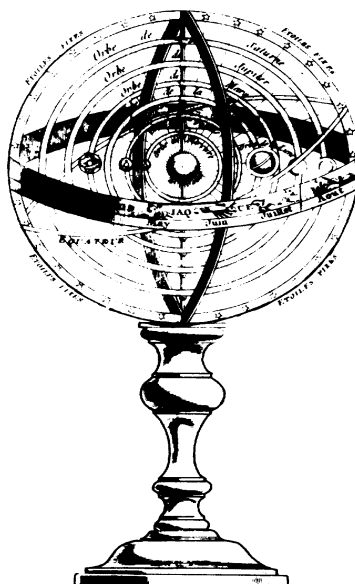


INNOVACIONES DIDÁCTICAS



EJERCICIO SOBRE EL «SARILHO»* EN LOS PRIMEROS CURSOS DE LA ENSEÑANZA BÁSICA: ANÁLISIS DE LA DISCUSIÓN**

BARBOSA LIMA, M.C.¹ y CARVALHO, A. M. P. DE²

¹ IF/UERJ São Fco. Xavier, 524, Maracanã. 20559-990 Ríó de Janeiro

² FE/USP Av. da Universidade, 308/05508-900 Sao Paulo

barbosa@uerj.br o:mcablima@uol.com.br

ampdcarv@usp.br

Resumen. En este trabajo presentamos el análisis de la discusión de un grupo de estudiantes de segundo año de enseñanza básica sobre la resolución de un ejercicio de razonamiento sobre la máquina simple «sarilho». Ese ejercicio está basado en la historia «Tão Simples e Tão Úteis» (Barbosa Lima, 1997) leída por todo el grupo bajo la orientación de la profesora. Nuestro análisis tiene como base el estudio de la transcripción de las intervenciones de los estudiantes en el momento de socializar sus hipótesis con sus compañeros.

Palabras clave. Enseñanza básica, ejercicio de razonamiento, historia infantil, socialización de hipótesis, discusión de un grupo.

Summary. In this assignment we present the analysis of a group discussion involving second grade students, concerning the reel simple machine. This exercise has been based on a part of the story from the book «So Simple, So Useful» (Barbosa Lima, 1997), which was read by the group, guided by their teacher. Our analysis is based on a study of the transcription of students' participations as they shared their perceptions with classmates.

Keywords. Primary physics education, simple machine, reasoning exercise, tales, discussion in groups.

INTRODUCCIÓN

¿Es importante la enseñanza de las ciencias, principalmente de la física, para alumnos y alumnas en el inicio de la escolarización?

Para responder este cuestionamiento buscaremos apoyo en algunos autores. Empezando con Piaget tenemos que, en un artículo para la Comisión Internacional para el Desarrollo de la Educación de la UNESCO, éste afirma que «Una de las cuestiones que más preocupa a las autoridades escolares y universitarias de diferentes países, ha sido el número bajo de vocaciones científicas con relación al número proporcionalmente mayor de estudiantes que optan por carreras literarias, siendo evidentemente uno de los problemas centrales que la educación del mañana debe resolver [...]». (1972, p. 15)

En este artículo, Piaget apunta, como una de las causas de la preferencia entre los jóvenes por las carreras literarias, la fragilidad de su formación en ciencias durante su vida escolar básica, sugiriendo que es fundamental una revisión completa no sólo del método, sino también de lo que él denominó el *espíritu de la enseñanza*.

Sumamos, a este hecho de poco estímulo en la comprensión y el entendimiento de ciencias en la escuela, una cuestión bastante común relativa a la física, en particular. La imagen que alumnos y alumnas tienen generalmente de esta ciencia es que se trata de un estudio con enormes y casi invencibles dificultades para cualquiera. Esta imagen, normalmente transmitida de generación en generación, provoca la aparición y el mantenimiento de un miedo «cultural» con relación a su estudio básico, y el alejamiento de un número significativo de personas que desearían estudiarla en profundidad, profesionalmente.

Tenemos entonces que, así como la investigación en física no para, buscando siempre construir mejores modelos y realizar cálculos cada vez más precisos, la investigación que se realiza sobre su enseñanza tampoco encuentra respuestas satisfactorias en la simple constatación de las dificultades.

Entre las investigaciones ya realizadas, y otras en curso, han sido buscadas formas de transformar su estudio haciéndolo más accesible a los y las estudiantes. Cierto es que la física no parecerá evidente, de entrada, para todos y todas, pero sin duda podrá comenzar a ser comprendida como una construcción humana y, como tal, abierta y accesible a cualquier persona que desee colaborar en su desarrollo.

Sin lugar a dudas, una de las maneras para transformar la imagen actual de la física en un tema más agradable y accesible es iniciar su enseñanza en los primeros años de escolarización (Harlen, 1998a, 1998b; Harlen y Jelly, 1997; Barbosa Lima, 1997; Alves y Gonçalves Ledo, 1996; Barbosa Lima, 1995; Gallas, 1995). Además, la enseñanza de la física desde los primeros años de la escuela puede facilitar la evolución de su aprendizaje en el momento en que los alumnos y las alumnas se enfrenten

a estudios más profundos y avanzados en el camino de su formación.

Vygotsky (1989a), cuando discute el desarrollo de los conceptos científicos en la infancia, se refiere a la experiencia de Maria Montessori para ejemplificar lo que se debe esperar cuando se inicia la enseñanza de ciencias con niños y niñas muy pequeños. Dice el autor: «[...] Montessori [...] descubrió, por ejemplo, que, si enseñamos a un niño a escribir muy temprano, a los cuatro años y medio o cinco años de edad, la respuesta será una «escritura explosiva», un uso abundante e imaginativo de la escritura que nunca será repetida por niños y niñas con más edad. [...] Eso se aplica también al desarrollo de los conceptos científicos que el aprendizaje escolar presenta a niñas y niños.» (p. 90)

Tomando como base la experiencia de Montessori, podemos (re)afirmar que la introducción de tópicos de física en las primeras fases de escolarización no sólo es posible, sino que resulta fundamental para que niñas y niños tengan una clara noción de un campo más del conocimiento, que puede servirles para explicar el mundo en que viven.

Al mismo tiempo, creemos que lo fundamental en nuestras vidas es el placer y la satisfacción, por lo que, con esta idea y considerando que el proceso de enseñanza-aprendizaje es parte de manera inequívoca en nuestras vidas, es esencial que la enseñanza de cualquier disciplina, principalmente la física para niños y niñas, busque el gusto por aprender, por el placer del entendimiento, de la comprensión, de la construcción, de la curiosidad constantemente desafiada por nuevos problemas...

En definitiva, como dice Swift (1992), en el epígrafe del artículo de Ellis y Kleinberg (1997): «Los niños son curiosos. Nada es peor (sé de eso) que el fin de la curiosidad. Nada es más represivo que la represión de la curiosidad. La curiosidad genera amor. Ella nos une con el mundo. Es parte de nuestro obstinado, irreflexivo amor por ese imposible planeta que habitamos. Las personas mueren cuando se acaba la curiosidad. Las personas tienen que descubrir, tienen que saber.»

La enseñanza de la física desde los primeros años de la escolarización, como una invitación a pensar, teorizar, elaborar, probar, experimentar, comprobar y discutir hipótesis, en fin, como una forma que permita al joven estudiante satisfacer su curiosidad satisfactoria y agudamente, es de gran importancia porque, al mismo tiempo, le permite reconocerse como un agente activo de la construcción de sus conocimientos tal como afirman los autores anteriormente señalados.

¿Cómo debe ser esa enseñanza?

Creemos que la enseñanza ofrecida a estudiantes tan jóvenes como los encontrados en los años iniciales de

la enseñanza básica debe adecuarse a sus capacidades, necesidades e intereses, además de constituir una fuente de placer y satisfacción.

Optamos por emplear como material de instrucción en nuestra investigación la narrativa escrita en forma de historia infantil. Esa opción parte de la constatación de que a los niños y las niñas les gusta oír y leer historias y, también, porque las historias de la infancia permanecen en el recuerdo a lo largo de la vida.

¿Será realmente válido este instrumento?

El primer autor que nos ofrece una respuesta es Egan (1991) cuando afirma que lo más característico de una narrativa –las de aquí se limitan a historias infantiles– «es su fuerza para provocar el éxtasis, estimular la imaginación, fijar respuestas afectivas a los acontecimientos y determinar el significado de sus contenidos.» (p. 95)

Bettelheim señaló, en 1992, que una historia debe entretener a niños y niñas, al mismo tiempo que estimular su curiosidad, y que, para enriquecer su vida, debe ser un estímulo para su imaginación y un auxiliar en el desarrollo de su intelecto.

Ese poder adjudicado por Egan a las narrativas junto con la recomendación de Bettelheim ya serían suficientes para justificar su utilización como instrumento para la enseñanza, incluso enseñando ciencias, en concreto la enseñanza de física en los primeros años de escolaridad.

Continuando su discurso, Egan hace una comparación entre narrativa y juego, y afirma: «En la narrativa, como en el juego, el universo está limitado, el contexto está creado y dado, de modo que se puede captar los acontecimientos de la narrativa y comprender su sentido con más rapidez que los hechos situados en un mundo menos hospitalario, con límites imprecisos.» (p. 97)

Huerta (1995), como Egan, también reconoce en el juego y en la narrativa un importante papel en el proceso de aprendizaje infantil. En su trabajo encontramos la afirmación de que la imaginación infantil es estimulada a través del juego y de la narrativa y que esa imaginación es la herramienta más poderosa que existe para que niños y niñas sean capaces de comprender el mundo que les rodea.

Con relación a la importancia del uso de la narrativa en el contexto escolar como una herramienta que posibilita el desarrollo de aspectos variados en la formación y el desarrollo infantil, Huerta afirma: «Es cierto que la investigación de la ciencia racional y empírica no tiene la forma de una narrativa, ya que refleja la lógica de su tema, sus resultados proporcionan material para la producción de informes. Se trata de descubrir lo más relevante del tema y darle la forma que los niños están predispuestos a considerar interesante y significativa. [...] lo que permite mantener la sorpresa lo hace sorprenderse con el mundo y sus maravillas. Finalmente, cabe apuntar que posibilita el juego de emociones, favoreciendo la expresión de la sensibilidad a partir de las cuales crece nuestro sentido moral.» (p. 46)

Becerra y Estrada (1995) comentan la afirmación de Bruner (1988), quien indica que es posible enseñar cualquier tema a cualquier niño o niña de cualquier edad, siempre que esa enseñanza sea realizada de manera honesta. Los autores ponen énfasis en el significado que debe darse a la palabra *honesto*, que nosotros entendemos en su acepción de «razonable», es decir, enseñando con adecuación y motivación.

Buscando el significado de esta palabra, los autores concluyen que debemos transformar la enseñanza de ciencias en las primeras edades en algo lo más atractivo posible y, para alcanzar tal objetivo, afirman que el uso adecuado del modo narrativo es una solución.

Ya en 1990, Butzow y Butzow afirmaban que, a pesar de la abstracción de la ciencia para los niños, ésta debería ser comprendida como parte integrante de sus mundos y que esa comprensión puede ser alcanzada a través de historias, que «realizan esto poniendo hechos y conceptos de una forma que anima a los niños a construir hipótesis, prever eventos y realizar pruebas para determinar si sus ideas son correctas.» (p. 29)

¿Pero cómo se puede hablar de ideas abstractas con y para pensadores «concretos»? Esa respuesta está en un trabajo de Egan en 1994: «Estamos habituados con el alegato de que los niños pequeños son pensadores “concretos”. Tal vez, si enfocamos en una franja estrecha de sus experiencias lógicas, sea así. Pero, por simple observación de sus comportamientos imaginativos, nos queda claro que el pensamiento de los niños pequeños incluye también el uso constante de la abstracción. De hecho, parece que, el más poderoso concepto organizador, ellos lo usan asociado con el más abstracto que podemos aprender –bueno y malo, por ejemplo. Es aparentemente claro que el niño pequeño típico utiliza conceptos abstractos profundos para dar significación a contenidos concretos. Parece claro que esa abstracción implícita es la que produce la conexión y la significación para el contenido concreto.» (p. 28)

Así pues, considerando que la enseñanza de física en esa etapa de escolarización es importante y que las narrativas son un instrumento adecuado a ese nivel, lo que pretendemos responder en este trabajo es si alumnos y alumnas de los primeros ciclos de enseñanza básica aprenden física cuando se les ofrece, como material de estímulo, historias infantiles con contenido de física, que deben ser trabajadas a través de la lectura y su interpretación. En otras palabras, ¿la narrativa puede ser un instrumento de enseñanza que complementa al que se realiza a través de la experimentación?

NUESTRA INVESTIGACIÓN

Nuestro trabajo se diseña como un estudio de caso. Fue realizado en un curso de segundo año básico en una escuela pública situada en la zona oeste de la ciudad de Sao Paulo, compuesto por 30 estudiantes, de los cuales 14 eran niñas y 16, niños, con una media de edad de 8

años, y caracterizados por la alta participación en su comportamiento.

La actividad que desarrollamos con ellos puede ser dividida en dos fases. La primera se refiere a la lectura de la historia seleccionada como material instruccional (*Tão simples e tão úteis*, Barbosa Lima, 1997)–, que fue entregado a cada estudiante en la forma en que está en el mercado. Esa lectura fue realizada en dos días consecutivos, bajo la orientación de la profesora del curso y fue observada por una de las investigadoras, durante las horas dedicadas al estudio de portugués. Al final de la lectura en el segundo día, la profesora solicitó que alumnas y alumnos dibujaran la parte de la historia que más les había gustado.

La decisión de realizar una lectura orientada consideró el hecho de que esos alumnos y esas alumnas aún no dominaban completamente el ejercicio de la lectura y podrían, en consecuencia, encontrar dificultades que comprometerían la comprensión de la historia. También se consideró que esa falta de habilidad lectora podría desestimular la lectura integral del texto.

La segunda fase de la actividad, realizada durante una clase de ciencias, puede ser dividida en cuatro etapas:

a) Lectura y comprensión de un ejercicio de razonamiento.

Cada grupo recibió un ejemplar del ejercicio de razonamiento propuesto, ya que nuestra intención era estimular el trabajo cooperativo entre ellos y ellas.

b) Discusión en grupo del ejercicio propuesto.

El tiempo en esas dos etapas dependió exclusivamente de la necesidad presentada en los grupos, que podrían elaborar o probar sus hipótesis usando cualquier tipo de apoyo que considerasen pertinente: dibujar, hacer montajes, gesticular y, principalmente, conversar. Además de la importancia del intercambio de ideas para la solución del ejercicio, no se les dijo nada con relación a la posibilidad de usar otros recursos.

c) Presentación y discusión de las soluciones encontradas en los grupos por toda la clase.

En esta etapa los grupos se juntaron en una gran rueda, donde todos y todas debían exponer sus ideas. Por lo tanto, esa etapa fue de gran importancia para este trabajo, ya que, en ese momento en que niñas y niños presentan sus ideas al curso, también conocen las ideas de sus compañeros y compañeras.

d) Relato sobre la actividad, a través de texto escrito o dibujo.

La última etapa de la actividad se realizó de manera individual.

Las cuatro etapas de esa segunda fase de la actividad fueron grabadas en vídeo con dos cámaras –incluso

corriendo el riesgo de aumentar la natural inhibición de alumnos y alumnas, como afirman Gosciola y Carvalho (Carvalho, 1996)– con el objetivo de registrar la participación. Una de las cámaras quedó fija durante las etapas *a* y *c* en un solo grupo, mientras la otra, libre, era fijada en uno u otro grupo de acuerdo con lo que éstos estaban presentando en el momento. Durante la etapa *b*, ambas cámaras circularon libremente.

Como fuente de datos tenemos, pues, los registros en vídeo, las notas de campo y los relatos de alumnos y alumnas.

EL EJERCICIO DE RAZONAMIENTO: UNA PREGUNTA SOBRE EL «SARILHO»

Hemos considerado en nuestro trabajo que el ejercicio teórico propuesto a los alumnos y las alumnas tiene las características de un problema, así es como lo entienden García y García (1989). Estos autores entienden por *problema* algo –un hecho, una situación, un planteamiento– que no puede resolverse automáticamente con los mecanismos usuales, sino que exige la movilización de diversos recursos intelectuales.

De la misma forma, Gil-Pérez y Valdés Castro (1997) afirman que existe consenso entre los investigadores y las investigadoras para considerar como un problema aquellas situaciones que presentan dificultades y para las cuales no se tienen respuestas previas. Frente a estas situaciones es imperioso que se tome una postura de investigación.

Para asumir una postura de investigación, antes que cualquier otra cosa, el sujeto debe asumir el problema que debe ser solucionado de tal manera que éste se vuelva su problema, instigando su curiosidad, estimulando la elaboración de hipótesis y el desarrollo de estrategias, visualizando comprobarlas, que busquen la respuesta adecuada al problema.

Para García y García existen ventajas al trabajar con problemas, porque «partir de un problema no implica, automáticamente, elaborar al final su solución correcta. En primer lugar, tendría que establecerse que no siempre existe una única solución correcta para el problema, pero, en cualquier caso, tiene mayor interés didáctico –y ésta es una de las claves de esta metodología– “trabajar” con el problema antes que buscar solución como si se tratara de una adivinanza o un rompecabezas. Trabajar con problemas es, pues, un proceso intelectual complejo, que ofrece múltiples posibilidades de aprendizaje y de encadenamiento de nuevos cuestionamientos, de tal forma que, alrededor del eje que constituye el tratamiento del problema, se articulan nuevos problemas y nuevas temáticas que pueden guiar el proceso de aprendizaje del alumno.» (p. 30)

De acuerdo con lo que afirman Gil-Pérez y Valdés Castro, y García y García, para permanecer fiel a la propuesta de respetar la curiosidad estimulando cada

vez más el razonamiento y la creatividad de niños y niñas, optamos por lo que llamamos *ejercicio de razonamiento*.

Para construir ese ejercicio de razonamiento, tomamos como base el trecho de la historia transcrito a continuación, buscando construirlo de tal manera que alumnos y alumnas lo recordaran entero y pudiesen establecer relaciones con sus propias experiencias de vida y discernir sobre lo que era interesante considerar para solucionar el ejercicio propuesto:

Fue la primera oportunidad que surgió para que Gustavo conociera una de las máquinas de la parcela.

Gustavo, es necesario que busquemos agua en el pozo para el baño. Vas a ayudar en esta labor y, aprovechando la oportunidad, voy a presentarte el "Sarilho".

Ir a buscar agua al pozo, está bien, pensó Gustavo, pero eso de conocer un amigo del abuelo antes de bañarme es una pesadez, capaz que crea que no me gusta bañarme.

Pero, como el niño no quería molestar a su abuelo, fue al pozo a conocer al tal Sarilho.

Llegando, Gustavo buscó, buscó y no vio a nadie. Pensó para adentro: Don Sarilho se perdió con la hora y todavía está durmiendo. Mientras pensaba, feliz de la vida porque estaba solo con su abuelo, oyó:

¡Gustavo, tengo el placer de presentarle a mi amigo, el sarilho! Gustavo miró alrededor ...nadie. Solamente él y don Tomé. Inmediatamente el niño puso cara de preocupación pensando: ¿Será que mi abuelo no está bien de la cabeza? ¡Pero sí es tan joven y casi no tiene canas!

Don Tomé insistió.

¡Mira el sarilho aquí, niño!

Ahí fue cuando Gustavo se dio cuenta de que su abuelo estaba bien, eso de llamar al sarilho *amigo* era un juego. Don Tomé se refería a un armado de madera que había encima del pozo: era más o menos como un arco de una cancha de fútbol. En el lugar donde debería estar el travesaño, había un palo redondeado con un cordel enrollado y, en la punta, un balde colgando. En una punta de ese palo había una manivela. Cuando se gira esa manivela, la cuerda se desenrolla y el balde baja hasta el fondo del pozo para llenarse de agua.

Después, es sólo tirar del balde girando la manivela para el lado contrario.

Mientras tiraba el balde lleno de agua, dando vueltas a la manivela, don Tomé explicaba a Gustavo que el nombre de aquel sistema –travesaño, palo redondeado, cordel y manivela– era el sarilho.

Gustavo empezó a reírse y le dijo al abuelo:

¡Sabe que yo pensé que iba a conocer a algún amigo suyo, con un nombre divertido, sin siquiera bañarme!

Así es Gustavo. El sarilho es una máquina muy simple, movida con la mano humana.

Incluso puede decirse que es un amigo porque uno hace mucho menos esfuerzo, usándolo, de lo que habría que hacer si no existiera. Como todas las otras máquinas, fue creado para facilitar nuestro trabajo. Si aquí en este pozo no hubiera sarilho, nosotros dos tendríamos que hacer mucho más esfuerzo para sacar ese balde lleno de agua. Ahora ya puedes bañarte. (pp. 7-9)

Tomando como base este trecho de la historia, creamos el siguiente ejercicio de razonamiento:

Cuando hacemos un viaje, a la vuelta contamos muchas cosas a nuestros amigos y amigas. Imagine entonces lo que Gustavo, al volver de la parcela de don Tomé, va a contar a sus amigos sobre el sarilho. Converse con sus compañeros y compañeras del grupo sobre cómo Gustavo explicaría lo que es y cómo funciona un sarilho.

EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS

El primer tratamiento dado a las informaciones registradas por las cámaras de vídeo fue la transcripción de los diálogos.

Lemke (1998) comenta los riesgos de las transcripciones:

«El proceso de transcripción crea un nuevo texto cuyas relaciones con los datos originales son problemáticas. ¿Qué se preserva? ¿Qué se pierde? ¿Qué se altera? Es exactamente el cambio del habla a la escritura lo que altera nuestras expectativas y percepción del lenguaje. Lo que suena perfectamente sensato y coherente puede ser percibido en la transcripción (cualquier transcripción) como confuso y desorganizado. Lo que pasa al hablar muy rápido no puede ser anotado o es substituido por la expectativa del oyente sobre lo que puede haber sido dicho, siendo congelado y aumentado en la transcripción. El lenguaje hablado es lleno de pausas, repeticiones, falsos comienzos, cambios en la construcción gramatical en la manera de hablar [...] La tendencia en la transcripción es "limpiar", dejando de lado muchas de esas características por irrelevantes.

»Las transcripciones de la palabra también borran informaciones sobre énfasis, valores de orientación, grados de certeza o duda, actitud de sorpresa o expectativa, ironía, humor, fuerza emocional, identidad y dialéctica del orador o su conocimiento del lenguaje.» (pp. 1176-1177)

Para minimizar los riesgos señalados por Lemke, después de realizar una primera transcripción –con sus fallos auditivos, el reconocimiento de los alumnos y alumnas, sus gestos y expresiones...– se realizó «un ajuste más fino» de dicha transcripción, directamente de las cintas de vídeo, y se utilizaron las convenciones sugeridas por ese autor en su trabajo de 1997.

En ese trabajo, el autor afirma que una clase está constituida por **episodios** determinados y definidos que pueden ser breves –de algunos pocos minutos– o más largos, veinte minutos de duración o más. En general, lo que

define un episodio es un cambio de actividad, sea en su estructura o función, o incluso por cambio de tema.

Durante la clase de ciencias ofrecida en el marco de este estudio, definimos la existencia de cinco **episodios**: a) inicio de la clase; b) trabajo en grupo; c) discusión en rueda; d) relato; y e) fin de la clase –los cuales fueron determinados por la estructura de la actividad propuesta.

Naturalmente que cada uno de los **episodios** puede presentar **subepisodios**, que son definidos a través del cambio del tema a pesar de que se mantenga la misma actividad. Entonces tenemos que cada uno de los cinco episodios característicos de nuestra actividad puede estar constituido por varios **subepisodios**, principalmente en la etapa de discusión en rueda, que es, entre los cuatro desarrollados en toda la clase, el que nos interesa particularmente en este trabajo.

Erickson (1998) afirma que las fuentes documentales son pródigas en informaciones, pero no todas ellas son relevantes para la investigación que se desarrolla. Por eso, además de detenernos en el episodio que llamamos de *discusión en rueda*, aquí serán analizados exclusivamente aquellos subepisodios que puedan ser reconocidos como episodios de enseñanza, los cuales, de acuerdo con Carvalho (1996) y Carvalho y otros (1992), son «aque- llos momentos en que se hace evidente la situación que queremos investigar.» (p. 6)

LA DISCUSIÓN

Aunque, como afirmamos anteriormente, todas las etapas de la actividad fueron grabadas en vídeo y transcritas, aquí nos detendremos exclusivamente en la etapa que llamamos discusión en rueda y, aún más, nos limitaremos a los subepisodios identificados como subepisodios de enseñanza.

Sin embargo, antes de iniciar este tópico conviene comentar que algunas de las intervenciones fueron suprimidas. Por ejemplo, se suprimieron las referidas a observaciones de disciplina o aquéllas en que el o la estudiante que solicitó la palabra olvidó lo que pretendía decir y aquéllas que, a nuestro entender, no contribuyeron al diálogo del grupo.

La conversación en rueda se inició con la intervención de una de las investigadoras. En esos dichos hay, además de la invitación para formar la rueda, la representación de la propuesta del ejercicio de razonamiento.

67. *Investigadora*: –Vamos a hacer una rueda aquí: un niño, una niña, un niño, una niña.

La pregunta que ustedes tenían que responder y para la cual ya todo el mundo encontró una respuesta... (3 segundos) Me gustaría que todos y todas hablaran sobre esa pregunta, pero quiero que levanten la mano quienes quieran hablar. No quiero que hablen todos y todas al mismo tiempo; si no, después no va a entenderse nada en la cinta. ¿Está bien?... Porque resulta que después se escucha sólo un ruido que nadie

entiende. Entonces, yo quiero saber lo siguiente: cómo fue que ustedes imaginaron que Gustavo conseguiría contarle a su amigo cómo es el «sarilho» y cómo funcionaba. Hable Mauro.

68. *Mauro*: –Pues sí, Gustavo le iba a decir al amigo de él...

70. *Mauro*: –Iba a decirle que vio el sarilho y ahí...

72. *Mauro*: –...y ahí el amigo de él le iba a preguntar que qué era el sarilho y ahí Gustavo iba a hablar que el sarilho es igual a un pozo, saca agua, que el agua es girada (Mientras habla hace gestos relacionados con el movimiento de girar) por una manivela, por un balde (Señala con meneos de cabeza que no se expresó bien. Corrige balde por manivela) y girada por la manivela... gira la manivela, el balde busca agua, ahí da vueltas a la manivela para el lado contrario.

74. *Mauro*: –gira la manivela para el lado contrario... tira el balde con el agua y ahí toma el agua y la utiliza para varias cosas.

75. *Inv.*: –Muy bien, Mauro. ¿Quién más puede decirme qué haría Gustavo para describir el sarilho a su amigo? (6 segundos) ¿Ah? ¿Qué iba a hacer? ¿Necesitaba hacer un dibujo?

En la secuencia de la intervención de Mauro es importante notar que la ficción está presente. El alumno «entró» en el juego del problema, creando una situación de encuentro y de diálogo entre el personaje de la historia, Gustavo, y su probable amigo.

En el párrafo 72, cuando el diálogo imaginado comienza a reflejar el pensamiento de Mauro sobre el funcionamiento de la máquina, vemos que él considera el sarilho como el propio pozo. El sarilho busca el agua que, a su vez, es girada por la manivela.

En esa intervención, la función de la manivela no parece estar clara para Mauro, pues, sólo en su última frase, la 74, es posible percibir que comprendió su función y funcionamiento.

Como respuesta a la pregunta formulada por la investigadora sobre qué haría Gustavo para describir el sarilho, hubo algunas respuestas y entre ellas la más importante corresponde con un emisor o emisora imposible de identificar en la grabación, que afirmó que la conversación sería el medio más eficiente.

Un nuevo episodio de enseñanza surge con la intervención de Henry.

83. *Henry*: –Pero el pozo... pero no es una máquina de apretar un botón y sale una cosa como sale el agua del grifo; es un pozo que tira el agua con... que tenemos que tirar el agua con la mano.

88. *Inv.*: –¿Te olvidaste? Ah... diga, Kauê... esperen ahí, vamos a oír a Kauê. Hable, Kauê.

89. *Kauê*: –...el sarilho era una máquina simple que podía ser una máquina que... que tiraba agua con la mano.

90. *Invest.* –Ya, entonces, el sarilho es una máquina simple. Habla, Henry.

91. *Henry*: –Una máquina, el sarilho no se rompe.

92. *Inv.*: –¿El sarilho no se rompe?
93. *Inv.*: –Espera un poco, Henry. Vamos a oír a Ema. Habla, Ema.
94. *Ema.*: –El sarilho no se rompe porque es de ladrillo y el ladrillo está fijo en el cemento. El cemento pega y seca así y es duro.
95. *Inv.*: –Atención con lo que Ema dijo. Veamos si ustedes concuerdan. Ella dice que el sarilho está hecho de cemento, de ladrillo...
96. *Ferdinando.*: –¡Es de madera!
97. *Inv.*: –Ferdinando, ¿es de madera?
98. *Niño.*: –¡Es de bloques!
99. *Inv.*: –¿Bloque? ¿Bloque de qué?
100. *Niño.*: –Bloque y madera, ¡los dos!
102. *Marcelo.*: –Es bloque de cemento (El alumno es interrumpido para llamar la atención de un compañero).
104. *Marcelo.*: –Un bloque grande así y allá en el fondo así... en el suelo... abajo está lleno de agua, allá abajo (El estudiante acompaña el habla con gestos descriptivos).
105. *Inv.*: –Marília.
106. *Marília.*: –Está hecho de ladrillo, cemento y... madera.
107. *Inv.*: –Entonces, ¿dónde queda lo de cemento, dónde lo de ladrillo y dónde está la madera?
108. *Marília.*: –Abajo, en la base y la madera está en la parte de encima, que es la manivela, que es para sacar el agua.
109. *Inv.*: –Ah, ya! Ema está en la fila. Habla, Ema ... ¡bien alto! ¿Se arrepintió? Henry, habla.

Este diálogo, provocado por la intervención de Henry en la intervención 83, evolucionó de manera bastante interesante.

Primero, es posible destacar la nueva noción de *máquina*. Para esos alumnos y alumnas, las máquinas eran aparatos especiales, de apretar botones, como señala Henry en su primera intervención y que ahora pasa a ser también alguna cosa movida por sus manos.

Esa idea es confirmada por Kauê (89), que llega a usar el término *máquina simple*, no necesariamente con preocupaciones de rigor con la definición dada por la física a ese tipo de máquina, incluso porque no las conoce, sino con el significado de máquina fácil de ser operada, en que él mismo con sus manos puede ser la fuente de energía necesaria para ponerla en marcha, está claro.

Vuelve Henry en la intervención 91 haciendo una afirmación que conduce la discusión del curso hacia otro rumbo. De ahí en adelante, alumnos y alumnas comienzan a buscar alternativas que justifiquen lo dicho por el compañero sobre la indestructibilidad del sarilho.

En un análisis de la segunda parte de este episodio, a partir de la intervención 91, es posible constatar que la estructura de diálogo empleada es del diálogo triádico que, según Lemke (1997), es aquél más comúnmente usado en el aula, y su estructura es caracterizada por el autor de la siguiente manera: «Lo que tenemos, entonces, tanto aquí como reiteradamente en el diálogo dentro de la sala de clase, no es una simple estructura doble pregunta-respuesta, sino un patrón de, por lo menos, tres partes: pregunta-respuesta-evaluación, a lo que denominaré *diálogo triádico*. Un diálogo triádico sería:

[preparación del profesor]

pregunta del profesor

[invitación (silenciosa) del profesor para responder]

[ofrecimiento de alumnos para responder (manos levantadas)]

respuesta del alumno

Evaluación del profesor

[Elaboración del profesor]» (p. 24)

Lo importante de este episodio es que, a pesar de presentar una estructura de diálogo triádico, los y las estudiantes que participaron dialogaron entre sí, porque, aunque aparentemente hayan respondido a la investigadora de campo, hubo en este caso, de parte de algunos alumnos y alumnas, el aprovechamiento y la reelaboración de lo dicho por interlocutores anteriores.

Ema construye su sarilho con ladrillo y cemento, lo que podría corresponder a la estructura del pozo. Para Ferdinando, la madera es el material adecuado. Surge el bloque y no es suficiente, es necesario que sea bloque y madera. Hasta que Marcelo decide intervenir.

Marcelo hace una tentativa de describir el pozo construyéndolo de bloque de cemento. Con su bloque de cemento que queda «allá en el fondo así...» en el suelo, él describe, con auxilio de gestos, su pozo.

Pero será Marília quien, partiendo del ladrillo, cemento y... madera, como se señala en la intervención 106, describe con mayor precisión (108) el sistema pozo-sarilho.

Para entender la descripción de Marília, es necesario leer casi entera la intervención de la investigadora (107) y la de ella (108).

Inv.: –Entonces, ¿dónde queda lo de cemento, dónde lo de ladrillo y dónde está la madera?

Marília.: –Abajo, en la base y la madera está en la parte de encima, que es la manivela que es para sacar el agua.

La primera parte de la intervención de Marília se refiere a la respuesta sobre dónde están el cemento y el ladrillo.

Quedan en la base, en la boca del pozo, y –tal vez al responder le vino a la memoria la ilustración del libro leído– agrega que la madera está arriba.

Para Marília la parte de arriba está compuesta exclusivamente por la manivela y ésta es el recurso que permitirá sacar agua del pozo.

Una vez que lo relacionado con la descripción del sarilho parecía algo agotado, se presentó una nueva cuestión a todo el curso:

113. *Inv.*: –Ahora bien, ¿cómo funciona el sarilho? ¿Cómo lo explicaría Gustavo?

114. *Niño* –Con las manos.

115. *Inv.*: –¿Con las manos? Lúcio.

116. *Lúcio*: –Llega, da vueltas a la manivela (Dice y acompaña con gestos de girar), está el agua allá en el fondo del pozo, se baja el balde hasta el agua, llena el «bade» [Hace un gesto de contrariedad por la equivocación que hace reír a sus compañeros y corrige la palabra], el balde, se gira al contrario para tirar.

117. *Invest.*: –Muy interesante. Danilo... eh, oh... shissst... Quiero oír a Danilo. ¡Habla!

118. *Danilo*: –Sí... La manivela es, está, por la... por el palo que gira (El grupo interrumpe a Danilo con risotadas, él continúa) para llevar el balde hasta el agua del pozo. Ahí, cuando gira la manivela, el palo también gira porque... (Danilo es interrumpido por sus compañeros y compañeras que ríen mucho al escuchar la palabra *pau*).

120. *Danilo*: –Sí... el balde es, está amarrado en el cordel, ahí cuando gira, el palo también gira y lleva el balde hasta el agua del pozo para poder sacar el agua del pozo.

Si comparamos lo dicho por Lúcio y por Danilo, veremos que, a pesar de que el primero ha descrito el funcionamiento de la máquina, Danilo consigue ser más preciso refiriéndose a todas las partes del sarilho, las que están directamente involucradas en su funcionamiento y, del mismo modo, indica las relaciones entre ellas.

Después de algún tiempo de discusión se introdujo una modificación en el problema original, que se resumía en la descripción del sarilho y en la explicación de su funcionamiento.

Esa modificación fue sugerida una vez más por Henry, quien pregunto lo que pasaría si, junto con el agua, subiera una piedra en el balde. La pregunta fue planteada al curso para que fuera pensado el asunto y diesen una respuesta.

Hubo un poco de discusión y se levantaron varias posibilidades respecto de la existencia de la piedra. Pero, en su mayoría, esas hipótesis se referían a los cuidados que se deben tomar para no ahogarse, enfermarse; en fin, cuestiones relativas a la salud y el bienestar. Sólo después la cuestión fue rerepresentada por Danilo.

126. *Inv.*: –Ah, entonces, es una cosa interesante lo que dijiste. Esperen ahí, atención; escuchen el problema nuevo que Henry plantea. Todo el mundo está diciendo que va, baja el balde, coge el agua y sube, pero, si dentro del pozo, no sé cómo, no conozco ese pozo, junto con el agua se coge, viene una piedra, ¿qué va a pasar?

134. *Marília*: –Sí, también... si hubiera una piedra, nosotros podríamos darnos cuenta porque el balde se va a poner más pesado que con el agua porque la piedra es más pesada que el agua.

153. *Danilo*: –Si saca el agua, el balde se pone pesado... entonces, ¿cómo es que la persona va a saber qué hay... si en el agua hay una piedra o no? Y si saca mucha agua, el balde se va a poner pesado.

154. *Inv.*: –Julie. Atención, gente, para oír a Julie.

155. *Julie*: –También si hay alguna piedra... él ya va a estar acostumbrado con el peso... Ahí él va a estar un poco más pesado a la hora de tomarlo y va a resbalarse de la mano.

156. *Inv.*: –Ferdinando.

157. *Ferdinando*: –Y también, si hubiera una piedra dentro del agua, ahí también puede enfermarse.

158. *Marília*: –Si hubiera una piedra, el balde se iba a poner pesado.

159. *Inv.*: –Miren qué interesante lo que Marília dijo: que con la piedra el balde se pone más pesado. ¿Y qué va a pasar si el balde se pone más pesado?

Surge en ese diálogo, en la intervención de Marília, una nueva palabra en el discurso: *pesado*. En la primera (134), Marília afirma que la diferencia de peso entre el balde sacado del pozo exclusivamente con agua y otro con agua y piedra será determinante para saber si hay algo o no, además del agua en el balde. Desgraciadamente, Marília no dice cómo la persona que está sacando el agua del pozo con un sarilho va a darse cuenta de esa variación de peso en el balde.

Después de algunas intervenciones, Danilo, que estaba en silencio, recupera la idea de Marília y expone su duda: «Si saca el agua, el balde se pone pesado... entonces, ¿cómo es que la persona va a saber que hay... si en el agua hay una piedra o no? Y si saca mucha agua, el balde se va a poner pesado.»

Para Danilo parece que no hay diferencia de peso entre el balde con agua y con agua y piedra, como afirmó Marília, porque si el balde sube lleno, con mucha agua ya estaría pesado.

Quien responde a Danilo es Julie, cuando afirma que el peso del sistema balde/agua ya es suficientemente conocido por el operador de la máquina («él ya va a estar acostumbrado con el peso») para que él se dé cuenta de que la variación provocada por la introducción de un elemento más en ese sistema no pasaría desapercibida.

Tanto lo que Marília como Julie afirman es que habrá una variación en el esfuerzo realizado por quien está sacando agua. Si estuvieran empleando un vocabulario científico o, como señala Lemke, el patrón temático

usual en clases de física, ellas dirían que la fuerza a emplear debería ser mayor.

Buscando confirmar la idea expuesta arriba es cuando surge el problema que abre el siguiente episodio de enseñanza. Este episodio es una variación del problema presentado antes por la investigadora, cuando quiso crear una situación alrededor de la variación en la cantidad de agua sacada del pozo.

Con esa finalidad fue propuesto el siguiente problema:

«Escuchen, vamos a suponer que don Tomé tenía dos baldes. Esperen sólo un poquito. *Un balde es ése de la historia que todo el mundo ya conoce. El otro balde es un poco más grande. ¿Qué va a pasar cuando él saque agua con ése, con el otro balde?»*

Para que los y las estudiantes intervinieran de manera satisfactoria frente a este nuevo problema fue necesario rehacer la pregunta, volviéndola más simple y objetiva y, después una vez más, fue necesario reafirmarla.

173. *Inv.*: –Pero, ¿cómo sería el funcionamiento con ese otro balde, sería igualito que con el balde más chico?

174. *Kauê*: –Sería más o menos.

175. *Inv.*: –¿Más o menos? Ferdinando.

176. *Ferdinando*: –El balde más chico saca menos agua y tampoco se pone muy pesado.

La respuesta a la pregunta planteada es muy tímida.

Kauê sabe que va a presentarse alguna modificación. El funcionamiento del sarilho con ese nuevo balde no será exactamente igual, pero tampoco será totalmente diferente. Ferdinando es quien comienza a darse cuenta de esa variación, apoyado en la idea formulada por Marília. La relación entre el tamaño del balde y su peso entra en la discusión.

Hay otras intervenciones entre la de Ferdinando y la 184, seleccionada para ese episodio, referidas a la cantidad de agua y la posibilidad de rebalse y pérdida de agua.

Para retomar la discusión en la dirección deseada, el problema fue replanteado con énfasis esta vez en el comportamiento de don Tomé con la novedad del balde más grande y no en el funcionamiento del sarilho.

184. *Inv.*: –¿Se va a rebalsar? ¿Y don Tomé, para sacar agua del pozo, con ese nuevo balde, ese balde grande, va a hacerlo de la misma forma?

185. *Niño*: –No.

186. *Marília*: –Usando más fuerza.

187. *Inv.*: –Ah... oye a Marília, en vez de quedarse sólo así. Habla, Marília.

188. *Marília*: –Hace más fuerza con ese balde más grande.

189. *Inv.*: –¿Por qué?

190. *Marília*: –Por causa de que el balde más grande saca más agua y el agua pesa y él tiene que hacer más fuerza.

191. *Inv.*: –Muy bien, Henry.

Realizada la pregunta de manera más adecuada para los niños y las niñas, la respuesta es inmediata. El alumno que no está identificado, afirma categóricamente que don Tomé actúa de la misma manera con los dos baldes.

Es Marília, una vez más, la que introduce una nueva palabra. No es una palabra cualquiera. Está dentro del contexto y forma parte del patrón temático del asunto que estaba siendo discutido en la actividad. Aunque no podamos afirmar que la niña la haya empleado en el estricto sentido científico, lo cierto es que la palabra surgió en su discurso.

Marília continúa, en la intervención 188, relacionando la fuerza que debe emplear don Tomé con el nuevo balde: él usa más fuerza para ese balde mayor. Traduciendo las palabras de Marília y recordando sus intervenciones anteriores, podemos decir que, si el balde es más grande, saca más agua; por lo tanto, el balde se pondrá más pesado y para compensar y vencer esa resistencia, se debe emplear más fuerza para girar la manivela. En palabras de Marília está dicho de esta forma: «Por causa de que el balde más grande saca más agua y el agua pesa, él tiene que hacer más fuerza.»

NUESTRAS OBSERVACIONES

Pudimos observar, a partir del análisis de la discusión en rueda, que nuestra propuesta de usar una historia infantil como material instruccional para enseñar tópicos de física a estudiantes de los cursos iniciales de escolarización, como complemento de los experimentos tradicionalmente empleados, ofrece resultados interesantes y significativos.

El análisis de las intervenciones de alumnos y alumnas en la investigación permitió percibir que hubo de parte de ellos y ellas, una generalización del concepto de *máquina*. En general, niños y niñas de esa edad conviven con más frecuencia con máquinas eléctricas, electrónicas y las movidas a combustión, identificándolas fácilmente. La primera novedad para ellos y ellas, en esa actividad, fue conocer una máquina que necesita como fuente para ejecutar el trabajo sólo y exclusivamente la fuerza humana y que, para ellos y ellas, es más fuerte que las demás.

Otro punto que merece ser destacado en nuestro trabajo se relaciona con la reflexión de alumnos y alumnas frente al problema propuesto. Consideramos que una indicación de esta reflexión es la creación de nuevas situaciones o el ofrecimiento de oportunidades para la presentación de variaciones al problema original, provocando la aparición de nuevas líneas de razonamiento.

La primera variación hecha al problema original surgió en función de una reflexión de Henry, que aportó el tema de la aparición de una piedra dentro del balde. Esa pregunta permitió que la investigadora reformulase el problema y, respetando la propuesta del alumno, volverla a presentar al grupo.

Nos gustaría destacar que esa reflexión permite que alumnos y alumnas elaboren teóricamente situaciones para explicar el problema y que, con el desarrollo de la discusión, incluso el vocabulario empleado se va modificando, llegando a la utilización de términos normalmente usados en clases de física.

Por ese motivo, afirmamos que nuestra propuesta de enseñanza es una alternativa posible en clases de iniciación a la física para estudiantes de ese nivel de escolarización.

NOTAS

* Nombre dado en Brasil al cilindro dispuesto horizontalmente sobre los pozos de agua, en el que se enrolla comúnmente una cuerda para sacar agua con menos esfuerzo.

** Trabajo presentado en el VII IACPE, en Canela, R.S. (2000). Brasil.

¹ La palabra *pau* es un nombre figurativo y popular en Brasil para el pene.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA LIMA, M. C. (1995). Nascimento e Evolução de uma Proposta. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(2), pp. 107-122.
- BARBOSA LIMA, M. C. (1997). *Tão simples e tão úteis*. Río de Janeiro: Ao Livro Técnico.
- BARBOSA LIMA, M. C., ALVES, L. A. DE y GONÇALVES LEDO, R. A. (1996). Contando História... Apresentamos a Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 13(2), pp. 89-107.
- BECERRA, A. I. L. y ESTRADA, F. J. P. (1995). Ciencia y emotividad: el lugar de los planteamientos narrativos en la enseñanza elemental de las ciencias *Investigación en la Escuela*, 25, pp. 49-60.
- BETTELHEIM, B. (1992). *A Psicanálise dos Contos de Fadas* (9a ed.). Río de Janeiro: Paz e Terra.
- BRUNER, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona: Gedisa.
- BUTZOW, C. M. y BUTZOW, J. W. (1990). Science Through Children's literature: An integrates approach. *Science Activities*, 27(3), pp. 29-33.
- CARVALHO, A. M. P. DE, CASTRO, R. S., LABURU, C. E. y MORTIMER, E. F. (1992). Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em Ensino de Ciências. *Cadernos de Pesquisa*, 82, pp. 85-89.
- CARVALHO, A. M. P. DE (1996). O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. *Pró-Posições*, 7(1) [19], pp. 5-13.
- EGAN, K. (1991). *La comprensión de la realidad en la educación infantil y primaria*. Madrid: Morata.
- EGAN, K. (1994). Young Children's Imagination and Learning: Engaging children's emotional response. *Young Children*, 49(6), pp. 27-32.
- ELLIS, S. y KLEINBERG, S. (1997). Helping Teachers Support Young Children in Science Enquires. *Education*, 3(13), pp. 59-64.
- ERICKSON, F. (1998). Qualitative Research Methods for Science Education, en Fraser, B. J. y Tobin, K. G. *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic.
- GALLAS, K.. (1995). *Talking Their Way into Science*. Nueva York: Teachers College, Columbia University.
- GARCÍA, J. E. y GARCÍA, F. F. (1989). *Aprender investigando: una propuesta metodológica basada en la investigación*. Sevilla: Díada.
- GIL PERÉZ, D. y VALDÉS CASTRO, P. (1997). La resolución de problemas de física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. *Revista Enseñanza de la Física*, 10(2), pp. 5-20.
- HARLEN, W. (1998a). Teaching for Understanding in Pre-Secondary Science, en Fraser, B.J. y Tobin, K. G. *International Handbook of Science Education*, pp. 183-197. Kluwer Academic Publishers.
- HARLEN, W. (1998b). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias* (2a. ed.). Madrid: Morata.
- HARLEN, W. y JELLY, S. (1997). *Developing Science in the Primary Classroom*. Londres: Longman.
- HUERTA, A. E. (1995). La narrativa en la escuela básica. *Investigación en la Escuela*, 25, pp. 43-48.
- LEMKE, J. L. (1998). Analysing verbal data: principles, methods and problems, en Fraser, B. J. y Tobin, K. G. *International Handbook of Science Education*. Kluwer Academic.
- LEMKE, J. L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.
- PIAGET, J. (1972/1948). *Où va l'éducation*. París: Denöel-Gonthier.
- SWIFT, G. (1992). *Waterland*. Penguin.
- VYGOTSKY, L. S. (1989a). *Pensamento e Linguagem*. Sao Paulo: Martins Fontes.
- VYGOTSKY, L. S. (1989b). *A Formação Social da Mente*. Sao Paulo: Martins Fontes.

[Artículo recibido en febrero de 2001 y aceptado en noviembre de 2003]