. Con base en investigaciones como la referida, se puede afirmar que la capacidad de los niños en los años iniciales de la Enseñanza Básica de compartir sus pensamientos, sus ideas, eficazmente, uno con otros, demanda tiempo y procedimientos metodológicos de enseñanza que les permitan desarrollar formas de lenguaje y comunicación formal, en el ámbito escolar. En esa perspectiva, la enseñanza de matemática y ciencias precisa ser por medio de actividades que le permitan entender el medio ambiente que lo rodea en el sentido cuantitativo y llevarla a representar, por medio de símbolos matemáticos, los entes o artefactos que observa y por los cuales se interesa.

Así, se considera la Modelación Matemática y Ciencias en el ámbito escolar, en los Años Iniciales de la Enseñanza Básica. La modelación ha estado presente en los documentos oficiales educacionales, como proceso o método de enseñanza en las diversas fases de escolaridad. En los años iniciales, su propósito es crear condiciones para que aprenda a investigar y pase a comprender el significado de lo que está estudiando. Una vez que las actividades envueltas en el proceso buscan llevar al niño a entender una situación o un contexto y conocer el lenguaje de la matemática que le permita describir, representar, resolver una situación o un asunto de su contexto e interpretar/lidiar el resultado dentro de ese contexto (Biembengut, 2007).

Cada persona procesa la información que percibe de un modo, de acuerdo con sus propias funciones. En la realización de cualquier actividad es requerida de la persona una serie de procedimientos que empieza por la cuidadosa observación de la situación a ser realizada, después por la interpretación y por la representación del que la realizó. Aunque ese proceso ocurra sin que la persona se dé cuenta de esas fases, de la forma como realiza cada actividad requerida expresa sus percepciones de la realidad, del deseo de comprensión y representación.

En el proceso de percibir un fenómeno, comprender y explicar por medio de una teoría y respectivos lenguajes o sistemas de símbolos además de describir o representar externamente, se puede reconocer los mismos procesos mentales que se realizan para construir lo percibido. Basada en la literatura sobre el proceso cognitivo, prescribió las fases de la Modelación Matemática para los años iniciales de la Enseñanza Básica, como siguen.

1ª fase: *Percepción y aprehensión*. Precisa estimular la percepción y el interés de los niños sobre algún ente o tema de su contexto, elegido para que valga como guía. Las actividades propuestas buscan envolverlas con la naturaleza de este tema (belleza, encanto, armonía) y con los símbolos contenidos en temas que les sean familiares, aguzando la observación y la atención para las cosas que aún no se haya dado cuenta. Esto significa que este tema valga como algo que las motiven, en otra instancia, a aprender matemática, ciencias, entre otros. Fase en que los niños

se adentran en el tema y obtienen datos.

2ª fase: *Comprensión y explicación*. Consiste en llevar a los niños a identificar algunos elementos de este tema de su contexto en el sentido cuantitativo y cualitativo y, con base en las ideas las cuales ya poseen, enseñarles lo que aún desconocen: conocimientos que hacen parte del contenido curricular y también no curricular, pero que se hacen presentes en su entorno. En la medida en que se enseña cada contenido, lleva a los niños a explicitar estos contenidos, de las más diversas formas: oralmente, cuestionándolas, o escrito, por medio de dibujos, ejercicios, entre otros.

3ª fase: *Representación y modelación*. Trata de despertar el sentido creativo de los niños para resolver cuestiones sobre entes que observan y se interesan y hacer representaciones de algún ente en términos de un modelo. Es el momento de impulsarlos a reorganizar variedades de situaciones, plausibles de ser traducidas en el lenguaje de la matemática y de las ciencias que les permitan hacer uso de estos conceptos para aprender más sobre tantas otras cosas de su entorno fuera del contexto escolar.

Por considerársele condición natural del proceso cognitivo, *¿cómo el niño de los años iniciales de la Enseñanza Básica por medio de la Modelación percibe algunos entes del medio, explícita y se representa utilizándose de conceptos matemáticos y de ciencias de la naturaleza?* Basados en la aplicación de la Modelación por medio de esas tres fases, en esta investigación el objetivo fue comprender como los niños de los años iniciales de la Enseñanza Básica perciben el medio que las circunda, explicitan y representan ese medio usando conceptos de matemática y ciencias de la naturaleza.

Procedimientos metodológicos

Para alcanzar ese objetivo, la investigación fue organizada en tres etapas: la *primera*, elaboración de las actividades didácticas y preparación de profesoras, colaboradoras de la investigación en la aplicación; la *segunda*, aplicación en aula para dos grupos de estudiantes; y la *tercera*, para estudio y análisis de los datos, como está explicitado enseguida.

1ª Etapa: Actividades didácticas y preparación de la profesora

Se hizo un material didáctico, sobre el tema-guía: *embalaje*, considerando las fases *percepción y aprehensión, comprensión y explicación y significación y expresión* con enfoque en los contenidos de matemática y ciencias, simultáneamente. En seguida, fueron invitadas las profesoras de los Años Iniciales de la Enseñanza Básica a participar de un curso para que conozcan este proyecto. El curso con duración de 45 horas contó con la participación de 18 profesoras. A partir de las explicitaciones, reflexiones y sugerencias de las profesoras durante el curso y al final de este, se buscó perfeccionar el material.

Todas las profesoras aplicaron las actividades didácticas y participaron en las reuniones quincenales con el grupo de la coordinación de esta investigación, a fin de informar los sucesos. Sin embargo, se optó por acompañar y analizar los datos de las aplicaciones didácticas de dos profesoras la misma escuela pública a 2 km de la institución en que la coordinación de esta investigación pertenecía, facilitando hacerse presente a las clases durante la aplicación de la propuesta para observar los sucesos. Las profesoras aplicaron la propuesta durante el segundo semestre lectivo de 2017 y ofrecieron datos durante el proyecto y al final de este.

2ª Etapa: Aplicación e información de los resultados

Participaron de esta investigación 36 niños, subdivididos en dos clases, de cada una de las profesoras: 20 del 3° grado y 16 del 4° grado de la Enseñanza Básica. La dirección de la Escuela, bien como los padres o responsables de los niños acataron y apoyaron el proyecto. Se destaca que el material didáctico les sirvió de guía a las profesoras. El material didáctico, dividido en 10 actividades, envuelve conceptos matemáticos (aritmética, geometría y sistemas de medidas) y de ciencias.

Las profesoras reorientaron cada actividad en diversas subactividades, considerando los tiempos requeridos por los niños para darse cuenta y entender tanto las propuestas como los contenidos programáticos, sin limitarse al programa a ser cumplido. Aunque las profesoras hayan recibido el aval de la dirección escolar y de los familiares de los niños, optaron por aplicar la propuesta de Modelación dos días por semana, por dos razones: desarrollar los demás contenidos del programa curricular de acuerdo con el libro didáctico en los otros tres días lectivos y evitar posibles contratiempos con los familiares de los niños.

Quincenalmente, las profesoras relataban a la coordinación de esta investigación: sucesos, actividades realizadas por los niños y cambiaban ideas y sugerencias. Los datos se derivaron de observaciones realizadas por la coordinación, informes de las profesoras, trabajos realizados por los niños y evaluación escrita realizada por los niños conteniendo cuestiones que envolvían los contenidos curriculares. Las profesoras disponían de un formato para registrar los sucesos, conteniendo: fecha, subactividad, contenidos desarrollo de los sucesos. Entre los sucesos las profesoras registraban dificultades y avances de aprendizaje de los niños y tiempo requerido.

3ª Fase: Análisis de los datos

Para comprender como esos niños de los años iniciales de la Enseñanza Básica, por medio de la Modelación en las ciencias de la naturaleza y matemática percibieron, explicitaron y representaron las actividades didácticas, se apoyó en la esencia de los procesos cognitivos (*percepción, comprensión, representación*) presentados por algunos investigadores de ciencia cognitiva e investigadores de educación matemática que se fundamentan en teorías sociocognitivas. Para cada fase, fueron establecidos criterios e indicadores que permitiesen comprender los datos obtenidos por medio de las observaciones realizadas por la coordinación, de los informes descriptos por las profesoras y de los trabajos y evaluaciones escritas realizadas por los niños. Para establecer indicadores que pudiesen verificar cambios en cada fase, se utilizaron las orientaciones de los Documentos Oficiales sobre los contenidos programáticos que estudiantes de estos años escolares (3° y 4°) precisan saber. Los criterios en cada fase y los respectivos indicadores se encuentran en orden creciente de dificultad.

En la fase *percepción y aprehensión* del embalaje: colores, formas geométricas, palabras, símbolos, orientaciones sobre el producto y direcciones. El análisis de esta fase fue basado en los sucesos en sala de aula de todo el grupo de niños, mediante observación y registro de la coordinación de la investigación. La razón de basarse en la percepción del grupo y no de cada niño se debió al hecho de que, al ser instigadas a expresarse oralmente su percepción, respondían casi sincrónicamente.

En la fase *comprensión y explicación* de los contenidos programáticos de ciencias y matemática: respuestas o cuestionamientos de forma oral en las clases, resolución de actividades escritas individual. El análisis de esta fase tuvo como fuente los registros de las profesoras sobre las evaluaciones orales y escritas realizadas por los niños.

En la fase *representación y modelación* del embalaje: hechura de embalajes en grupos de 4 o 5 niños y evaluación de contenidos, individual. En el análisis de los embalajes elaborados por los grupos los criterios fueron: forma y tamaño, detalles (datos, marca), originalidad. Y de los contenidos de ciencias y matemática: resolución de cinco situaciones-problema con algunos tópicos tratados durante el proyecto. Esta evaluación fue preparada por la coordinación de la investigación, en conjunto con cada una de las profesoras, aplicada al final del proyecto, para ser elaborada individualmente. El análisis consideró, también, las entrevistas concedidas por los 43 niños, las dos profesoras y la directora de la escuela, al final del proyecto.

Descripción y Discusión de los Resultados

Se presentan, a seguir, (a) relato y discusión de las actividades realizadas por las dos clases conjuntamente, (b) síntesis de los principales resultados, de acuerdo con los criterios e indicadores adoptados. Las diferencias de las aplicaciones entre cada clase (3° y 4° grados) ocurrieron en la extensión de los contenidos de matemática y ciencias y en el tiempo requerido para que cada clase aprenda y realice las actividades propuestas. Debido a las similitudes de los sucesos y por razón de espacio, la descripción y la discusión de los resultados son hechas en las dos clases conjuntamente, destacando confluencias de acontecimientos y desarrollo de las actividades en cada una de las tres fases: *percepción y aprehensión, comprensión y representación, y representación y significación*. Vale destacar que esas tres fases ocurrieron en cada actividad, en un proceso circular de construcción de relaciones entre cada componente, cada contenido curricular o no curricular enseñado.

(1ª) Percepción y aprehensión

Esta fase pretendió estimular la percepción de los niños de entes que envuelven un embalaje. Ocurrió en diversos momentos durante el semestre lectivo, a cada cuestionamiento sobre embalaje, a cada contenido programático que se pretendía desarrollar. En los dos primeros días del inicio de la propuesta para los niños, esa fase tuvo un carácter especial. Por ejemplo, las profesoras empiezan la propuesta cuestionando a los niños sobre: *lo que es un embalaje, para que sirve y cuales conocían*. Este momento fue de euforia: todos querían decir las respuestas de las cuestiones al mismo tiempo; que conocían diversos embalajes, destacar cuales eran los productos. En secuencia, las profesoras explicitaron la propuesta (aprender los conceptos de matemática y ciencias de la naturaleza a partir de embalajes) y que deberían traer algunos embalajes en la próxima clase.

En la clase siguiente, organizados en grupos, los niños empezaron a manipular los embalajes, observándolos y decir lo que perciban en ellos. La primera percepción enfoca los colores y las imágenes sugestivas del producto que viene contenido el embalaje. Pero, siguiendo, otros ítems impresos fueron percibidos, como: formas geométricas, palabras (dirección, descripción del producto), números (descripción de cantidades). Dos grupos del 4° grado identificaron el código de barras y símbolo de porcentaje, medidas; y uno del 3° grado, tamaños de los embalajes. Diálogo y comunicación contribuyeron para que los niños aguzasen sus percepciones y, así, los conocimientos (Sfard, 2001).

En la secuencia, los niños describieron y registraron lo que identificaron en los embalajes, permitiéndoles a las profesoras saber lo que los niños ya conocían. Y de este punto, las profesoras presentaron la cuestión- guía que permitiría desarrollar la propuesta de Modelación: *¿Qué es preciso para hacer un embalaje?* Y después de instigarlas a la respuesta, las profesoras escribieron las sugerencias de los niños en el pizarrón e incluyeron algunas otras. Entre éstas:

(Q₁) ¿Embalaje para qué producto y qué consumidor? (Q₂) ¿Cómo deben ser la forma, el color y las imágenes? (Q₃) ¿Cuál es el material necesario? (Q₄) ¿Cuáles son las informaciones que deben ser impresas? (Q₅) ¿Cuáles deben ser las dimensiones: área, volumen, capacidad, masa? (Q₆) ¿Cuál es la cantidad de material? (Q₇) ¿Si este embalaje será transportado, cómo embalarlo? (Q₈) ¿Cuánto tiempo tardará para llegar a destino? (Q₉) ¿De dónde viene y para dónde irá? (Q₁₀) ¿Sobre el código de barras: qué es? ¿Qué informaciones trae? ¿Cómo inferir las informaciones? (Q₁₁) ¿Qué destino se le puede dar al embalaje después de utilizado? A partir de esas cuestiones, cada profesora estableció un orden para que se pudiera desarrollar con su respectiva clase de estudiantes (3° o 4° grados) los contenidos programáticos de matemática y ciencias, durante el semestre lectivo.

Esa fase, *percepción y aprehensión*, no ocurrió a la par de los demás; durante todo el proyecto, siempre que fuera pertinente, las profesoras los llevaban a percibir algo más en los asuntos tratados, para así abstraer y saber aplicar esos conocimientos de ciencias y matemática en la solución de situaciones-problema propuestas. Por ejemplo, en la primera clase, cuando los niños observaban y manipulaban los embalajes, ninguno mencionó sobre la descripción de los productos (valores nutricionales). Pero, en el momento en que cada una de las profesoras fue a enseñar esos contenidos de ciencias, los niños percibieron esas informaciones descriptas en los embalajes de varios productos.

Los sucesos registrados mostraron que los niños percibieron y aprendieron los aspectos de los embalajes. Eso se comprobó en la evaluación escrita y en el embalaje creado. Al final del proyecto, las profesoras les cuestionaron a los niños sobre qué es lo que percibieron de los embalajes. Y entre los diversos aspectos levantados, uno de los grupos de niños del 5° grado llamó la atención sobre la cantidad de basura que los embalajes traían, alertando que deberían reciclarlos. Dice Gombrich (1986) que primero se mira para el objeto con una mirada atenta y después para otros elementos que lo componen.

(2ª) *Comprensión y explicación*

Esta segunda fase consistió en enseñarles a los niños a entender los diversos elementos característicos de embalajes en el sentido también cuantitativo y llevarlos a representar, basados en los conceptos aprendidos de matemática y ciencias, respuestas a las once cuestiones (presentadas anteriormente). Estas cuestiones les permitieron a las profesoras tratar, discutir y enseñarles a los niños todos los contenidos programáticos de matemática y ciencias, bien como otros varios tópicos de las disciplinas del período escolar de cada grupo de niños (3° o 4° grado), teniendo como referencia los PCN (*Parámetros Curriculares Nacionales*), que aunque no fueron parte directa del proyecto, justificaron integrarlas.

Se citan algunos de los tópicos de los contenidos programáticos tratados en cada cuestión. Sobre ciencias de la naturaleza: Q₃ – constitución, resistencia del material (cartón, plástico, metal); Q₄ – composición de los productos, nutrientes; Q₁₁ – basura, reciclaje, protección del medio ambiente, recomendaciones a la salud. Sobre matemática: Q₅, Q₆, Q₇ – formas geométricas, operaciones con números racionales, medidas lineales, superficie, volumen, capacidad y masa; Q₇, Q₈ – espacios geográficos, escala, mapa, tiempo. Otras asignaturas: todas las cuestiones permitieron enseñar algo sobre la lengua materna y formas de lenguaje no verbal (diseño gráfico, código de barras); Q₇, Q₈ e Q₉ – geografía (localización, distancia, producción); Q₁ e Q₂ – artes (composición, colores, estética); Q₁₁ – ética (responsabilidad social, protección al medio ambiente). Las respuestas a estas cuestiones formuladas por los niños sobre la orientación

de las profesoras permitieron conferir indicaciones de los PCNs (*Parâmetros Curriculares Nacionais*) referentes a los objetivos generales de la Enseñanza Básica.

Durante todo el período de desarrollo de las actividades, los niños disponían de diversos tipos de embalaje, los cuales eran manipulados, consultados, en la medida en que los contenidos eran desarrollados, no desvinculándolo de la realidad. Con apoyo del laboratorio de informática, fueron planificados momentos en que los niños pudieron buscar más informaciones sobre las diversas cuestiones en sitios electrónicos por medio de *internet*. Las profesoras formalizaban los contenidos y presentaban un conjunto de ejercicios complementarios en el momento en que juzgaban necesario. Además de eso, procuraban instigar en los niños un sentido investigativo y la explicitación de sus hechos unos a los otros. Fueron momentos importantes en que los niños estuvieron orientados a socializar conceptos aprendidos y estimulados a explicitar verbalmente entre ellos los conceptos nuevos.

Como ya fue dicho anteriormente, en cada actividad, basadas en las cuestiones levantadas, las profesoras, de acuerdo con sus proyecciones, aplicaron evaluaciones de forma oral y escrita para verificar lo que los niños habían aprendido en relación a los contenidos de matemática y ciencias. Para efecto de esta investigación, los resultados de estas evaluaciones orales y escritas constaron en la descripción de sucesos realizadas por las profesoras.

En las evaluaciones orales, cada profesora llevaba su grupo de niños a algún ambiente de la escuela y/o presentaba algún material (película, revistas, imágenes del medio ambiente) y efectuaba cuestiones sobre elementos de ese ambiente o de esos materiales, cuyas respuestas implicaran conceptos matemáticos y de ciencias desarrollados. Todos los niños participaban respondiendo las cuestiones. La profesora efectuaba las cuestiones de acuerdo con el asunto abordado, dirigiéndose a todos los niños y solicitaba que levanten la mano caso quisieran responder. Si algunos niños dejaban de responder alguna cuestión, a medida en que uno presentaba la respuesta correcta, la profesora cuestionaba a los demás sobre la validez de la respuesta del compañero/a, envolviendo al grupo en la validación. Kieran (2001) y Lerman (2001) destacan cuan productivas son las discusiones entre los estudiantes al buscar comunicar sus ideas a los demás, y cuan capaces los tornan en la realización de las tareas propuestas, inclusive en sus actividades fuera del ambiente escolar.

En las evaluaciones escritas, cada profesora elaboraba un conjunto de cuestiones relativas a los contenidos que constaban en los respectivos programas curriculares de ciencias y matemática del período lectivo del grupo de niños (3° o 4° grados), no sólo relacionado al tema embalaje. En esas evaluaciones, cada niño, individualmente, debería resolver las actividades aplicando esos contenidos de ciencia y matemática. Fueron realizadas cuatro de estas evaluaciones escritas, una al final de cada mes. Al final de cada actividad, en la evaluación escrita, más de 30 de los 43 de niños efectuaban correctamente casi todas las cuestiones de matemática y ciencias, alcanzando el índice de acierto superior a 80%. Y apenas seis niños (cuatro del 3° y dos del 4°) presentaron índice de acierto inferior a 25%.

Las dos profesoras disponían de un tablero con el nombre de cada niño para anotar el índice de desempeño de ciencias y de matemática, en cada evaluación escrita; y otro tablero, con el grupo, respectivos nombres de los niños, e índice de desempeño del grupo. Esas actividades realizadas por los niños mostraron sus manifestaciones resultantes de sus percepciones y comprensiones. Según George (1973), la percepción está estrechamente relacionada con el pensamiento, la resolución de problemas y los procesos decisorios. La

diferencia entre esos puntos reside en el grado de complejidad de la percepción y su relación con la situación real de la resolución de problemas - lo que se cristaliza en torno de la naturaleza de la percepción influenciada por las emociones, proyectos, deseos y/o intenciones inconscientes.

(3ª) Significación y modelación

En esta fase, los niños fueron encorajados a representar los diversos datos obtenidos de cada actividad y/o subactividad propuesta y también a reconocer contenidos matemáticos y de ciencias de la naturaleza aprendidos en otros asuntos, otras cuestiones, basados en el conocimiento y en las referencias de los aportes sobre embalajes. Significó, construir relaciones entre los contenidos curriculares y el contexto a partir de una subyacente concepción de matemática y ciencias de la naturaleza, con la que proviene la integración del conocimiento dentro de la estructura teórica.

Al final del semestre lectivo, les fue propuesto a los niños la creación de un embalaje para algún producto. Reunidas en grupos de tres o cuatro, deberían elegir un producto que utilice algún embalaje, analizar este embalaje e imaginarlo con otro para el mismo producto. Deberían discutir sobre forma, tamaño, colores, estética, datos que puedan constar en el nuevo embalaje a ser creado. Formaron cuatro grupos en el 4º grado y cinco en el 5º grado. Los embalajes elegidos fueron para los productos que tenían acceso, como: golosinas (2), biscochos (2), gaseosas o jugo (4), jabón (1).

Los niños trajeron a las clases los embalajes de productos que eligieron y, durante tres días lectivos, respectivamente 6 horas/aula en cada grupo, analizó los diversos elementos presentes en el embalaje, discutió sobre lo que se podía cambiar y por qué cambiarlo. En secuencia, pasaron a esbozar posibles versiones del modelo de embalaje. Este diseño fue una primera expresión en el respectivo grupo. Y de este diseño buscaron utilizar materiales que pudiesen crear un nuevo embalaje. Por medio de este modelo geométrico, cada grupo pudo aplicar los diversos conceptos aprendidos, efectuar interpretaciones geométricas y la comprensión de lo que es simbólico. Eso se mostró en los cambios de ideas entre ellos durante la elaboración de los embalajes.

Los embalajes creados por los nueve grupos se centraron en el modelo geométrico, en la expresión estética (colores, formas y tamaños de las fuentes de letras) y en la creación de otra marca al respectivo producto. Apenas un grupo del 3er grado presentó una forma prismática de embalaje para gaseosas. Los demás grupos alteraron sólo los tamaños. En todas constaron los datos que aparecen en los embalajes, copiando algunos, alterando otros, como: las descripciones sobre la composición del producto, la dirección, la marca y un conjunto de líneas para representar el código de barras. Los nueve trabajos de los niños muestran que la mayoría se expresó bien las palabras en la descripción de los productos y en los registros constantes en embalajes.

La actividad cognitiva empezó con la experiencia de los niños, pasó de la experiencia vivida por palabras, en la comunicación de sus ideas a los profesores y entre ellas al grupo y continuó conectándose con la representación de datos, culminando con la elaboración de un modelo geométrico de embalaje haciendo constar los diversos elementos requeridos. Como la representación externa – modelo, antes de todo depende de cómo el niño percibe el ambiente, comprende, representa y procura comunicarlo, los embalajes creados no dejan de ser una simplificación de lo que conocieron, de lo que percibieron y aprendieron. Los embalajes criados, en este caso, son desprovistos de detalles refiriéndose a lo que percibieron, comprendieron, los resultados aseguran verdad en muchas situaciones isomorfas (Engel; Vogel, 2007).

Al final del proyecto, fue organizada por la coordinación de esta investigación, conjunto con esas profesoras, una evaluación escrita para cada grupo de niños (3° y 4° grados), especialmente con la finalidad de verificar el aprendizaje de todos los contenidos de matemática y ciencias tratados en el período lectivo de vigencia del proyecto. Esta evaluación tuvo fines apenas para el análisis del proyecto. La evaluación de cada uno de los grupos fue compuesta por cinco situaciones-problema relativas al tema embalaje, cada una constaba de dos cuestiones que requerían aplicación de algún tópico de matemática y de ciencia para solucionarlas. Ejemplo de una de las cuestiones para el grupo del 4° grado: *Observe, en la imagen del embalaje de galletitas impresa a seguir, respectivos datos sobre sus medidas lineares (largo y ancho) expresas en el esquema y datos en el cuadro de valores. (1ª) ¿Qué cantidad de material fue necesario para este embalaje (medida de la superficie)? (2ª) ¿Cuáles son los nutrientes que esa galletita trae?*

Las correcciones de esas evaluaciones fueron realizadas por las respectivas profesoras conjuntamente con la coordinación de la investigación. Los porcentajes de cuestiones resueltas de forma correcta: de los 20 niños de 3° grado, 9 alcanzaron arriba de 70% de matemática y 80% de ciencias, 11 entre 50 a 65% de matemática y en torno de 70% de ciencias y 4 niños en torno de 35% de matemática y 45% de ciencias; de los 20 niños del 4° grado, 7 alcanzaron arriba de 70% de matemática y de 85% de ciencias, 09 entre 50 y 70% de matemática y entre 60 a 70% de ciencias, y 4 abajo de 30% de matemática y en torno de 40% de ciencias. Las dificultades de la mayoría de los niños del 3° grado fueron en operaciones aritméticas que envolvían medidas de superficie y volumen; y del 4° grado, operaciones que envolvían números racionales en la forma decimal. En ciencias, las dificultades en recordar algunos conceptos relativos a los componentes del medio ambiente y de la preservación de la salud.

La coordinación de la investigación con las dos profesoras reflejaba sobre los resultados de esta evaluación y de las cuatro evaluaciones escritas realizadas al final de cada parte del contenido programático que muchos de esos niños que no supieron aplicar algún concepto de matemática y ciencia en esta evaluación, resolvieron acertadamente cuestiones similares contenidas en una de las cuatro evaluaciones escritas. Por ejemplo, 60% de los niños del 4° grado que no supieron calcular área - referente a la cantidad del material del embalaje, resolvieron cuestiones similares en la 3ª evaluación escrita. Eso indicó que comprendieron y memorizaron tales contenidos, pero por no continuar usándolos, por medio de ese abordaje, se olvidaron. Es preciso aprender para hacer y hacer para aprender. Un proceso cíclico, en que el conocimiento se va formando armónico, estructural, vital y orgánico.

Las profesoras consideraron que el tiempo planeado para enseñar estos tópicos a los niños, así como el número de actividades propuestas sobre los asuntos no fueron suficientes. Asimismo, posterior a la corrección de esta evaluación, las profesoras les solicitaron a los niños que se agrupen para rehacer las cuestiones que no supieron hacer durante la evaluación escrita. En los grupos, rehicieron las cuestiones acompañado por la coordinación de investigación. Según Cobb y Yackel (1996) y Van Oers (2001), los niños, en las interacciones de las prácticas de sala de aula, reestructuran sus creencias y sus propios conocimientos, mejoran sus capacidades de comunicar unos con los otros, internalizan los conceptos, desarrolla sus sentidos crítico y creativo y también aprenden a escucharse, unos con otros, reafirmando su pensamiento y práctica de diferentes maneras. Comunicar una idea, una comprensión de algo a otro requiere una dinámica siempre en cambios y extremadamente sensible al contexto y a la comprensión.

Síntesis de los principales resultados

En síntesis, los resultados presentados por esos 36 niños, integrando matemática y ciencias naturales por medio de los procedimientos envueltos en la Modelación durante un semestre lectivo: de los trabajos realizados por (embalajes) al final del período lectivo, de la evaluación escrita conteniendo los contenidos desarrollados en el semestre lectivo y, especialmente, de la descripción de las sucesos observados y registrados por las profesoras en cada actividad, justifican y motivan a continuar con esta propuesta para los años iniciales de la Enseñanza Básica. Algunos resultados que se evidenciaron:

Los niños realizaron todas las actividades en un clima de motivación e interés. Continuamente querían relatar sus ideas y sus trabajos y, gradualmente, sentían que sus ideas eran importantes y válidas. Entre tantos dichos de los niños, las profesoras remarcaron: *En el embalaje que hicimos para poner caramelo nosotros diseñamos un caramelo rojo y que es rico; pero nosotros sabemos que no se puede comer siempre porque estropea los dientes* (niño C₁, nueve años); *Nosotros vimos un montón de embalaje, sirve para lo que está adentro no se estropee cuando hay que viajar de una ciudad* (niño C₂, ocho años). *¿Lo que son estas rayitas negras del lado de esta caja, tiene unos finitos y otros gorditos?* (niño C₃, diez años).

La concepción de matemática y de ciencias se fue formando a partir del proceso de enseñanza utilizado, llevando al niño continuamente a percibir y aprender los diversos entes que traen los embalajes, que van más allá de la cuestión estética y de la conservación del producto, especialmente, sobre la responsabilidad de todos con el medio ambiente y con la salud.

Los contenidos de ciencias naturales, como: diferentes ambientes naturales de los seres vivos, componentes que se presentan en estos ambientes (agua, luz, calor, solo), funciones de alimentación, sustentación, locomoción y reproducción, preservación de la salud y del medio ambiente, entre otros, fueron desarrollados de forma integrada, sin desvincularse de la matemática y de las prácticas de oralidad, lectura y escrita de la lengua materna.

Los niños recorrieron etapas de investigación científica, según la propuesta de los PCN (Brasil, 1998) al ser instigadas durante todo el proceso a formularles preguntas y suposiciones sobre los diversos elementos que envuelven un embalaje; buscar y recolectar datos por medio de observación directa o lectura de textos; organizar y registrar esos datos a través de diseños, cuadros, esquemas, listas y pequeños textos; interpretar estos datos y al comunicarse oralmente y por escrito sus ideas, datos, resultados.

Los trabajos hechos por los niños muestran que percibieron y comprendieron los contenidos desarrollados a partir de las cuestiones relativas al embalaje y también supieron crear: concebir las formas, los colores; representar ese medio a partir de la técnica y de los conceptos aprendidos. Con base en su percepción y composición del modelo geométrico del embalaje, cada niño pudo comprender mejor los conceptos de la matemática y ciencias, mejorar el entendimiento sobre la responsabilidad de todos con el medio ambiente y con la salud de las personas.

Las profesoras voluntarias se mostraron motivadas con el proceso y los resultados, asumiendo la propuesta como parte de su programa curricular. Si por acaso en algún momento, tuvieran que tomar decisiones sobre lo que deberían enseñar, a quien orientar y como responder determinadas solicitudes de cada uno de los niños. Todas esas tareas las motivaban a entender el contexto, a fin de ser capaces de enseñar a los niños y, al mismo tiempo, permitirles hacer sus

diseños de acuerdo con sus ideas, sus voluntades. De acuerdo con las profesoras: *Aunque la Modelación exigió más de mí en tener que estudiar, prepararme para enseñar y al mismo tiempo responder a muchas preguntas de los alumnos, verlos aprendiendo fue maravilloso* (profesora P₁ del 3° grado). *Aprendí bastante con esta propuesta, de hecho más que los niños; desde que soy profesora hace diez años ensañaba a cada momento una materia, y esta vez fui viendo que las materias se integran para resolver un problema, para crear alguna cosa, los otros días que tenía que enseñar otras materias continuaba usando los embalajes porque tiene todo* (profesora P₂ del 4° grado).

Los dirigentes pedagógicos de la Escuela se mostraron satisfechos no sólo por el resultado positivo en relación con el buen estado motivacional de los niños, sino, principalmente, por haber sido un trabajo que instigó el sentido creativo y el valor de la cuestión ambiental y de la salud. Como dijo la directora: *Fue lindo ver a los niños de las dos clases motivadas, manipular los embalajes y procurando saber todo sobre los mismos: palabras, números, colores, diseños, tipo de material; después al final, llevándolos al basurero y enseñándoles a los otros alumnos la importancia de dejar todo limpio para tener salud y el reciclaje para proteger la naturaleza. Proyectos como éste deberían estar siempre en las escuelas, con profesores de la universidad trabajando con nosotros para mejorar la educación.*

Consideraciones Finales

Los documentos generados durante la vigencia de este proyecto permiten afirmar que a medida en que fue estimulada la curiosidad de aquellos 36 niños de la Enseñanza Básica en percibir y comprender el medio en que habitan, representar diferentes acontecimientos o informaciones percibidas y elaborar categorías propias (símbolos y mensajes), la mayoría de los niños exhibieron avances en su habilidad de entender y de responder las actividades propuestas. Eso afeto tanto la evaluación de lo que conocían como de lo que desconocían.

Esos niños se involucraron en situaciones en las cuales pudieron relatar sus propias experiencias directas, sus propias percepciones y comprensiones del medio circundante, para entonces aprender los conceptos de matemática y ciencias, describiendo o interpretando ese medio. Las actividades desarrolladas les permitieron intensificar y ensanchar sus entendimientos y la utilidad de estos contenidos desarrollados, bien como aprender a observar, a interpretar símbolos y significados, a relacionar e integrar los datos del medio externo, a resolver y evaluar situaciones de diversos contextos e intereses. Dotadas de sentido imaginativo, pudieran atreverse a crear algo, proponiendo un embalaje para un producto, envolviéndose en la asociación de elementos que las componen.

Fundamentada en los resultados de la aplicación de ese proyecto con ese grupo de niños y en las producciones de investigación similares aquí referenciadas, esa investigación indica, una vez más, que la educación escolar precisa tener como punto de partida el conocimiento intuitivo de los niños y, a partir de actividades que les permitan percibir, comprender, representar su medio ambiente, llevarlos a ampliar sus conocimientos y sus habilidades en utilizarlos. Una educación que desarrolle el potencial inherente a los niños, de tal modo que puedan perfeccionar sus conocimientos continuamente; conocimientos que les aseguren sus independencias personales, sus propias existencias en el recorrer de la vida.

Dewey, en 1922, sustentaba que la educación tiene dos aspectos: *uno* consiste en estimular el proceso cognitivo del niño, y el *otro* en derivar ese estímulo de la situación social en que se encuentra el niño. Estos dos aspectos se completan y no son más que visiones de un mismo,

proceso apreciado sobre dos puntos de vista. De esta perspectiva, la Modelación en la matemática y en las ciencias de la naturaleza guía a los niños de los años iniciales de la Enseñanza Básica a adquirir conocimiento en torno de un tema o un ente de contexto que les despierte interés. Interés que le permita al profesor estimular el proceso cognitivo de estos niños (en percibir, comprender, representar), desarrollarle el conocimiento (el contenido curricular y no curricular) que juzgue necesario y, además de todo, propiciarles que efectúen conexiones con otros temas, otros conocimientos, aprendiendo la investigación.

Referencias y bibliografía

- Biembengut, M. S. Modelling and applications in Primary Education. In: HAINES, C. *et al. Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York: Springer, 2007, p.451-456.
- Blum, W., et al. Modelling and applications in Mathematics Education. New York: Springer, 2007.
- Brasil. Secretaria de Educação Básica. *Parâmetros curriculares nacionais: primeiro e segundo ciclos: matemática* / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: MEC/SEF, 1998.
- Dewey, J. *Human nature and conduct*. New York: Henry Holt and Co., 1922.
- Echevarria, J.; Graves, A. sheltered content instruction: teaching English language learners with diverse abilities. Boston, MA: Allyn & Bacon, 1998.
- Engel, J.; Vogel, M. Mathematical problem solving as modeling process. In: BLUM, W. *et al. Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York: Springer, 2007. p. 275-284
- George, F. *Modelos de pensamento*. Tradução de Mario Guerreiro. Petrópolis: Vozes, 1973.
- Gombrich, E. H. *Arte e ilusão*. Tradução de Raul de Sá Barbosa. São Paulo: Martins Fontes, 1986.
- Kamii, C.; Rummelsburg, J.; Kari, A. Teaching arithmetic to low-performing, low-SES first graders. *Journal of Mathematical Behavior*. v. 1, n. 24, p.39-50, 2005.
- Kieran, C. The mathematical discourse of 13-year-old partnered problem solving and its relation to the mathematics that emerges. *Educational Studies in Mathematics*. v.46, n. 1-3, p.187-228, 2001.
- Lerman, S. Cultural, discursive psychology: A sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. LOCAL, v. 46, n. 1-3, p. 87-113, 2001.
- Sfard, A. There is more to discourse than meets the ears: Looking at thinking as communicating to learn more about mathematical learning. *Educational studies in mathematics*. v.46, n.1-3, p.13-57, 2001.
- Van Oers, B. Educational forms of initiation in mathematical culture. *Educational studies in mathematics*. v.46, n. 1-3, p.59-85,1991.
- Vygotsky, L. *Thought and language*. KOZULIN, A. (org), Cambridge: MIT Press, 1986.