

Enseñando Ciencias Naturales

Introducción

El presente material consta de dos partes que, aunque pueden leerse en forma independiente, aspiran ser una el complemento de la otra.

En la **primera parte** se pretende responder desde el punto de vista teórico a la pregunta, ¿qué debería saber el docente respecto del contenido que seleccionó para enseñar? Para responder a esta pregunta nos apoyamos en Duit (2006), un autor alemán que retoma viejas ideas de Shulman respecto al conocimiento didáctico del contenido. Con este marco planteamos la necesidad de recuperar la profesionalización docente desde el debido análisis del contenido a enseñar.

En la **segunda parte** se revisa el concepto de *fricción* como contenido de enseñanza desde las perspectivas teóricas señaladas en la primera parte, para poder desde allí sugerir actividades para su implementación en el aula.

> PRIMERA PARTE

¿Qué sabemos del contenido que enseñamos? En busca de la profesionalización docente

María Dibarboure | Magíster. Coordinadora de Formación en Servicio PAEPU-ANEP-CODICEN.
Directora del Programa Educación del IU CLAEH.

¿Por qué consideramos pertinente poner a la reflexión esta temática?

Los currículos de los diferentes niveles educativos nacionales están marcados por unidades temáticas de las distintas disciplinas. Muchas veces hemos planteado respetuosamente nuestra posición al respecto, especialmente luego de conocer la malla curricular para Educación Inicial y Primaria de 2009.

En esta oportunidad nos ubicaremos en el lugar que nos ponen estas mallas curriculares: *el de las disciplinas y sus contenidos*.

Cada una de las disciplinas escolares explicita un conjunto importante de temas o conceptos que deberían ser trabajados en las aulas. Las preguntas que nos volvemos a formular son: *¿Qué deberíamos saber de esos contenidos para que los mismos puedan ser enseñados?*

¿Qué deberíamos saber los docentes para que podamos promover situaciones de enseñanza que conduzcan a los aprendizajes buscados?

En otras ocasiones hemos planteado la necesidad de selección de contenidos, de trabajar desde las nociones estructuradoras, la importancia que tiene la historia de esas ideas que tenemos que enseñar, la pertinencia de incorporar explícitamente la naturaleza de la ciencia (NdC), entre otros.

En esta oportunidad pretendemos abordar las preguntas desde otro lugar, un lugar mucho más abarcador y, al mismo tiempo, más esencial. Lo hemos escuchado muchas veces en sala de maestros o profesores, o en orientaciones que dan directivos y supervisores: para enseñar sobre un contenido disciplinar, lo primero es conocer lo que dice esa disciplina. Nadie podría no acordar con esta afirmación, pero... ¿entendemos todos lo mismo por conocimiento del contenido de esa disciplina? Aunque no entremos en detalle sabemos que, en general, esa frase encierra la idea de que es necesario saber la enunciación de esa disciplina y, como mucho, la justificación de la misma.

En esta oportunidad nos proponemos revisar líneas teóricas de estos últimos tiempos, que nos permiten ver cuán restringida puede ser nuestra mirada sobre el conocimiento del contenido a

enseñar. Pensar en ello podría ayudarnos a entender por qué muchas veces no basta con las buenas intenciones desde la enseñanza.

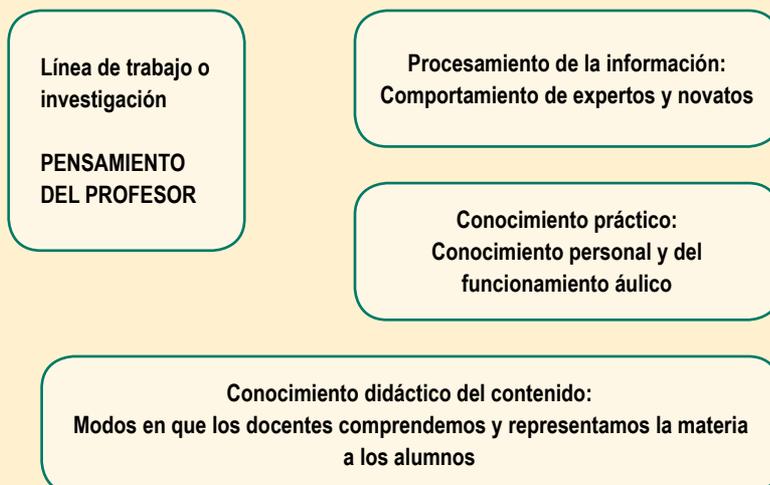
Recuperando historia

A fines de los años setenta aparece, con mucha presencia, una línea de investigación ligada al *pensamiento del profesor*. En un comienzo, las indagatorias hacían referencia a las diferencias entre expertos y novatos (o noveles), especialmente en lo que refiere a la toma de decisiones.

Con el tiempo, los estudios avanzaron en la línea del conocimiento práctico personal, referido principalmente a cómo el pensamiento del profesor se convierte en acción. Esta modalidad tiene que ver con el *conocimiento del oficio o la sabiduría práctica*. A esta modalidad se le critica no haber encontrado en este tiempo relaciones consistentes entre lo que los profesores conocen y lo que los alumnos aprenden, así como desconocer las particularidades que provienen de las especificidades de los contenidos. Las investigaciones refieren a estudios de casos que en general han resultado con poca significatividad para ser *conocimiento transferible* (Bolívar, 2005).

Esta línea de investigación *sobre el pensamiento del profesor* se va complejizando, y dentro de ella cobran trascendencia líneas que adquieren importancia propia. (Ver cuadro)

Cuadro elaborado sobre la base de las ideas de Bolívar (2005)



Este es el caso de lo que actualmente se da en llamar el *conocimiento didáctico del contenido* (CDC) y que es la línea que nos ocupa.

Conocimiento del contenido (CC) y Conocimiento didáctico del contenido (CDC)

En el verano de 1983, Shulman¹ dicta una conferencia titulada “*El paradigma perdido en la investigación sobre la enseñanza*”, en la que propone centrar la atención en el estudio del pensamiento del profesor sobre la enseñanza del contenido de la asignatura. (El paradigma perdido resultó ser «*el pensamiento del profesor sobre el contenido del tema objeto de estudio y su interacción con la didáctica*» [Acevedo, 2009:22]).

Su programa de investigación busca estudiar cuál es el conocimiento que los profesores tienen respecto a lo que enseñan y cómo hacen luego con ese conocimiento para hacer comprensibles esos conocimientos. Según Bolívar (2005), este programa de investigación tiene una doble intención, indagar sobre la eficacia de la enseñanza, rastrear y describir las buenas prácticas de profesores expertos y, por otro lado, busca reconstruir la competencia docente como algo necesario para la profesionalización docente.

Los profesores entonces, consciente o inconscientemente, reconstruyen, adecuan, reestructuran o simplifican el contenido para hacerlo comprensible a los alumnos, por lo que se trata de investigar (Marcelo, 1994): ¿cómo se produce este proceso?, ¿en qué medida afecta el nivel de comprensión que un profesor tenga de una disciplina a la calidad de esta “transformación”?, ¿en qué grado la formación inicial del profesorado contribuye a facilitar el desarrollo de estos procesos de transformación?, ¿qué diferencias existen en estos procesos según las diferentes disciplinas y niveles educativos? (Bolívar, 2005:5).

Surgen así dos nociones que se vinculan entre sí, el *conocimiento del contenido* (CC)² y el *conocimiento didáctico del contenido* (CDC). El CC es lo que llamamos comúnmente el conocimiento disciplinar, tiene que ver con la “materia” de la que trata la disciplina, sus ideas, principios, organización interna (Grossman y otros, 2005). El CDC es una categoría más compleja que supone la integración de cuatro conocimientos distintos (Acevedo, 2005:7):

- 1) **Conocimiento de la comprensión de los alumnos**, modo como los alumnos comprenden un tópico disciplinar, sus posibles malentendidos y grado de dificultad.
- 2) **Conocimiento de los materiales curriculares y medios de enseñanza** en relación con los contenidos y alumnos.
- 3) **Estrategias didácticas y procesos instructivos**, representaciones para la enseñanza de tópicos particulares y posibles actividades/tareas.
- 4) **Conocimiento de los propósitos o fines de la enseñanza de la materia**, concepciones de lo que significa enseñar un determinado tema (ideas relevantes, prerrequisitos, justificación, etc.).

De allí en más, la bibliografía da cuenta de una vasta producción didáctica sobre la base teórica de las ideas de Shulman. El vínculo entre disciplina y didáctica, que está implícito en la propuesta, resultó un aspecto clave para el progreso de las didácticas especiales (Acevedo, 2009; Bolívar, 2005; Salazar, 2005; Trinidad-Velasco y Garritz, 2003). Los aportes de Acevedo (2009) son de particular interés, porque plantea el conocimiento didáctico del contenido respecto a la naturaleza de la ciencia (NdC) en el entendido de que la NdC es un contenido en sí mismo cuando se enseña ciencia.

Reestructuración del contenido para su enseñanza

En la misma línea de los autores citados, nos encontramos con Duit (2006)³, quien trabaja en la investigación sobre la enseñanza de las ciencias naturales. Sobre la base de las ideas de Shulman, referidas a que no basta con el saber de la disciplina para una buena enseñanza, Duit elabora la idea de *la reestructuración del contenido a enseñar*, idea que nos parece más operativa especialmente desde la perspectiva de la formación docente.

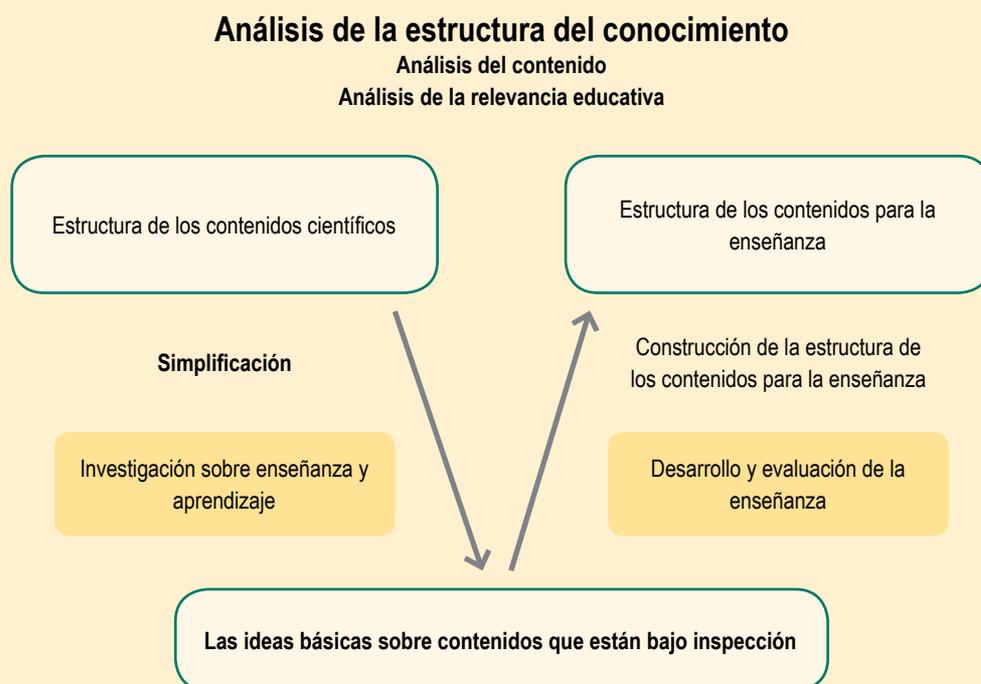
¹ Lee S. Shulman es un psicólogo de la educación, que ha investigado y contribuido al estudio de la enseñanza y evaluación de la enseñanza.

² Para otros autores, conocimiento de la materia (CM).

³ Es profesor de Física de la Educación y miembro del Grupo de Educación Física en el Instituto de Ciencias de la Educación (IPN) de la Universidad de Kiel, Alemania.

Para este autor, como se puede observar en el cuadro siguiente, el proceso de reestructuración parte del análisis de la estructura del conocimiento. El análisis del contenido incluye su relevancia y pertinencia educativas. Luego, una vez comprendida su relevancia y, por tanto, la opción sobre su enseñanza, comienza el proceso de reestructuración.

La primera fase se denomina *simplificación*. Interpretamos que esa fase supone un proceso de *elementarización*. Desde la experiencia nos parece que este punto es de especial importancia y supone tener en cuenta tanto los propósitos de la enseñanza como las características cognitivas y afectivas del sujeto que aprende.



En este proceso se toman en consideración las ideas previas del alumno, sus habilidades cognitivas generales, las habilidades específicas necesarias para el trabajo del contenido en cuestión, así como sus intereses (Duit, 2006). Para ello es necesario conocer en profundidad el contenido desde el área a la que corresponde; de ser posible, la historia de la enunciación y las ideas que los sujetos tienen sobre el tema. También importa conocer qué ocurre con los manuales y con la tradición escolar respecto a la temática.

Ese proceso de *elementarización* da lugar a las ideas básicas con las cuales se reestructura el conocimiento para enseñar (*reestructuración educativa*). Importa señalar que *reestructuración no es sinónimo de reducción*. Es interesante lo que plantea el propio autor:

«De cierto modo, para responder a las necesidades de los alumnos, dicha estructura debe ser forzosamente mucho más compleja que la de los contenidos científicos. En efecto es necesario anclar el conocimiento científico abstracto en distintos contextos para abordar problemas como las potencialidades de aprendizaje y las posibles dificultades de los que aprenden.» (Duit, 2006:750)

De lo anterior surge que el proceso de reestructuración toma en cuenta el saber disciplinar, pero también:

- ▶ el nivel cognitivo y afectivo del estudiante;
- ▶ las estrategias, herramientas y mediaciones posibles para el acercamiento del contenido considerado.

Es en esta fase en la que el docente toma en cuenta la información anterior y elabora la secuencia de actividades que entiende más oportuna y eficaz. El *modelo de reconstrucción educativa* está integrado por los tres componentes que se presentan en el cuadro que sigue⁴:

Categorías	Acciones a realizar
Análisis de la estructura del contenido	Estudio disciplinar del contenido. Relevamiento de información actualizada. Reconstrucción histórica (de ser posible). Estudio de la relevancia educativa. Indagatoria de ideas previas de los alumnos sobre el tema previo a la enseñanza.
La investigación sobre enseñanza y aprendizaje	Estudios empíricos sobre entornos de aprendizaje específicos. Búsqueda de elementos motivacionales relacionados, que pueden afectar a favor del estudiantado. Conocimiento de investigaciones didácticas, referidas al tema. Conocimiento de investigaciones sobre el pensamiento del profesor, referidas al tema.
Desarrollo y evaluación de la enseñanza	Diseño de actividades y secuenciación para la enseñanza. Preparación del contexto de aprendizaje, incluyendo las características del grupo.

El modelo presentado por Duit (2006) no solo repercute directamente en cómo planificar la enseñanza por parte de los docentes y en la formación permanente de los profesores, sino que también da lugar a líneas de investigación. Cada una de las categorías señaladas en el cuadro anterior constituye, por sí misma, una línea posible de investigación. Estas líneas están en concordancia con otras líneas teóricas de trabajo didáctico, que refieren a la conformación de los *modelos* que componen la ciencia escolar.

Del cuadro señalado nos interesa marcar algunos aspectos.

- ▶ **La reconstrucción histórica del conocimiento a enseñar.** Es interesante recordar aquella expresión de Gellon, el investigador argentino, que nos dice que *la ciencia nos enseña cómo enseñar*. El recorrido muestra las dificultades y los obstáculos que debieron superarse para consolidarse como idea. Esos obstáculos pueden ser similares a los que se les presenten a los niños, cuando intenten aprender sobre ese contenido.

- ▶ **Ideas previas de los niños.** En el escenario escolar podemos encontrarnos con situaciones muy diversas respecto a este punto. Docentes que las consideran en el discurso, pero que no las exploran; otros que las exploran, pero luego no encuentran la forma de usarlas en la planificación de la enseñanza; y otros que directamente no las consideran. En este punto importa señalar que existen investigaciones ya realizadas, que están publicadas, y que sería aconsejable leer antes de pensar la enseñanza. Estas investigaciones no invalidan la propia búsqueda, pero es importante conocerlas en la medida en que nos marcan cuáles de las ideas encontradas en nuestros niños van más allá de ellos.
- ▶ **Indagaciones sobre la enseñanza del tema.** Con el mismo criterio que en el ítem anterior, se sugiere la indagación sobre investigaciones que muestran ensayos que pueden orientar nuestra enseñanza.

Seguramente un docente de aula, con dos clases a su cargo, que probablemente no sean del mismo nivel, lea con reparos estas líneas y concluya que no le es posible realizar todo este proceso cada vez que se disponga a enseñar un contenido de ciencias.

Probablemente luego de leer la implementación de este recorrido con un ejemplo concreto (ver el artículo de Donald Conde a continuación), refuerce la idea de que no se puede.

Sentimos la necesidad de sostener la postura de que no todos los contenidos que presenta nuestra actual malla curricular, pueden ser trabajados con la expectativa de que se produzcan aprendizajes. Porque son muchos, porque no están debidamente secuenciados, porque no hay líneas claras de jerarquización desde la propia disciplina, porque no consideran al mismo tiempo *las formas de pensar* que requieren esos contenidos, etc. Es así que sugerimos hacer la selección de contenidos y, desde allí, intentar la *reestructuración del contenido*.

La experiencia nos muestra que hay un antes y un después de este ejercicio. Quienes lo llevan a cabo por primera vez, así nos lo confiesan. Cambia la noción de *conocimiento disciplinar* y se valoriza de otro modo la *planificación de la enseñanza*.

⁴ El cuadro forma parte de la interpretación que hacemos de las ideas de Duit.

Invitamos a leer el artículo que sigue, donde Donald Conde nos propone poner la mirada en la *fricción*, tema de Física del primer nivel.

Bibliografía de referencia

- ACEVEDO DÍAZ, José Antonio (2009): “Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico” en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 6, N° 1, pp. 21-46. En línea: <http://www.redalyc.org/pdf/920/92012998003.pdf>
- BOLÍVAR, Antonio (2005): “Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas” en *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9, 2, Granada: Universidad de Granada. En línea: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART6.pdf>
- DUIT, Reinders (2006): “La investigación sobre Enseñanza de las Ciencias. Un requisito imprescindible para mejorar la práctica educativa” en *Revista mexicana de Investigación Educativa*, Vol. 11, N° 30 (julio-setiembre), pp. 741-770. En línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14003003>
- GROSSMAN, Pamela L.; WILSON, Suzzane M.; SHULMAN, Lee S. (2005): “Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para la enseñanza” en *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9, 2, Granada: Universidad de Granada. En línea: <http://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART2.pdf>
- SALAZAR, Susan Francis (2005): “El conocimiento pedagógico del contenido como categoría de estudio de la formación docente” en *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación”*, Vol. 5, N° 2, pp. 1-18. Costa Rica: Instituto de Investigación en Educación. Universidad de Costa Rica. En línea: http://revista.inie.ucr.ac.cr/uploads/tx_magazine/conocimiento.pdf
- TRINIDAD-VELASCO, Rufino; GARRITZ, Andoni (2003): “Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia” en *Educación Química*, 14(2), pp. 92-105, México: UNAM. En línea: http://www.cneq.unam.mx/programas/actuales/especial_maest/cecye/00/02_material/mod4/archivos/ArtsComplementarios/QUIMICAconcepcAlternativas-Trinidad-Garritz.pdf

> SEGUNDA PARTE

Un problema dinámico

Donald Conde Mayne | Maestro. Estudiante de la licenciatura en Ciencias de la Educación.
Formador de maestros en Ciencias Naturales.

D: -¿Qué problema están investigando desde hace un tiempo en la escuela?

N: -Estamos trabajando con juguetes pero para aprender.

N: -Estamos pensando por qué se frenan los autitos.

N: -¡Yo sé! ¡Es por la fricción!

D: -¿Qué es eso de la fricción?

N: -Es esto... (frotando las palmas de las manos).

N: -El ladrillo no es suave como el piso de la clase, entonces los juguetes se frenan.

D: -¿Por qué les parece que ocurre eso? ¿Por qué el piso de ladrillos al no ser tan suave, como dicen ustedes, hace que los autitos se frenen?

N: -El piso de ladrillos tiene como rayas que frenan a los autitos.

N: -Mi abuela iba caminando por la calle y se tropezó con una baldosa.

D: -¡Pobre abuela! ¿Y eso que le pasó a tu abuela qué relación tiene con lo que estamos trabajando? ¿Por qué te acordaste de eso?

N: -Porque la baldosa no estaba bien puesta y eso hizo que mi abuela se detuviera.

N: -Si la baldosa estaba derecha la abuela podría haber seguido caminando.

Nociones disciplinares

¿Por qué comenzar con aspectos disciplinares del concepto de fuerza?

Existen diversas maneras de intentar dar respuesta a esta pregunta inicial. Particularmente, la que más se aproxima a la línea de este artículo es aquella que supone la necesidad, de parte de los maestros, de recurrir a la disciplina como forma de habilitar un posterior conocimiento respecto de las *ideas clave* que están detrás del concepto.

Por otra parte, esto nos lleva indefectiblemente a una nueva interrogante: ¿Por qué es relevante conocer las ideas clave de un concepto? Porque las mismas resultan fundamentales para modelizar la noción de fuerza e irán de la mano con los objetivos de aprendizaje, es decir, lo que buscaremos que nuestros niños aprendan; y solo buscando primero en la disciplina, podremos apropiarnos de esas ideas. Entendemos que los aspectos disciplinares han de constituir solo el comienzo del recorrido.

Hablar de la fuerza de rozamiento, es hablar en primer lugar de una fuerza, por lo que debemos remitirnos en principio a lo que supone *la fuerza como conocimiento científico*. Cuando hablamos de *fuerzas* hablamos de *interacción*, y esta supone la existencia de por lo menos dos *cuerpos*. La *interacción* puede ser *de contacto* (la fricción es un ejemplo) o *a distancia*.

La fuerza que ejerce un cuerpo sobre otro tiene consecuencias, y estas consecuencias se conocen como los *efectos* que las fuerzas producen en los cuerpos. Estos efectos se *evidencian* a partir de cambios en el movimiento o bien en la forma de los objetos que interactúan.

Desde el momento que definimos la *fuerza como interacción* debemos entender que no se trata de una propiedad de los objetos, por tanto los objetos, considerados como un todo, no tienen fuerza. Por otro lado, si se trata de una *acción entre cuerpos*, ningún cuerpo (pensado como una totalidad) puede ejercer fuerza sobre sí mismo. Entonces las fuerzas son exteriores a los cuerpos y, en nuestro planeta, están presentes todo el tiempo. Finalmente, otro atributo de una fuerza, que resulta fundamental para el tratamiento de la fuerza de roce, es que tiene una dirección determinada.

Centrándonos en el concepto de *fuerza de rozamiento*, vemos que siempre se trata de una fuerza que disminuye la fuerza neta y la aceleración (Hewitt, 2004:56). Esta fuerza reduce la cantidad de movimiento que tienen los objetos luego de haber sido impulsados, por lo que no necesariamente actúa en contra de la fuerza que ejercemos, sino también en objetos que están en movimiento, sin que exista una fuerza en dirección de ese movimiento (por ejemplo, al momento en que el objeto se está moviendo y dejó de estar en contacto con nuestra mano). Esta fuerza de rozamiento puede ser ejercida por cuerpos sólidos, pero también por líquidos o gases (denominados fluidos); por tanto, no importa detenernos solo en el análisis de las superficies por las cuales se desplazan los objetos, sino también en las resistencias que ofrecen los fluidos por los que se desplazan (en el ejemplo que veremos se trata de aire).

Lo siguiente es el resultado de una síntesis de los aspectos principales acerca de lo que *la ciencia dice* sobre la fuerza de rozamiento a partir de algunos autores.

Comencemos con tres definiciones que aparecen en un material que se encuentra en nuestras escuelas: el libro *Física Conceptual* (novena edición) de Hewitt. En su glosario se definen tres conceptos centrales:

- ▶ “Fricción: Fuerza que actúa para resistir el movimiento relativo (o el movimiento intencional) de objetos o materiales que están en contacto.”
- ▶ “Fricción cinética o dinámica: Fuerza de contacto producida por el frotamiento mutuo de las superficies de un objeto en movimiento y la del material sobre el cual se desliza.”
- ▶ “Fricción estática: Fuerza entre dos objetos en reposo relativo, en virtud del contacto entre ellos, que tiende a oponerse al deslizamiento.”

De estas definiciones debemos resaltar **en primer lugar** que, como decíamos, *fuerza supone interacción*. Los cuerpos perfectamente pueden ser una piedra y la superficie por la cual se desliza; o bien una piedra que, luego de lanzada, se mueve a través del aire que está en contacto con ella; aunque perfectamente podemos pensar en la primera situación incluyendo también la acción del aire, y en ese caso existirían dos fuerzas de roce.

En **segundo lugar** debemos pensar que las fuerzas *producen efectos*. En este tipo de fenómenos, el efecto producido es el cambio en el movimiento ya que, o bien se opone al movimiento de los cuerpos que se encuentran en reposo (fricción estática), o detiene a aquellos objetos que se están moviendo (fricción dinámica). Este efecto en el movimiento de los objetos solamente es posible debido a la dirección que posee la fuerza de rozamiento: «*La dirección de la fuerza de fricción siempre es la opuesta al movimiento*» (Hewitt, 2004:56)¹.

La fuerza de rozamiento, al producir un efecto dinámico (cambios en el movimiento de los objetos), nos obliga necesariamente a trabajar también el tema del movimiento. (Pensemos

¹ Tenemos que tener en cuenta que hay situaciones donde la fricción, además de oponerse al movimiento, genera una disipación de energía que puede producir alteraciones o deformaciones en el cuerpo que se está moviendo.

que Galileo dio cuenta de esta fuerza justamente analizando situaciones en las que aceleraba objetos sobre planos inclinados).

Resulta bastante intuitivo, en general, entender que *para mover las cosas hay que hacer fuerza*, para mover una mesa de la clase o el escritorio habrá que hacer más o menos fuerza, pero una fuerza al fin.

«Si un objeto está en reposo, para comenzar a moverlo se requiere de fuerza, esto es, se necesita una fuerza para acelerar un objeto desde la velocidad cero hasta una velocidad distinta de cero.» (Giancoli, 2006:73)

El problema parece estar presente al momento de poder *ver* qué es lo que hace que un objeto se detenga o bien qué hace que nos cueste moverlo cuando aparentemente no hay nada que se interponga.

Intentemos ver cómo podemos incorporar los efectos de la fuerza de roce a partir de las leyes de Newton sobre el movimiento.

En su primera ley, Newton dice: «*Todo objeto continúa en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta a menos que sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas que actúen sobre él*» (Hewitt, 2004:27).

De modo que la única forma científica (actual) de explicar por qué un auto de juguete, por ejemplo, se detuvo, es reconociendo la existencia de una fuerza que lo *obligó* a cambiar el *estado* de su movimiento y, en definitiva, a detenerse.

La relación entre fuerza y aceleración nos lleva a la segunda ley de Newton, de la cual nos interesa puntualmente rescatar que la masa de un objeto incide en la aceleración del mismo y que, por lo tanto, la cantidad de movimiento del objeto será mayor, cuanto mayor sea su masa o su velocidad.² En este momento hay que detenerse en un punto clave, que tiene que ver con la masa. Cuanto mayor sea la masa del objeto, mayor será la fuerza que se necesite para acelerarlo o bien para detenerlo. Continuando con nuestra idea de relacionar estas leyes con la fuerza de rozamiento vemos que, a partir de esta noción de inercia, se deduce que el efecto que tenga la fuerza de fricción que ejerza la superficie o el aire contra el objeto, dependerá en gran medida de la masa que posee el mismo.

Finalmente, la fricción también encuentra cabida en la tercera ley de Newton, donde aparece la idea de “acción y reacción”. La misma, a grandes rasgos, establece que un cuerpo que realiza una fuerza sobre otro cuerpo, experimenta una fuerza de igual magnitud pero en dirección contraria. En este momento podemos pensar en una persona con patines, que se impulsa sobre una pared para acelerarse. Esa persona está haciendo una fuerza en una determinada dirección, y experimenta una fuerza igual pero en dirección opuesta que la hace impulsarse y alejarse de la pared. Pensemos que cuanto menor sea la fricción (que en este caso es mucho menor, ya que esta parada sobre patines), mayor será la aceleración que experimente la persona que hace fuerza contra la pared.

No siempre se pensó así...

Todo aquello que la ciencia *dice* (el conocimiento científico) es construido por el hombre a lo largo de su historia; por tanto, lo que *conocemos* sobre las *cosas del mundo natural*, también tiene una *historia* que contar, una historia a ser narrada...

Particularmente la fuerza de rozamiento, como hemos visto, forma parte del gran problema acerca de la relación dinámica de fuerza y movimiento, por lo cual posee una rica historia desde la ciencia, que atraviesa mojoneros que cambian, nada más y nada menos, aspectos fundamentales sobre la forma de concebir el funcionamiento del mundo.



Esta historia bien puede comenzar en Aristóteles, que tuvo la genial idea de preguntarse sobre el movimiento de los cuerpos. Si bien veremos que sus concepciones poseen una base que se corresponde muy poco con el conocimiento actual vigente, su aporte resulta medular para la historia de la ciencia, ya que tuvo la audacia de ir en contra de las ideas platónicas de su tiempo, reivindicando el volver al mundo natural como punto de partida para conocer la realidad.

² Entendiendo a la cantidad de movimiento como una magnitud vectorial que es igual al producto de la masa por la velocidad.

Para Aristóteles existen dos tipos de movimiento, el natural y el violento. A grandes rasgos podemos decir que el primero se deriva de una intensión de los objetos de “ir” a su lugar natural; mientras que el segundo, de una causa que provoca un movimiento, o sea, otro cuerpo que empuja o tira (el clásico ejemplo del caballo que tira de un carro). Pero más allá de esto, lo que interesa puntualmente es la siguiente idea: «Aristóteles parte de la hipótesis de que “todo lo que se mueve es movido por algo”. (...) Esto implica que la causa del movimiento (motor) y lo movido tienen que ser continuos y estar en contacto» (Melogno, Rodríguez y Fernández, 2011:46). Por tanto, de esto se deduce que un movimiento sostenido necesita de una fuerza que actúe en forma permanente sobre el cuerpo que se está moviendo. De modo que si el carro se suelta del caballo, se detiene porque ya no hay una fuerza que actúe en pos de ese movimiento, ya que el estado natural del carro (como de cualquier otro objeto) es el reposo, estar quieto.

El tema es que la idea de que todo aquello que se mueve es movido por algo, no está acompañada, en la *cabeza* de Aristóteles, de la posibilidad de que todo aquello que no encuentra resistencia también puede moverse sin que sea movido por algo.

El problema es que Aristóteles no pensaba en situaciones en las que los objetos estuvieran en el vacío, por lo cual no gastó tiempo en imaginar qué sucedería con el movimiento en esas circunstancias. Por supuesto que sus ideas sobre la imposibilidad del vacío tienen un soporte teórico de fondo. El siguiente punto intenta sintetizar este fundamento.



«El límite inmediato de lo que rodea a algo es su lugar, lo que está en contacto con la cosa, circunvalándola, de manera totalmente contigua: el lugar de una casa, es la

superficie aérea inmediata que la rodea. El lugar que ocupa nuestro cuerpo, es la periferia limítrofe con nuestra piel...» (Melogno, Rodríguez y Fernández, 2011:47)

Por tanto, un cuerpo determina, en tal sentido, el lugar. De manera que en esa idea de vacío no cabe la posibilidad de concebir la existencia de un objeto; ya que, vistos de este modo, el lugar o el espacio no son considerados una cosa física. Con lo cual, solo hay espacio si hay un cuerpo. Para Aristóteles, el lugar no puede ser considerado una entidad física, puesto que no puede pensarse que dos cuerpos ocupen un mismo espacio.

Por otra parte, concebir la idea de vacío no tenía sentido, pues esa no era una situación natural en la que se ven los objetos, y todo esfuerzo por generar o imaginar una situación ficticia o artificial distorsionaba el conocimiento de las cosas, según Aristóteles.

En definitiva, las nociones aristotélicas, lejos de ser despreciadas, poseen una coherencia interna. Su marco teórico tenía sentido y capacidad explicativa, por lo que sus planteos constituyeron fuertes ideas científicas que sentaron bases, con valor incalculable, para la posterior construcción humana sobre fuerza y movimiento.

La idea de que el reposo es lo más natural, y que los objetos se mueven buscando *ese lugar natural*, se mantuvo prácticamente por unos largos dos mil años. Por lo que logró ser bastante convincente para los hombres. Todo hasta que, en 1564, nació en Pisa un señor llamado Galileo Galilei que desafió las ideas aristotélicas, imaginando que el movimiento era tan *natural* como lo era el reposo en los objetos.

Entre el pensamiento de Galileo y el de Aristóteles, hubo un cambio muy importante en lo que refiere a la manera particular que ha de tener la ciencia para llegar al conocimiento científico.

Podemos llegar a afirmar, entonces, que existió un cambio de corte epistemológico. La siguiente cita intentará clarificar lo expresado:

«A diferencia de la idea de observación y de experiencia aristotélicas, para Galileo los fenómenos en su particularidad y en su concreción inmediata, el mundo de las cosas cotidianas tal como lo percibimos y lo observamos, no ejerce ya ningún rol explicativo. (...)

En varios lugares Galileo pone en tela de juicio el valor de la experiencia en el sentido de una información inmediata de los sentidos, que es una de las características centrales que requiere el ideal aristotélico demostrativo de conocimiento. Insiste Galileo en la complejidad de la relación entre experiencia y teoría, entre los datos que recogemos y la forma en que se interpretan...» (Melogno, Rodríguez y Fernández, 2011:237-238)

El punto parece estar en que Galileo pensó en ir más allá, hacia la abstracción. Esto implicaba poder partir de los datos de la observación y la experiencia, e inferir qué pasaría en escenarios en los cuales él no podía ni observar ni experimentar directamente, como imaginar objetos moviéndose en el vacío. Por ello fue posible, en las famosas experiencias con bolas lanzadas en planos inclinados, que Galileo lograra ver algo nuevo, y pudiera entonces ser capaz de ver un lugar donde una bola podía moverse eternamente en línea recta si no existía ninguna fuerza que se resistiera a la dirección del movimiento. ¡Un objeto moviéndose sin que nada lo estuviera empujando o tirando!

Visto de este modo, Galileo dedujo que solo la fricción podía ser capaz de hacer que un objeto no siguiera moviéndose indefinidamente. Esto equivale a decir que un auto de juguete, luego de ser impulsado por la mano de un niño, no se detendrá porque encontró, por intención propia, su lugar *natural*; en todo caso, podríamos imaginar a Galileo expresando que lo *natural* para el auto sería continuar en movimiento.

Pasaron poco más de cien años desde el nacimiento de Galileo Galilei, para que llegara a la luz el libro *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, cuyo contenido lo convertiría en una de las piedras fundamentales sobre las que descansa gran parte del conocimiento científico actual. Su autor, Isaac Newton, amplió las nociones de Galileo sobre la inercia, ya que vemos que las leyes del movimiento tienen un punto de partida en este mismo concepto de inercia planteado por Galileo.

A partir de allí, Newton buscó de algún modo medir, cuantificar esa inercia, y lo hizo a partir de la introducción del concepto de masa en el problema del movimiento. Se dio cuenta de que cuanto mayor es la masa de los objetos, tanto mayor entonces es la fuerza que se necesita para acelerarlos pero, por otra parte, y aquí aparece un nuevo avance en nuestro rastreo sobre la fuerza de roce: también será mayor la fuerza de fricción necesaria para detenerlos.

Entendemos que el aporte más novedoso sobre fuerza y movimiento nos lleva a la tercera ley que muestra la complejidad del asunto, al determinar una reacción producida sobre un cuerpo que ejerce una fuerza, dando lugar a nuevas explicaciones sobre la consecuencia en el movimiento de los objetos.



Su talento y su aporte fueron capitales, tanto es así que en la actualidad muchos piensan que fue el científico más importante que tuvo la historia de la ciencia. Con respecto a este punto, la opinión de Isaac Asimov es bien clara:

«En mi opinión, la mayoría de los historiadores de la ciencia no dudarían en afirmar que Isaac Newton fue el talento científico más grande que jamás haya visto el mundo. (...) Fundó las matemáticas superiores después de elaborar el cálculo. Fundó la óptica moderna mediante sus experimentos de descomponer la luz blanca en los colores del espectro. Fundó la física moderna al establecer las leyes del movimiento y deducir sus consecuencias. Fundó la astronomía moderna estableciendo la ley de la gravitación universal. Cualquiera de estas cuatro hazañas habría bastado por sí sola para distinguirlo como científico de importancia capital. Las cuatro juntas le colocan en primer lugar de modo incuestionable.» (Asimov, 1979:15-16)

Volviendo a la fuerza de rozamiento podemos pensar que de alguna manera, esta idea, inmersa en el eterno problema entre fuerza y movimiento, se fue “puliendo” y construyendo a partir de cambios en las concepciones, o bien avances y aportes. Aquí podemos dar cuenta sobre el sentido del conocimiento científico como construcción humana, cargado de historia, y de hombres y mujeres que forjaron esa historia sobre la base de preguntarse una y otra vez: *¿cómo funciona el mundo?*

El pensar de los niños (investigaciones)

Las ideas que los niños van construyendo a partir de su experiencia cotidiana, en el contacto con el mundo que les rodea, son semejantes, sin importar el lugar geográfico de donde provienen los niños; y, a partir de ellas, es posible plantear ciertas generalizaciones. De alguna manera, las respuestas que ofrecen los niños frente a diferentes fenómenos, formuladas principalmente en función de sus percepciones, presentan patrones comunes.

Son justamente las investigaciones realizadas sobre las concepciones previas de los niños, las que dan cuenta de este hecho. Entendemos que nuestro quehacer docente debería incluir la lectura de investigaciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de contenidos escolares, como insumo para mejorar nuestras prácticas en la medida en que permita una intervención que promueva conflictos en los niños.

Puntualmente, la noción que tienen los niños sobre la relación entre fuerza y movimiento ha sido objeto de múltiples investigaciones. Veamos algunas conclusiones a las que han arribado los estudios sobre estas ideas, pensando particularmente en los fenómenos donde aparece la fricción o rozamiento. Harlen expresa:

«La relación entre las fuerzas que actúan entre un objeto y su movimiento constituye un campo difícil de las ciencias de primaria porque la idea científica aceptada es demasiado antiintuitiva. Por ejemplo, la experiencia cotidiana nos dice que un objeto en movimiento, como un balón que rueda por el suelo, se detiene aparentemente “por sí mismo”, sin que lo pare ningún agente externo. Pero esta idea pasa por alto la fuerza que ejerce el contacto con el suelo y con el aire. (...)

Gunstone y Watts (1985), en su revisión de la investigación sobre las ideas respecto a la fuerza, identificaron algunas “reglas intuitivas”: los niños identifican la fuerza con los seres vivos: son la consecuencia de alguna intención; los objetos en movimiento constante necesitan que una fuerza constante los mantenga en movimiento; sobre los objetos en reposo no actúa ninguna fuerza; sobre un cuerpo en movimiento actúa una fuerza en la dirección del movimiento. Todas esas ideas tienen una cierta lógica en relación con la limitada experiencia cotidiana y muchos alumnos de secundaria y no pocos adultos las conservan. Su aparente carácter de “sentido común” hace difícil su modificación.» (Harlen, 2007:64-65)

Driver, Guesne y Tiberghien presentan una interesante investigación de Langford y Zollman donde, a partir de las respuestas de los estudiantes, se pone de manifiesto:

«...la idea de que una fuerza ha de seguir actuando sobre un objeto si éste sigue moviéndose (...) Si un objeto no recibe el influjo de una fuerza constante, la fuerza que causa el inicio del movimiento “se gasta” ...» (Driver, Guesne y Tiberghien, 1999:148)

Por otra parte, Osborne y Freyberg intentan explicar el problema, desde lo que ocurre cuando los niños buscan dar sentido a lo que se les dice en un ámbito educativo, a partir de las ideas que poseen de antemano:

«Los niños, sencillamente, saben que uno tiene que empujar un objeto para mantenerlo en movimiento, que uno pone algo en ese objeto. Cuando uno se mueve deprisa, por ejemplo cuando se corre con rapidez, es difícil detenerse. ¿Debe haber algo dentro de nosotros que nos mantiene en movimiento! Si a los niños que tienen estas ideas intuitivas, se les dice en un contexto científico que hay algo que afecta al movimiento y se llama fuerza, quizá no deba sorprendernos que pongan la etiqueta de “fuerza” a la “cosa” que se introduce en los cuerpos para hacerles que se muevan, y que hace difícil el que se les detenga. El problema es que en una

visión newtoniana de fuerza y movimiento, esta “cosa” es la cantidad de movimiento, y la cantidad de movimiento no es una fuerza. (...) Así, hemos encontrado que la fricción está asociada en la mente de muchos de ellos con el desgaste, generación de calor y frotación (Stead y Osborne, 1981a). En su representación del hecho, dos superficies que no estén en movimiento relativo, no implican fuerzas de fricción. Una caja que permanece quieta sobre una pendiente, en opinión de estos chicos está simplemente “atascada”; así pues, puede ser que no posean el concepto de fricción estática.» (Osborne y Freyberg, 1998:83)

Los resultados de estas y otras investigaciones sobre el tema, en definitiva, con mayor o menor profundidad, llegan al mismo punto: *la fuerza de roce o fricción va en contra de la intuición, ya que la percepción desvía el problema hacia otro lado.* Podemos ver claramente que los niños son, en su mayoría, aristotélicos, es decir, sus ideas tienen una base de explicación acerca de cómo funciona el mundo, que se corresponde en gran forma con las ideas planteadas por Aristóteles. La relación lineal de causa y efecto (en este caso, fuerza constante para un movimiento constante) parece ser sumamente eficaz como medio para intentar explicar las situaciones en las que aparecen la fuerza y el movimiento, y más aún cuando no se reconoce la existencia de una fuerza de contacto que va en contra del movimiento.

La fricción, paradójicamente, en el mundo del niño está en todos lados, no existe momento del día en que no se encuentre en presencia de ella, sin embargo es invisible a sus ojos. Es que lo “común” para el niño es que las cosas estén quietas: una silla en el living, un televisor sobre una cómoda, una heladera en la cocina.

Para que se mueva una silla hay que “hacer algo”, pero ese no es realmente el problema. El problema, en realidad, es que los sentidos les dicen a los niños que para que la silla siga en movimiento, también hay que “hacer algo”. Al mismo tiempo, el conocimiento científico dice que para que la silla se siga moviendo justamente hay que hacer lo contrario: no hacer nada contra esa silla. El lector puede pensar que lo expresado anteriormente resulta “entreverado” o una suerte de “trabalenguas”; quizás deberíamos

pensar, también, que ese efecto es el mismo que puede producirse en los niños, cuando queremos que reconozcan la fuerza de rozamiento, al intentar explicar un fenómeno dinámico.

Todo este planteo está muy lejos de querer constituirse en un fundamento en contra de la posibilidad del tratamiento de la fricción en la escuela; es que de ese modo no tendría sentido gastar esfuerzos en dicho tema. Por el contrario, se pretende transmitir que es posible, siempre y cuando se tenga presente el conocimiento disciplinar que está en juego, cómo se lo ha concebido a lo largo de la historia (construcción humana), las dificultades que posee el contenido a enseñar y las ideas con las que los niños llegan sobre ese contenido. Las posibles situaciones de enseñanza deberán apuntar a la construcción de un contenido que tiene una muy rica historia desde la ciencia, que atraviesa momentos clave del pensamiento de la humanidad sobre el funcionamiento del mundo.

Ideas para la enseñanza...

Las distintas investigaciones manifiestan la complejidad a la hora de construir la noción de fuerza de rozamiento, debido a lo contraintuitivo que esas ideas tienen para los niños.

Es necesario entonces establecer cuáles han de ser las ideas capitales que tenemos que enseñar, para que los niños puedan llegar a *un modelo sobre fuerza*, coherente con el de la ciencia. Esto es, construir una concepción de fuerza de fricción lo más cercana posible al conocimiento científico.

Desde ese lugar pensamos que, como metas de aprendizaje, los alumnos deberían poder mejorar sus ideas en relación a que:

- ▶ existe una fuerza que se resiste al movimiento de los cuerpos cuando están en contacto con la superficie por la que se deslizan;
- ▶ esta fuerza también está presente cuando el objeto se mueve en contacto con el aire u otro medio;
- ▶ los objetos en reposo también experimentan esta fuerza de fricción, presentando dificultad para ser acelerados si el rozamiento es importante;
- ▶ el grado de resistencia que experimente un objeto en particular, depende tanto de la naturaleza de la superficie como de la naturaleza del objeto.

En relación a *formas de hacer de la ciencia*, la temática podría permitir:

- ▶ ver situaciones cotidianas de una manera diferente, reconociendo *problemas a resolver*;
- ▶ buscar *evidencias*, a partir de la *manipulación y control de variables* presentes en una *actividad experimental*;
- ▶ pensar en el modo en que inciden estas variables en el resultado de las experiencias y su posterior *interpretación*;
- ▶ formular ideas sobre lo que puede suceder con un fundamento pertinente (hipótesis);
- ▶ plantearse preguntas que permitan generar nuevas vías de investigación.

Solo a manera de ejemplo de cómo aplicar estas ideas, presentamos una situación de enseñanza que puede ser implementada en el primer nivel. Se trata de tres actividades secuenciadas en las que se problematiza con barcos de papel.

Es posible que alguien, luego de leer estas tres actividades, piense que se podrían haber realizado en una sola instancia. El fundamento de plantear tres instancias separadas es justamente la necesidad de poner la mirada en lo metodológico. Esta secuencia pasa por un planteo de formulación y registro de hipótesis, por la obtención de evidencias y el control de variables en una actividad experimental y, finalmente, por la interpretación de esos datos, la manera particular para que adquieran sentido al ingresar a nuestra mente y ponerse en contacto con nuestras ideas, modelos o teorías.

¿Por qué es una necesidad separar estos momentos? Porque lo metodológico, como vimos anteriormente, también forma parte de nuestros objetivos y constituye contenidos a trabajar; por lo tanto, entendemos que también deben estar secuenciados.

Situación de enseñanza con barcos de papel

Actividad 1 – Dónde jugar...

Actividad 1 – Dónde jugar...

Se propone confeccionar barcos de papel (todos iguales) para realizar una experiencia. La consigna es pensar, en equipos, el mejor lugar para hacer una carrera con los barcos.

Las opciones son: el piso de baldosas, una bandeja con agua y un repasador bien estirado. Se explica que los barcos serán impulsados con un ventilador pequeño.

Se pide que registren las hipótesis en un cuaderno.

Preguntas guía: ¿En cuál de las tres superficies se moverán mejor los barquitos? ¿Por qué piensan que sucederá eso? ¿Qué miran para elegir? ¿Todos piensan igual o hay compañeros que piensan diferente?



Esta actividad, así planteada, busca generar hipótesis de parte de los niños sobre los posibles resultados que pueden tener los barcos, dependiendo del lugar donde se juegue. Es fundamental el hecho de registrar las hipótesis. Esto nos permite volver a ellas en otro momento, para poder confirmarlas o no a partir de la información obtenida una vez realizada la experiencia. En los niños más chicos, este trabajo es mucho más rico y útil si se tienen escritas las hipótesis generadas por los grupos, así luego no tenemos la necesidad de recordarlas, corriendo el peligro de olvidar información relevante acerca de lo que pensaban los niños que iba a ocurrir. Por otro lado, el hecho

de registrarlas, promueve la importancia de las mismas, es posible que el niño se dé cuenta de que no se trata de un ejercicio más, las tendrá anotadas en el mismo lugar donde luego anotará evidencias obtenidas de la experiencia.

Además es fundamental dar la oportunidad a las discrepancias, a defender posibles hipótesis planteando diferentes posibilidades, no todos tienen por qué coincidir en lo que puede ocurrir y es positivo que todas las ideas estén registradas.

Actividad 2 – Inicia la carrera...

Actividad 2 – Inicia la carrera...

Se propone a los niños realizar las carreras en los diferentes escenarios. Usaremos un ventilador o secador a manera de viento para impulsar a los barcos.

Pensamos juntos en algunas cuestiones importantes antes de realizar la experiencia:

¿Qué cosas vamos a dejar sin cambiar?

¿Qué aspectos tenemos que modificar en la experiencia?

¿En qué nos vamos a fijar para saber en cuál superficie se mueve mejor? No se olviden de registrar los datos que observen en cada caso.

Para esta actividad, lo medular está en trabajar los aspectos que hacen a la experimentación como metodología científica. Por ello, las preguntas apuntan en principio al control y a la manipulación de variables. Los niños tienen que tener claro que al experimentar hay *cosas* que dejan sin variar y otras que modifican. En este caso, todos tienen que pensar de antemano que el tamaño, la forma y el material de cada barco serán los mismos para los tres lugares de la carrera; tampoco cambiarán, para ningún caso, la potencia del viento con que sopla el ventilador. Sí van a modificar la superficie.

Por otro lado tienen que pensar qué van a hacer para poder determinar cuál superficie es la más apta para la carrera, seleccionando que la más adecuada es aquella en la que se mueven mejor. Quizás lo más común pueda ser medir el tiempo en el que recorren una distancia determinada (que puede ser el largo de la bandeja, considerando que el repasador tiene medidas similares a dicha superficie). Pero sea cual sea la estrategia, tiene que estar establecida de

antemano. Es recomendable ponerlos en situación de pensar en qué se van a fijar para determinar cuál se mueve mejor, para que vean que ese no es un detalle menor y *todos* tienen que tener claro no solo qué van a hacer, sino cómo lo van a hacer.

Esta actividad también necesita del registro, pero de un registro distinto. Supone escribir todos los datos, pistas o pruebas, que entiendan que son importantes a la hora de reconocer lo que está pasando frente a ellos. Deberá constituir una descripción lo más “exquisita” posible de lo que está ocurriendo frente a sus ojos. Por ello, la atención estará totalmente destinada a este registro, bien separada por lo tanto de lo que puedan ser futuras interpretaciones. Porque el acto de recabar evidencias debe tener un lugar exclusivo como actividad áulica, un espacio tan exclusivo como lo tiene en el quehacer de la ciencia.

Actividad 3 – Pensando en lo que sucedió...

Actividad 3 – Pensando en lo que sucedió...

Esta vez se propone ir al cuaderno de notas y leer los registros que se hicieron respecto a las hipótesis planteadas, así como a las evidencias obtenidas de la actividad experimental.

Pensamos y respondemos:

¿En cuál de las tres superficies se movieron mejor los barcos? ¿Por qué piensan que sucede eso?

¿Por qué si los barcos eran todos iguales y el impulso del viento también, no le ocurrió lo mismo a cada barco? ¿Dónde estará el problema? ¿Es posible que algo los esté frenando?

¿Por qué nos costó tanto determinar si se mueve mejor en el piso de baldosas o en el agua?

¿En que se pueden parecer estas dos superficies para que los resultados hayan sido tan similares?

Imaginen que en vez de un ventilador, somos nosotros los que soplamos: si jugamos en el agua o en el piso de baldosas, ¿basta con un solo soplido para llegar a la meta? ¿Por qué?

Lo que entra en juego en esta actividad, es la capacidad del docente de poner al niño en situación de interpretar los datos que fueron registrados en la actividad anterior, de comenzar a darles sentido a partir de las ideas que poseen.

Si recabar evidencias debe tener un lugar aparte, también lo ha de tener la interpretación de los datos. La discusión que surge para poder determinar cuál ha de ser la mejor superficie, si el agua o el piso de baldosas, tiene una intensión clara, por lo que la elección no es casualidad.

Porque los niños perfectamente pueden haber expresado en sus hipótesis que el mejor lugar es la bandeja con agua, pues los barcos están hechos para “andar” en el agua. De modo que las evidencias que surgen producen discrepancias con las ideas que los niños podrían traer.

Eso resulta muy bueno, ya que pensar que el mejor lugar es la bandeja con agua porque están acostumbrados a ver a los barcos desplazarse sobre el agua, perfectamente podría constituir un obstáculo para nuestros objetivos sobre la construcción de la fuerza de rozamiento. Pero esto los obliga a tener que prestar atención a otros aspectos, para poder interpretar lo que está sucediendo en cada caso.

La última pregunta es interesante, ya que los niños pueden pensar que así como el barco, en contacto con el repasador, experimenta una fuerza en contra de su movimiento, esta fuerza no aparece en contacto con las otras superficies porque el barco se mueve bien. Pero al plantear un nuevo escenario con los barcos impulsados por sus soplidos, los ponemos en situación de pensar que, en menor medida, también son frenados.

Terminamos como empezamos: con la abuela y las baldosas...

El artículo comienza con un fragmento de una narración. La actividad áulica, de la cual surge, tuvo lugar en una Escuela de Tiempo Completo de Pando, en un primer nivel, donde se lleva a cabo un proyecto sobre fuerza y movimiento; puntualmente se abordan fenómenos que involucran a la fuerza de rozamiento.

Al término de la lectura del fragmento, quien lee puede notar que el ejemplo presentado por la niña no responde puntualmente a una situación en la cual exista fuerza de rozamiento, es decir, la abuela no se cayó por efecto de una fuerza de fricción entre ella y el piso por el cual se desplazaba.

La pregunta parece surgir por sí sola: ¿Por qué entonces este ejemplo, si no refiere a la fuerza de rozamiento?

Muchas veces los docentes, frente a determinadas respuestas, si no resultan del todo pertinentes a la pregunta que formulamos, o si la respuesta escapa a lo que aproximadamente esperamos, la descartamos. Es posible que, en algunos casos, esas respuestas de parte de los niños escondan una información que está dando cuenta de diversos avances y construcciones.

Volviendo al ejemplo de la alumna, si bien el episodio de la abuela no responde estrictamente a un fenómeno de rozamiento, igualmente es interesante, ya que la intervención de parte de la niña da cuenta de ideas construidas sobre la oposición y cambios en el movimiento. 

Bibliografía

- ASIMOV, Isaac (1979): *100 preguntas básicas sobre la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial. Colección El Libro de Bolsillo, Tercera edición.
- DRIVER, Rosalind; GUESNE, Edith; TIBERGHEN, Andrée (1999): *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ed. Morata, Cuarta edición.
- GIANCOLI, Douglas C. (2006): *Física Volumen I. Principios con aplicaciones*. México: Ed. Pearson/Prentice Hall, Sexta edición.
- HARLEN, Wynne (2007): *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Ed. Morata, Sexta edición.
- HEWITT, Paul G. (2004): *Física conceptual*. México: Ed. Pearson/Addison-Wesley, Novena edición.
- MELOGNO, Pablo; RODRÍGUEZ, Pablo; FERNÁNDEZ, Salomé (compiladores) (2011): *Elementos de Historia de la Ciencia*. Montevideo: Departamento de Publicaciones, Unidad de Comunicación de la Universidad de la República (UCUR). En línea: http://www.cse.edu.uy/sites/www.cse.edu.uy/files/documentos/CSE-EUBCA_Melogno_2011-07-06-lowres-p4.pdf
- OSBORNE, Roger; FREYBERG, Peter (1998): *El Aprendizaje de las Ciencias. Influencia de las “ideas previas” de los alumnos*. Madrid: Narcea Ediciones, Tercera edición.