

Las fuerzas y los cambios en el movimiento

Nélida Antúnez | Mariángeles Bugani | Cinkia Hernández | Maestras. Integrantes del Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales¹, Revista *QUEHACER EDUCATIVO*.

En el presente artículo sintetizamos parte de un trabajo de investigación que iniciamos con el estudio histórico epistemológico del programa de Física. Al analizar los contenidos referidos a la Dinámica encontramos que el concepto estructurante de la misma, la fuerza, se presenta ya en primer grado, con sus dos modalidades de aplicación y a través de uno de sus efectos:

► **Los cambios en el movimiento.**

- Las fuerzas de contacto.
- Las fuerzas a distancia.

A partir del estudio disciplinar del concepto fuerza y en conocimiento de las dificultades de los niños para pensar las fuerzas como una interacción no solo entre seres vivos, sino también entre objetos, definimos el alcance del concepto a enseñar y algunos lineamientos didácticos. Consideramos conveniente realizar una primera aproximación a la idea de fuerza, reconociendo los efectos que ocasiona en los cuerpos al ser aplicada: las fuerzas sostienen y deforman, para posteriormente entrar a la Dinámica con las fuerzas como causantes de los cambios en el movimiento (cf. Adúriz-Bravo *et al.*, 2014). Estos cambios se manifiestan en la rapidez, el sentido y la dirección del movimiento. Por eso era necesario que los niños avanzaran, previa o

conjuntamente, en algunos aspectos del movimiento que seguramente no habían sido abordados en cuatro años o en cinco años.

Acordamos los lineamientos comunes a la enseñanza tanto de las fuerzas de contacto como de las fuerzas a distancia:

- Estructurar la secuencia posibilitando distintos avances, de acuerdo al conocimiento de los alumnos.
- Organizar el trabajo en grupos pequeños para propiciar el intercambio y la discusión.
- Promover la descripción, la argumentación y el debate al reflexionar sobre cada uno de los efectos.
- Solicitar y realizar registros gráficos o escritos.



¹ Equipo integrado por: Dr. Agustín Adúriz-Bravo, Maestras Nélida Antúnez, Mariángeles Bugani, Cecilia Cicerchia, Selva de Paula, Andrea Etchartea, Ana Laura García, Juan Pablo García, Cecilia Gesuele, Cinkia Hernández, Sylvia Ithurralde, Patricia Perazza.

El movimiento y las fuerzas de contacto

Antes de definir la secuencia de enseñanza resolvimos algunos criterios didácticos:

- ▶ El centro estaría en los efectos, a partir de ellos se identificaría la fuerza que los generó.
- ▶ Para cada efecto, la fuerza sería aplicada primero por un niño y luego por un objeto.
- ▶ Se profundizaría en la conceptualización de movimiento al mismo tiempo que se trabajasen los efectos causados por la fuerza aplicada.
- ▶ El primer efecto a estudiar serían los cambios en la rapidez. Se comenzaría por los casos particulares: poner en movimiento y detener, para luego agregar el aumento o la disminución de la rapidez.
- ▶ Por último se abordarían los cambios en el sentido y la dirección del movimiento.

Como es usual en nuestro trabajo, elaboramos una secuencia tentativa de actividades, que fue adecuada por cada docente a su grupo, nivel, institución...

Cambia la rapidez

Cuatro fueron los efectos estudiados. Comenzar por los casos particulares fue una decisión muy discutida. Sabíamos que los niños piensan que la fuerza causa el movimiento, y no que cambia el estado de movimiento de un cuerpo. Temíamos que empezar a trabajar por “la fuerza pone en movimiento”, si bien es lo que sucede en la Tierra, reafirmara un “error” que fuese un obstáculo en quinto grado al estudiar a Galileo y Newton. En uno de los grupos de primer grado se invirtió el orden, no hubo dificultades.

Poner en movimiento

Para analizar el efecto *poner en movimiento* seleccionamos tres acciones: tirar, empujar, golpear. La intervención docente se centraría en trabajar la acción y su efecto para que el niño pudiese analizar la existencia de la fuerza aplicada como causa del inicio del movimiento; para ello debía reflexionar sobre el sentido en que aplicaba la fuerza.

La actividad básica fue sentar a un niño en una alfombra o tela, y pedirle a otro niño que lo ponga en movimiento. Cada docente debió contemplar las variables intervinientes para hacer posible la actividad.



La niña tira y traslada a Santiago.

Maestra: *—Quiero saber qué hizo Lucía para mover al compañero.*

Lucas: *—Cinchó la tela.*

Ignacio: *—Tiró de la tela.*

Schuber: *—Cinchó con la fuerza.*

Maestro: *—¿En qué situaciones aplican ustedes una fuerza para poner algo en movimiento?*

Niño: *—Cuando le pego una patada a la pelota.*

Niño: *—En el subibaja me siento arriba y el otro empieza a moverse.*

Niño: *—Soplando una pelotita de papel.*

Maestra: *—¿Qué es lo que hace que el compañero se mueva del lugar?*

Niño: *—La fuerza.*

Maestra: *—¿Qué fuerza?*

Niño: *—La tela se mueve porque está haciendo fuerza la mano del compañero.*

Maestra: *—¿De qué forma hace la fuerza la mano del compañero?*

Niño: *—Tirando.*

Maestra: *—¿Hacia dónde va a hacer la fuerza el amigo que tironea?*

Niño: *—Hacia atrás de él.*

Maestra: *—¿Hacia dónde se mueve el amigo que está sentado?*

Niño: *—Hacia adelante.*

Niño: *—Hacia él.*



Esa actividad se varió para identificar otras formas de aplicar la fuerza logrando el mismo efecto. Por ejemplo, se sentó a un niño en una mesa o en una silla, y se les pidió que buscaran otra manera de mover al compañero; apareció el empujar sin dificultad, se quejaban de que debían hacer más fuerza, se reflexionó sobre ello.

Como sabemos que el concepto de fuerza está estrechamente asociado a la idea de esfuerzo físico, les propusimos situaciones en que la interacción se realizara entre objetos; la fuerza podía ser aplicada por un objeto (objetos que tiran, objetos que empujan, objetos que golpean). Se utilizaron juguetes: un auto que arrastra a otro o un tren con vagones, un camión que empuja a un auto, una bolita que al rodar choca, golpea a otras y las mueve, entre otros.



La reflexión se orientó al reconocimiento de la acción –tirar, empujar o golpear– que realiza un objeto al aplicar una fuerza y que genera el efecto de *poner en movimiento*.

Maestra: –Si queremos mover el auto N° 1 sin tocarlo, ¿qué debemos hacer?

Lucía: –Empujamos al auto de atrás para que empuje al de adelante.

Luciana: –La mano empuja al auto de atrás y el de atrás le aplica una fuerza al de adelante.

Maestro: –¿Qué sucede con el auto al empujar el camión?

Yamila, Aldana, Agustina, Sofía y Romina: –El camión va para adelante y el auto empieza a moverse. –La fuerza hace que el camión empuje al auto para adelante.

Ignacio: –Tiramos una bolita para golpear a otra y se movían todas.

Lucas: –La bolita que estaba en la mano le aplicó una fuerza a las que estaban en el suelo y las movió.





Detener el movimiento

En estas actividades también seguimos el orden establecido, primero la fuerza para detener la aplica un niño y luego la aplica un objeto.

Un niño se sienta en una silla de computadora y otro lo empuja para ponerlo en movimiento. El niño que está sentado debe detener el movimiento de la silla de alguna manera. Los niños realizaron diferentes apreciaciones sobre la forma de aplicar la fuerza, su sentido, para detener el movimiento de la silla.

Maestra: -¿Cómo se detuvo la silla?

Florencia: -Luciana frenó con los pies.

Luciana: -Yo puse los pies en el suelo y la paré.

Ignacio: -Si vos estás empujando para abajo, el piso te detiene.

Alfonso: -Al frenarla, la paró y el piso le aplicó una fuerza para detenerla.

LUCIANA PUSO LOS
PIÉS EN EL PISO
PERO EL PISO APLICÓ
UNA FUERZA PARA DETENER
LA SILLA. EL PESO Y EL
SUELO DETUBO LA SILLA

EL PISO LE APLICA UNA
FUERZA A LOS PÍES Y LOS
PÍES AL PISO.

LA LUCIANA PUSO LOS PÍES EN LA RUEDA Y
EL PEGO Y EL SUELO DETUBO A LA SILLA

MIKAELA ME EMPUJABA Y EL PESO DE
IGNACIO Y DE LA SILLA DE TUVO Y
CHOCO CON LA SILLA DE ANGEL Y
YO FUERZA PARA DETENER A LA SILLA

Los juegos de pelota también fueron analizados:

Niño: -Si la pelota se viene moviendo puedo hacer que quede quieta.

Maestro: -¿Cómo?

Niño: -La freno con la mano.

Niño: -Con el pie.

Maestro: -¿Y cómo tenés que poner el pie?

Niño: -Tengo que pisarla porque si no, se va (rebota).

Resultó difícil pensar situaciones en las que un objeto detuviera el movimiento de otro sin involucrar el rozamiento. En algunos grupos se usó el tiro al blanco con flechas con ventosas, pero las flechas rebotaban con más frecuencia que las que quedaban adheridas, por eso se sustituyó por el análisis de un video sobre el juego de dardos. Al darles la opción de pensar cómo detener una silla con ruedas o una patineta, sin tocarla, la respuesta fue dejarla detener por la fuerza del piso, hacerla chocar contra otro objeto o que se parara sola.

Maestra: *—¿Para qué le aplicaron una fuerza a la silla?*

Micaela: *—La Luciana la empujó para moverla y la silla se fue rápido por el piso hasta que se paró.*

Lucas: *—Sí, porque el piso le aplicó otra fuerza para que se parara.*

Ignacio: *—La silla chocó con la del Ángel y la silla del Ángel le aplicó una fuerza para detenerla.*



Aumentar o disminuir la rapidez

Las actividades se plantearon para ser resueltas desde el uso cotidiano de rapidez: moverse con mayor o menor velocidad, llegar primero a la meta; el sentido físico seguía siendo sumamente difícil en primer grado.

Se retomaron las actividades de tirar y empujar, pidiéndoles que pensasen qué podían hacer para mover más rápido al compañero. La intervención docente se centró en que a mayor fuerza aplicada, mayor rapidez de movimiento. Se reiteraron las actividades para trabajar qué cambio ocasiona aplicar menos fuerza cuando el niño se está moviendo.

Para que un objeto generara cambios en la rapidez del movimiento de otro, se instrumentó una actividad con un molinete y un ventilador con tres velocidades. Se colocó el molinete frente al ventilador que se prendió en velocidad media. Se cambió sucesivamente al mínimo y al máximo.



Maestra: *¿Qué pasó con el molinete cuando soplé?*

Niño: *—Giró.*

Maestra: *—¿Rápido o lento?*

Niño: *—Lento.*

Maestra: *—¿Por qué?*

Niño: *—Porque no llega suficiente aire.*

Maestra: *—¿Qué es lo que no es suficiente?*

Niño: *—La fuerza con que soplaste.*

Maestra: *—¿Qué pasará cuando yo prenda el ventilador?, ¿cómo girará el molinete?*

Niño: *—Muy rápido.*

Maestra: *—¿En relación a cuando yo lo soplabo?*

Niño: *—Más rápido.*

Maestra: *—¿Por qué?*

Niño: *—Porque el ventilador tiene más fuerza.*

Maestra: *—¿Qué hace con el aire el ventilador?*

Niño: *—Lo hace mover más, le da más fuerza, lo hace más fuerte para mover el molinete.*

Cambia la dirección

Nuevamente los juegos de pelota fueron centro del análisis. Una de las actividades les pedía tirar al arco (sin golero), haciendo dos pases rastreros. Debían representar el recorrido, señalar la desviación y su causa. Otra fue tratar de embocar una pelota dentro de una caja; la orden era no tirar la pelota directo a la caja, sino en otra dirección; con un cartón debían “hacer viento” para dirigirla al arco (caja).



Maestra: *–La pelota iba en una dirección y cuando le hacían viento, ¿qué le pasaba?*

Niño: *–Se movía más y más rápido.*

Maestra: *–¿Seguía en la misma dirección?*

Niño: *–No, iba para donde yo quería.*

Niño: *–Cambiaba.*

Maestra: *–¿Por qué cambiaba la dirección? ¿Qué era lo que hacía que la dirección cambiara?*

Niño: *–Porque el viento la movía.*

Maestra: *–¿Quién hacía el viento?*

Niño: *–La tapa.*

Maestra: *–¿Qué le haría el viento a la pelota para que cambiara de dirección?*

Niño: *–Le hace fuerza.*

Maestra: *–Nosotros le hacemos fuerza a la tapa con la mano, la tapa le hace fuerza al aire y el aire a la pelota.*

El movimiento y las fuerzas a distancia

Habíamos entrado a la Dinámica estudiando los cambios en el movimiento que ocasionan las fuerzas de contacto. Tal como se expresó en la presentación de estos artículos, investigamos posibles secuencias para enseñar Mecánica en toda la escolaridad, por eso resolvimos una adecuación curricular: trabajar las fuerzas a distancia a partir de la fuerza magnética, en lugar de Magnetismo tal como lo indica el programa

escolar. La idea era usar luego ese conocimiento como campo conocido de una analogía que posibilitase a los alumnos aproximarse al concepto de fuerza gravitatoria. Así lo hicimos. Nos propusimos que los niños pensasen en la existencia de fuerzas aplicadas a distancia, a partir del reconocimiento de los efectos ya estudiados en las fuerzas de contacto.

Tomamos algunas decisiones didácticas:

- Proporcionar materiales que respondiesen a los imanes para centrar el trabajo en los efectos de la fuerza magnética, y no en el magnetismo.
- Favorecer la construcción y el uso de analogías.
- Propiciar la comparación con las fuerzas de contacto.

La primera actividad fue un juego libre para explorar el material. Algunos grupos disponían de un juego didáctico con imanes, a otros se les proporcionaron imanes de parlantes, de radios, autitos, rulemanes, clips... La situación fue diferente dependiendo del material utilizado. En el juego didáctico, los imanes no son visibles, lo que requirió una reflexión mayor por parte del niño.



Cuando utilizaron autitos e imanes, identificaron los imanes, conocían sus efectos y manipularon los materiales sin dificultad. Se les pidió que eligiesen algo de lo hecho para mostrar a la clase. A través de preguntas orientadoras, el docente buscó la descripción de lo que hicieron y su explicación. ¿Qué hicieron?, ¿cómo lo lograron?, ¿dónde colocaban el imán?, ¿qué pasó?, ¿por qué creen que sucedió?, ¿el imán hace fuerza?, ¿cómo lo saben?... Hizo observar cada vez que la fuerza se aplicó “desde lejos, sin tocar”; solicitó que identificasen y nombrasen el cambio ocasionado en el movimiento.

Maestra: *—¿Qué hace el imán?*

Lucas: *—Aplica una fuerza hacia los metales.*

Schuber: *—No, hacia arriba.*

Alfonso: *—Tenés razón, las cosas se van para arriba.*

Ignacio: *—¿Viste?, hace una fuerza metálica.*

Maestra: *—¿Cómo?*

Ignacio: *—Y... sí, si atrae metales, la fuerza es metálica.*



Posteriormente se trabaja en cuatro pequeños grupos. A cada uno se le asigna un efecto: poner en movimiento, detener, cambiar la dirección, cambiar la rapidez. Se les pide que averigüen si la fuerza que aplican los imanes puede producir esos efectos, que busquen cómo obtenerlos. Es importante probar previamente los materiales a entregar a cada grupo, asegurarse de que la

potencia del imán y los objetos metálicos seleccionados posibiliten la interacción pedida.



Tomar como base los efectos ocasionados por las fuerzas de contacto, ya conocidos, fue decisivo para comenzar a conceptualizar la existencia de fuerzas que se aplican a distancia.

La secuencia tuvo una actividad de cierre. Se formaron cuatro equipos. Se repartieron láminas de diferentes situaciones en las que hay fuerzas aplicadas. Se les propuso que las observaran y dialogaran sobre el tipo de fuerzas que pudieran identificar, la intención de este trabajo grupal era posibilitar la circulación de la información y el establecimiento de acuerdos. Luego se les presentó un papelógrafo con el esquema, similar al que inicia este artículo, que había sido elaborado durante la secuencia, con el tipo de fuerzas y los efectos que ocasionan. Se les pidió que acordaran el lugar donde pondrían cada lámina. Fue muy interesante el intercambio logrado, ya que en muchas de las láminas se podía identificar más de un efecto. Esto llevó a defender cada posición, a argumentar. 

Referencia bibliográfica

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; ANTÚNEZ, Nélica; BENECH, Adela; BUGANI, Mariángeles; CICERCHIA, Cecilia; DE PAULA, Selva; DE SOUZA, Jorge; ETCHARTEA, Andrea; GARCÍA, Ana Laura; GARCÍA, Juan Pablo; GESUELE, Cecilia; HERNÁNDEZ, Cinkia; ITHURRALDE, Sylvia; PERAZZA, Patricia (2014): “Enseñar Mecánica a escolares. Aporte histórico epistemológico a su didáctica” en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 128 (Diciembre), pp. 59-67. Montevideo: FUM-TEP.