

Las energías mecánicas

Energía potencial gravitatoria

Ángela Escobar | Cecilia Gesuele | Claudia González | Pablo Meneses | Patricia Perazza | Cecilia Torres |
Maestros. Integrantes del Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Revista *QUEHACER EDUCATIVO*.

Si bien la energía es un concepto fundamental para la ciencia, no es sencillo definirla.

«Es importante darse cuenta que en la física actual no sabemos lo que la energía es. No tenemos un modelo de energía formada por pequeñas gotas de un tamaño definido. No es así. [...] Es algo abstracto [...]»
(Feynman, 1998:103-104)

Un poco de historia...

Desde fines del siglo XVIII, a partir de la creación de la máquina a vapor, los científicos han buscado entender diferentes fenómenos como el movimiento, el calor, la luz, la electricidad, la fuerza que mantiene unidas las sustancias, etcétera. En esta búsqueda comprendieron que muchos de estos fenómenos eran diferentes manifestaciones de energía.

La palabra “energía” proviene del griego *en-ergon*, significa “en actividad”. En la antigua Grecia, Aristóteles (384-322 a. C.) llamaba *enérgeia* a aquello que hacía que algo pudiera realizar una acción y causar un efecto. El matemático alemán Gottfried Leibniz (1646-1716) introdujo la idea de *vis-viva* o *fuerza viva*, precursora directa del concepto moderno de energía. Este término fue reemplazado por el de *energía* por el físico inglés Thomas Young (1773-1829); en ese momento, Europa era el principal escenario del proceso de revolución

industrial. A partir de muchas investigaciones, el término energía se extendió a todo tipo de fenómeno físico en el que se producen cambios o transformaciones, se la asoció con ellos para caracterizarlos y comprenderlos.

Para comenzar a pensar juntos

El concepto “energía” es uno de los tres conceptos inclusores del Área del Conocimiento de la Naturaleza: seres vivos, materia y energía.

*«A partir de primer grado aparece distintivamente la idea de **energía**. Aunque este concepto se vincula en la propuesta programática con diferentes aspectos de la Física –calor y temperatura, electricidad... – se lo usa muy fuertemente en sexto grado para volver a mirar la Mecánica y estudiar el movimiento de una manera más abstracta y general. Así se proponen las nociones de energía mecánica, cinética y potencial para “revisitar” los movimientos ya estudiados y entenderlos ahora en términos de trabajo y energía.»* (Adúriz-Bravo et al., 2014:63)

«La energía y su conservación. Las transformaciones de energías mecánicas.

- La energía cinética.
 - La energía potencial gravitatoria.
 - La energía potencial elástica.»
- (ANEP. CEP, 2009:210)



En este artículo, completando la secuencia institucional que nos planteamos en el equipo, abordaremos una de las energías mecánicas: la *energía potencial gravitatoria*. A partir de la interrogante: ¿Cuál es el camino más apropiado para permitir la construcción del concepto por parte de los niños?, les proponemos un posible recorrido que, como docentes de sexto grado, hemos puesto en marcha.

Buscamos introducir la reflexión sobre la concepción de ciencia implícita en nuestras prácticas, de modo de permitir a los alumnos acercarse a las características del hacer científico, a las dificultades que atraviesa y a los procesos que utiliza para elaborar el conocimiento, así como aproximarlos al conocimiento disciplinar.

Por un lado, centraremos la atención en esos procesos reales que generan nuevas ideas, hipótesis, con sus componentes psicológicos y sociales –el llamado contexto de descubrimiento o de elaboración de la actividad científica–; y por otro, nos permitiremos recrear en el aula los que sean posibles, facilitando en los alumnos las condiciones para comprender la justificación de los conocimientos.

«La ciencia no es más que un modo de conocer la realidad. Según este modo, lo esencial no es qué sabemos sino cómo llegamos a saberlo.» (Golombek, 2009:15)

El pensar sobre los procesos, el ser participantes activos en el análisis y en la elaboración de explicaciones tentativas tiene un gran valor, ya que habilita la extrapolación de actitudes propias de la ciencia hacia la comprensión del mundo. Priorizar el pensamiento en la enseñanza de las ciencias lleva a una mejor comprensión e interacción con el mundo que nos rodea.

En cuanto al conocimiento disciplinar vamos a compartir algunas ideas que pueden ser importantes a la hora de pensar su enseñanza.

1. La *energía mecánica* es la que asociamos al estado de un sistema, ya sea a su reposo, movimiento o posición en relación a otro. Al delinear las rutas de intervención es importante pensar y puntualizar qué recorte del sistema estamos analizando, qué elementos estamos considerando y cuáles no, entre quiénes estamos estableciendo una relación de posición.
2. La *energía potencial* que tiene un objeto depende de esa posición relativa dentro del sistema. Llamamos *energía potencial gravitatoria* a la energía que tiene un objeto debido a su posición en el espacio con relación a la Tierra. Esta energía aumenta con la altura sobre la superficie y con la masa del objeto considerado.

En acción...

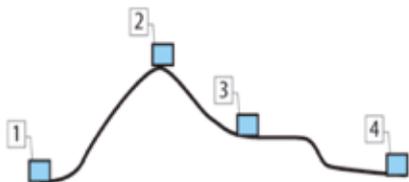
Actividad de apertura

A diario nos enfrentamos a problemas que no podemos resolver en el momento, por no contar con los conocimientos necesarios para ello. Estos problemas deberían habilitar pensamiento, crear de contextos de enseñanza. Creado ese contexto, debemos intervenir para que los niños analicen el problema, lo hagan suyo, busquen soluciones alternativas, posibles explicaciones, que luego pondrán a prueba.

«El problema es el generador del conflicto, es el que desencadena estrategias metodológicas que exigen, del sujeto que lo asume como tal, poner el pensamiento en acción.» (Dibarboure, 2009:272)

Para crear el contexto de enseñanza consideramos pertinente tomar la propuesta del ítem N° 17 de la evaluación en línea (SEA, 2012), que recrea un contexto de experiencia lúdica, posiblemente vivida por ellos. Fue la *actividad indagatoria* de la secuencia. Cada alumno debió resolver a partir de un esquema de una montaña rusa con un carrito en diferentes posiciones, el lugar en el cual tendría mayor *energía potencial gravitatoria*.

En un parque de diversiones, Marcos observa el recorrido del carrito sobre la montaña rusa y representa, en un dibujo, cuatro momentos del recorrido.



El carrito que se desplaza por el riel, tiene mayor cantidad de energía potencial gravitatoria con respecto al nivel del piso, cuando:

- A) inicia el recorrido (en 1).
- B) está a mayor altura (en 2).
- C) se mueve a mayor velocidad (en 3).
- D) se detiene (en 4).

La actividad se propuso en seis clases de sexto grado, en el mes de marzo, en cinco departamentos del país, en Escuelas Comunes, Habilitadas de Práctica, de Práctica y A.PR.EN.D.E.R. En ninguna se indagó previamente la conceptualización de energía que los niños manejaban ni la de potencial. Aunque en un comienzo temimos que la actividad no los involucrara, la realidad nos mostró que se interesaron y la resolvieron sin hacer una sola pregunta.



Parecía que no había sido un problema para ellos.

«Es una situación o conflicto para el que no tenemos una respuesta inmediata (...) incluso, ni siquiera sabemos qué información necesitamos para conseguir una respuesta. El problema se sitúa exactamente más allá de lo que nosotros entendemos del mundo.» (Garret, 1995:9)

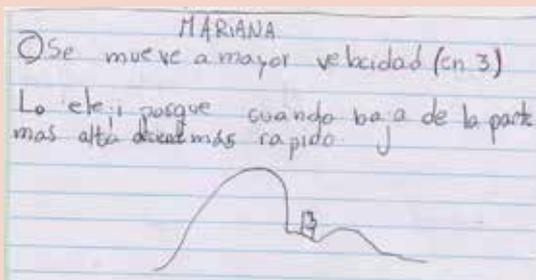
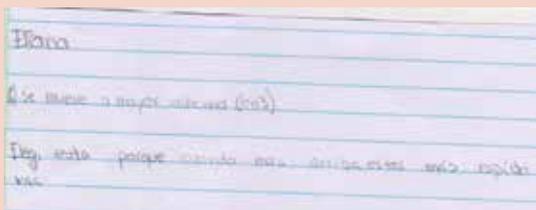
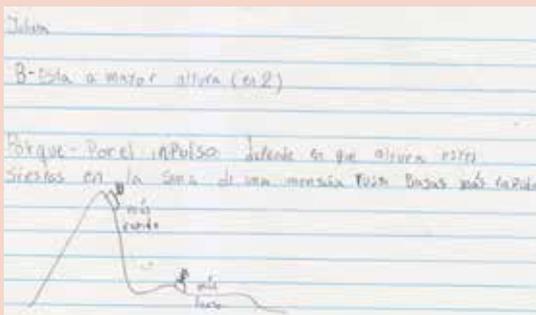
Al aplicar las categorías de análisis que nos proporciona el SEA obtuvimos los siguientes resultados:

MOMENTO	CATEGORÍA	Nº DE ALUMNOS
1	No tienen en cuenta que la energía potencial gravitatoria depende de la altura con respecto al nivel del piso.	20
2	Identifican la variable altura.	62
3	Confunden energía potencial gravitatoria con energía cinética.	72
4	No tienen en cuenta que la energía potencial gravitatoria depende de la altura con respecto al nivel del piso.	2

Nuestra intención no era evaluar un conocimiento impartido, sino que estábamos indagando para luego enseñar, por eso era relevante una segunda lectura de esas categorías y esos resultados. ¿Por qué habían optado por determinado momento del recorrido? ¿Qué conocimientos habían usado para decidir? ¿Qué sabían de energía potencial?, ¿y de energía cinética? ¿Era realmente indistinto para ellos el momento 1 que el 4? ¿Cuál era la diferencia? ¿Por qué solo dos habían elegido el 4? ¿Identificaban la variable altura?, ¿para qué situación era una variable? ¿Cómo debíamos leer las opciones hechas? ¿Qué significados le habían atribuido a *energía*, a *potencial* y a *gravitatoria*? ¿Habían optado considerando toda la expresión o solo alguna de las palabras?

En ese momento era necesario que expresaran sus ideas. En algunos grupos se les pidió que explicasen su opción por escrito. Al leerlos, hicimos una primera categorización:

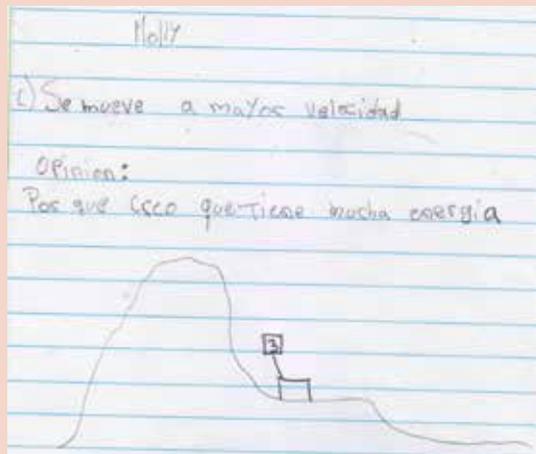
- ▶ Se basan en su experiencia para responder.



Lo interesante es que usan la misma explicación para dos opciones diferentes; mientras que unos se centran en la mayor velocidad y eligen la posición 3 del carro, otros explicitan que esa mayor velocidad se debe a una mayor altura y optan por la posición 2. Se trata de alumnos que han subido a una montaña rusa.

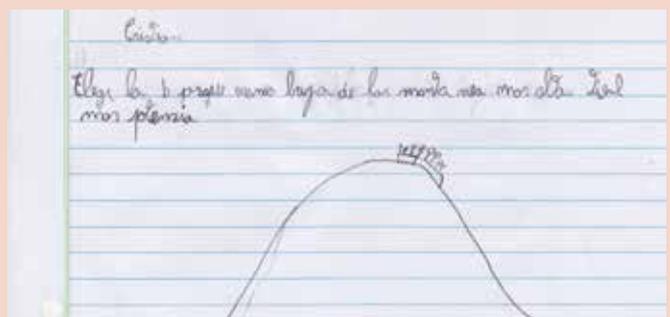
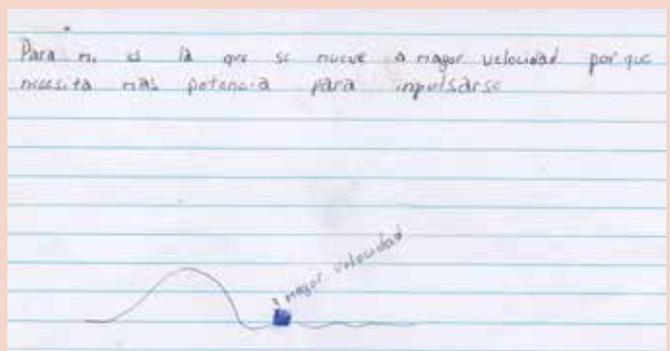
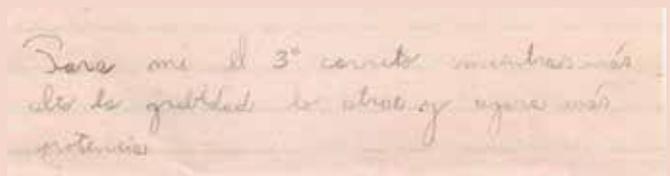
- ▶ Centran su explicación en alguna palabra de la expresión “energía potencial gravitatoria”.

- Clave: *energía*



Le atribuye a *energía* un significado cotidiano; si se tiene energía, se pueden hacer cosas como moverse rápido.

- Clave: *potencia*



Nuevamente el mismo argumento para dos opciones diferentes. *Potencial* lo transforman en *potencia*, fuerza que da impulso y logra mayor velocidad. Esa potencia es mayor si se parte de mayor altura.

- Clave: *gravedad*

Nombre: **Rosana H.**

C: Se mueve a mayor velocidad porque el carrito va lo más alto que pudo, y la gravedad le trajo a mayor velocidad para abajo.

Nombre: **Geovana**

Opción: **B) Esto en mayor altura (402)**

Explicación: La elegí porque en el texto dice "potencial gravitatoria" lo que explica que se mueva.

La gravedad es la fuerza que me atrae abajo y por eso es el 2

(La potencia más alta) tiene mayor potencia gravitatoria

En estos planteos, la altura del carrito –correctamente relacionada con la fuerza de gravedad– es usada para fundamentar las dos opciones.

En otros grupos se propició una instancia grupal, en la que los alumnos explicitaron las razones que los llevaron a optar por uno u otro momento del recorrido del carro como el de mayor energía potencial gravitatoria. Se registraron las palabras clave que iban surgiendo en las diferentes explicaciones tentativas aportadas por ellos. Se confrontaron las dos opciones mayoritarias intentando generar un conflicto cognitivo.

Argumentos...

Opción 3

La energía hace que se mueva más rápido.

El carrito va lo más alto que pudo y la gravedad lo trajo a mucha velocidad hacia abajo.

Necesita potencia para impulsarse.

Se mueve a más velocidad, tiene más energía.

Opción 2

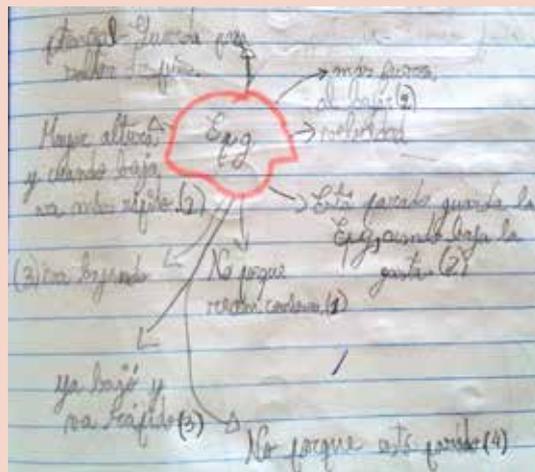
Tiene que ver con la altura.

Cuanto más alto, más energía gravitatoria.

Más altura, más potencia.

Si estás en la cima de la montaña rusa, bajas más rápido.

Fragmento de registro docente

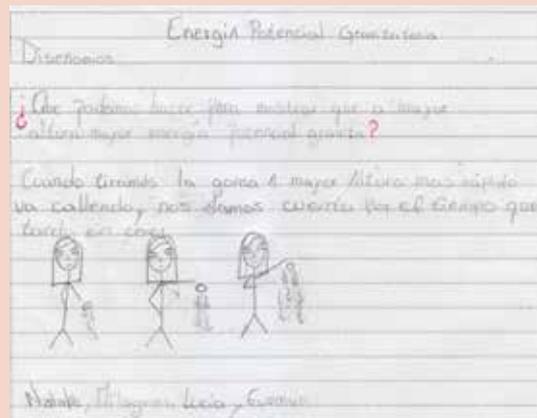
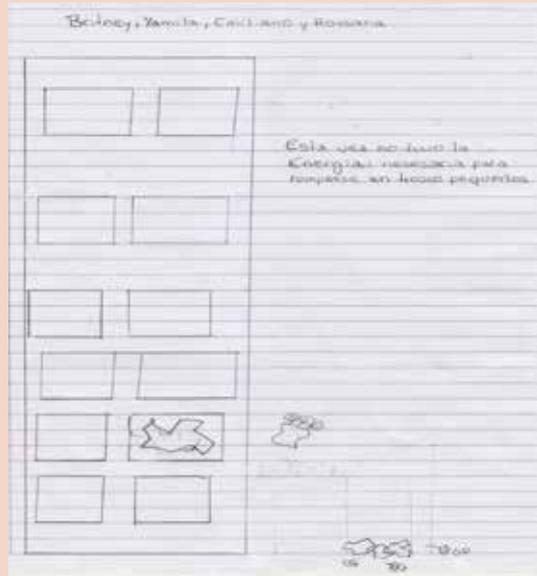
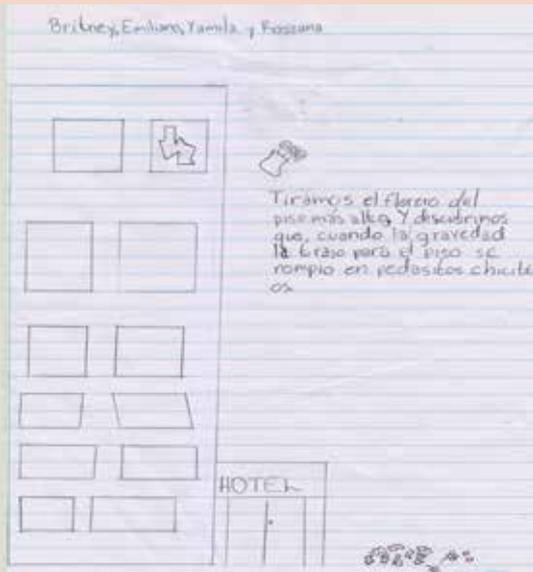


Actividades de desarrollo

Era necesario gestionar situaciones que permitieran formular un problema o plantear preguntas que pudiesen ser investigadas. Desde aquí, los recorridos fueron diferentes en alguno de los grupos.

“Luego del intercambio oral sobre lo que ocurría con el carrito y las razones dadas por la mayoría en relación a la altura, acordamos que para ellos la altura determinaba la cantidad de energía potencial que el carrito tenía, por eso habían elegido la opción 2. Utilizamos esa terminología en función de lo pedido en el ítem 17 y con las connotaciones que cada uno le daba. En este marco les pedí que en equipos de 4 o 5 integrantes pensarán una situación que nos permitiera demostrar que: ‘si tiene más altura, tiene más energía potencial gravitatoria’. [...] Para darse cuenta de que la energía potencial gravitatoria es mayor, algunos la asociaron a la velocidad con que desciende, ‘demora menos o más tiempo en caer’; otros a lo que le pasa al elemento, ‘se va a romper más’. Un alumno trajo la idea de que eso sucede con los meteoritos, cuanto más energía traen, más huella dejan. [...] Intercambiamos las distintas propuestas, descartando aquellas que según el análisis colectivo, no daban cuenta de la propuesta.”

Fragmento de registro docente



En otros grupos, la palabra clave había sido “*gravedad*”. Se recuperan los conocimientos que los niños poseen, se enfatiza “*fuerza de atracción hacia el centro de la Tierra*”, lo que permite dejar de lado los rieles de la montaña rusa y considerar en el sistema solamente la posición del carrito en relación al suelo.

“Pensamos juntos en la posibilidad de que el carrito cayera desde las diferentes posiciones marcadas, ¿qué pasaría?, ¿todas las caídas serían iguales?, ¿tendrían las mismas consecuencias para el carrito y el piso?”

Fragmento de registro docente

Se buscaron formas de representar las ideas surgidas, de ponerlas en práctica y analizarlas con el objetivo de problematizar lo pensado. ¿Cómo comprobar que la altura de un objeto sobre el suelo aumenta su energía potencial

gravitatoria? No fue tarea sencilla elaborar entre todos una pregunta investigable a partir de esta pregunta-problema. Fue necesario trabajar la idea de experimentar, definir el sistema, analizar las variables intervinientes, elegir la variable dependiente y establecer la relación esperada con la variable independiente, discutir las mediciones necesarias, su registro, entre otros aspectos. La pregunta investigable debía ser lo más concreta posible.

«Formular una pregunta investigable requiere aplicar conocimientos sobre cómo se genera la ciencia y, en concreto, sobre qué es una variable y la distinción entre las que varían y las que se controlan en un experimento, y sobre cómo diseñar procesos para recoger datos. Pero al mismo tiempo, se necesitan conocimientos teóricos –ya sean alternativos o validados por la ciencia

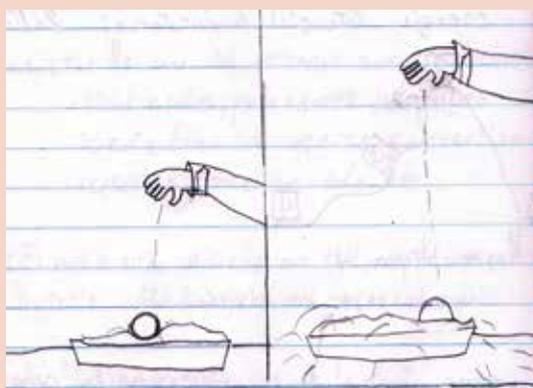
actual- para que la pregunta tenga sentido. (...) una pregunta se puede descomponer en una parte que recoge una información o saber que se presupone y otra que se refiere a la información que se quiere saber.

[...] la indagación científica no se puede reducir a encontrar una respuesta de forma experimental, sino que requiere generar o revisar conocimientos que posibiliten plantear bien la pregunta e interpretar los resultados.» (Sanmartí y Márquez, 2012:29-30)

No fue tarea sencilla que expresaran la idea que circulaba entre ellos, “medir” la energía por el efecto que ocasionaba. Si la huella que deja un objeto al caer es más profunda o se rompe más cuando aumenta la altura de la que cae, quiere decir que a mayor altura posee mayor energía. Más difícil aún fue concretar una pregunta que pudieran investigar.

¿Es más profunda la huella que deja un objeto al caer cuando aumenta la altura desde la que cae?

Finalmente diseñaron y realizaron el experimento.



Luego se introdujo como variable la masa, en este caso dos piedras que fueron arrojadas desde las mismas alturas que en el experimento anterior, en otra bandeja. “¿Viste?, desde las mismas alturas la más pesada marcó siempre más la harina.”



Era el momento de buscar evidencias similares en lo cotidiano, relacionarlas y dar razones. “La pelota está parada, guarda energía y cuando baja, la gasta.” “Claro, guarda para soltarla después.”

Las actividades previstas continuaban con una adecuación del significado de “potencial” al contexto de enseñanza y una primera aproximación a “energía” en el ámbito de la Física. Algunos docentes nos decidimos por plantearles la búsqueda de información, su interpretación y puesta en uso. Otros optamos por adaptar textos o crearlos. También pensamos en la posibilidad de trabajar “potencial” a partir del análisis de situaciones. La idea era reflexionar sobre la transformación que se daba en el sistema considerado. Por los plazos de entrega de este artículo, no fue posible.

Sí consideramos oportuno introducir actividades prácticas de los diferentes portales educativos que permitieran la utilización del concepto trabajado, así como la interacción con los simuladores, con el objetivo de profundizar el conocimiento.

Actividad de cierre

Propusimos una actividad de escritura. Partimos de la premisa de que comunicar lo realizado, con un lenguaje específico de las ciencias, permite poner en juego los conocimientos adquiridos. Vemos en el lenguaje un medio no solo para expresar ideas, sino para construirlas.

Pensar en metodologías científicas escolares al enseñar ciencias supone:

«Plantearse preguntas relevantes sobre el mundo natural. [...] Construir respuestas inventivas y provisionales para esas preguntas. [...] Diseñar formas de intervención activa sobre la realidad. [...] Comunicar lo hecho con lenguajes específicos.» (Adúriz Bravo, 2008:56)

Retomamos la propuesta del SEA para repensarla luego del recorrido teórico y práctico realizado. La consigna dada fue: *Explica por qué en el segundo momento del recorrido, el carrito posee mayor energía potencial gravitatoria.*

Al volver a plantearles la situación de la montaña rusa las respuestas fueron:

- El 2 viene con más velocidad desde arriba por la altura.
- Tiene mayor en el 2 porque está arriba, porque cuando baja es energía cinética.
- Para mí la energía potencial gravitatoria es cuando el carrito está más arriba porque tiene la energía de la gravedad. Es el que tiene más energía potencial porque está más arriba.
- Tiene más energía potencial porque es la energía almacenada en un cuerpo, influye la gravedad a más altura.
- De seguro el 2 porque cuando el carrito sube la montaña va más lento y cuando sube hasta arriba se ve que después baja más rápido.
- Es el 2 porque está a mayor altura y al caer se forma la gravedad entre el 2 y el 3.
- Cuando va más alto aumenta la potencia, al final hay menos potencia.
- Es el 2 porque es el que agarra más energía porque está a mayor altura.
- Cuando está a mayor altura porque cuando baja es cinética.
- En el 2 porque tiene más energía potencial y fluye la gravedad.
- En el 2 el carrito tiene mayor cantidad de energía potencial porque está en la parte más alta.
- Mientras más alto está, más energía acumula el carrito. Por eso cuando baja va más rápido. Es como el experimento que hicimos con la piedra, mientras más alto la tirábamos, más profunda era la huella.
- Porque gravitatoria es igual a altura y cuando está en la altura expulsa toda su energía potencial que se transforma en energía cinética.

Fragmento de registro docente

El carrito tiene mayor energía potencial gravitatoria en el punto 2 porque, al caer, tiene la capacidad de hacer trabajo (puede romper el piso, etc.)
Cuando el carrito está por caer, tiene acumulada energía potencial gravitatoria, cuando cae, va perdiendo energía potencial gravitatoria, y gana energía potencial cinética.
Una vez en el piso, pierde la energía potencial cinética, y queda en el punto cero.

El carrito tiene mayor energía potencial gravitatoria en el punto 2 porque, al caer, tiene la capacidad de hacer trabajo (puede romper el piso, etc.)
Cuando el carrito está por caer, tiene acumulada energía potencial gravitatoria, cuando cae, va perdiendo energía potencial gravitatoria, y gana energía potencial cinética.
Una vez en el piso, pierde la energía potencial cinética, y queda en el punto cero.

R) En el segundo momento posee mayor energía potencial gravitatoria porque está a mayor altura y el piso lo atrae con más fuerza de gravedad.

Encontramos algunos avances, quizás no tantos. Enseñar y aprender sobre energía es una tarea que recién iniciamos e iremos retomando a lo largo del año. La energía no es algo concreto que podamos ver o tocar directamente. Es una propiedad abstracta de los sistemas, que nos sirve para caracterizarlos y entenderlos, para poder reflexionar sobre su “capacidad de hacer”. Es una idea para pensar y explicar la realidad natural. Como si eso no fuese suficiente, las energías potenciales son energías que tienen la posibilidad, la potencialidad de ser usadas y producir efectos visibles, pero mientras tanto son energías escondidas en el sistema, que se pueden “liberar” súbitamente, transfiriéndose o transformándose. Las reconocemos indirectamente por sus efectos. 

Referencias bibliográficas

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2008): “¿Existirá el ‘método científico’?” en L. R. Galagovsky (coord.): *¿Qué tienen de “naturales” las ciencias naturales?* Buenos Aires: Ed. Biblos. Colección Respuestas.
- 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.
- ANEP. CEP. República Oriental del Uruguay (2009): *Programa de Educación Inicial y Primaria. Año 2008*. En línea (Tercera edición, año 2013): http://www.cep.edu.uy/archivos/programaescolar/ProgramaEscolar_14-6.pdf
- DIBARBOURE, María (2009): *...y sin embargo se puede enseñar ciencias naturales*. Montevideo: Ed. Santillana S. A. Serie Praxis. Aula XXI.
- FEYNMAN, Richard P. (1998): *Seis piezas fáciles. La física explicada por un genio*. Barcelona: Crítica (Grijalbo Mondadori).
- GARRET, Roger M. (1995): “Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias” en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 5: *La resolución de problemas* (Julio, Agosto, Setiembre), pp. 6-15. Barcelona: Ed. Graó.
- GOLOMBEK, Diego A. (2008): “Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. Documento básico” en *IV Foro Latinoamericano de Educación. Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*. Buenos Aires: Fundación Santillana. En línea: <http://www.oei.es/salactsi/4FOROdoc-basico2.pdf>
- SANMARTÍ, Neus; MÁRQUEZ BARGALLÓ, Conxita (2012): “Enseñar a plantear preguntas investigables” en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 70: *Hacia la competencia científica* (Enero, Febrero, Marzo), pp. 27-36. Barcelona: Ed. Graó. En línea: <http://gent.uab.cat/conxitamarquez/sites/gent.uab.cat/conxitamarquez/files/Ense%C3%B1a%20plantear%20preguntas%20investigables.pdf>
- SEA (Sistema de Evaluación de Aprendizaje) (2012): *Prueba de Ciencias con perfiles. Para 6° año*. En línea: <http://www.anep.edu.uy/sea/wp-content/uploads/2013/02/Prueba-ciencias-6-a%C3%B1o-2012-con-perfiles.pdf>

Bibliografía recomendada para la enseñanza de Física Mecánica en la escuela

Maestra Sylvia Ithurralde

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2007): "La energía, cambios y movimientos". Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Serie Cuadernos para el aula. Docentes. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. En línea: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002710.pdf>

ADÚRIZ-BRAVO, Agustín (2007): "La energía, cambios y movimientos". Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Serie Cuadernos para el aula. Estudiantes. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. En línea: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002713.pdf>

ARISTEGUI, Rosana; BAREDES, Carla; BOSACK, Alejandro; FRANCO, Ricardo; JAUL, Mariana; MORALES, Edith; SILVA, Adrián; TADDEI, Federico (2001): *Fisicoquímica*. Buenos Aires: Ed. Santillana.

BAHAMONDE, Nora; BELTRÁN, María Amalia; BULWIK, Marta; PERLMUTER, Silvana; TIGNANELLI, Horacio (2007): "Ciencias Naturales 2". Primer Ciclo EGB / Nivel Primario. Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Serie de Cuadernos para el aula. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. En línea: ftp://ftp.me.gov.ar/curriform/nap/2do_natura.pdf

BAHAMONDE, Nora; BULWIK, Marta; CACCIA, Marta; CORVACHO, Verónica; PAOLOANTONIO, Santiago; RODRÍGUEZ, Mariana; TIGNANELLI, Horacio; UTGES, Graciela (2007): "Ciencias Naturales 5". Segundo Ciclo EGB / Nivel Primario. Núcleos de Aprendizajes Prioritarios. Serie de Cuadernos para el aula. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación. En línea: http://www.me.gov.ar/curriform/nap/natu5_final.pdf

BLANCO, Rudemar Ernesto (2012): "La Física y los niños: dos anécdotas y algunas ideas" en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 112 (Abril), pp. 64-67. Montevideo: FUM-TEP.

DIBARBOURE, María (2003): "La experimentación en el aula" en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 58 (Abril), pp. 39-42. Montevideo: FUM-TEP.

DIBARBOURE, María (2004): "El movimiento... una temática ausente en el programa escolar" en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 63 (Febrero), pp. 42-43. Montevideo: FUM-TEP.

DIBARBOURE, María (2004): "El movimiento... (2ª parte). De cómo la Tierra se puso a girar en torno al Sol" en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 64 (Abril), pp. 15-19. Montevideo: FUM-TEP.

DIBARBOURE, María (2009): *...y sin embargo se puede enseñar ciencias naturales*. Montevideo: Ed. Santillana S. A. Serie Praxis. Aula XXI.

DOMÍNGUEZ, María Alejandra; STIPCICH, María Silvia (2010): "Una propuesta didáctica para negociar significados acerca del concepto de energía" en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 7, N° 1, pp. 75-92. En línea: <http://reuredc.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/26/24>

GELLON, Gabriel; ROSENVASSER FEHER, Elsa; FURMAN, Melina; GOLOMBEK, Diego (2005): *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires: Ed. Paidós. Colección: Cuestiones de educación.

HEWITT, Paul G. (1999): *Física conceptual*. México: Ed. Prentice Hall.

INFANZÓN, Gabriela; MAQUELO, Yesica; ASEGUIN, Raúl; PETEAU, Claudia; TISSON, Laura; GRECO, Marcela (2012): "Primeras conceptualizaciones en Física. Reconociendo los tipos de movimientos de nuestro alrededor". Profesorado de Biología, Instituto Superior de Formación Docente N° 99. Alejandro Korn, Provincia de Buenos Aires.

LOZANO, Oscar; GARCIA-MOLINA, Rafael; SOLBES, Jordi (2007): "Cuatro juegos que ilustran la conservación de la energía" en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 54 (Octubre), pp. 115-118. En línea: <http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/TeachPubl/Alambique54%282007%29115-JuegosConservacionEnergia.pdf>

MARTÍNEZ LOSADA, Cristina; RIVADULLA, Juan Carlos (2015): "¿Cómo progresar en la enseñanza de la energía? Una propuesta para discutir" en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, N° 79 (Enero), pp. 17-24. En línea: <http://www.flipsnack.com/josemanagutierrez/cristina-martinez-como-progresar-en-la-ensenanza-de-la-energia.html>

MARTÍNEZ SALCEDO, Diana Paola (2013): "Propuesta de enseñanza y aprendizaje del concepto "Fuerza" para niños de quinto grado de educación básica primaria" en *Universidad Nacional de Colombia*. En línea: <http://www.bdigital.unal.edu.co/10476/1/41947735.2013.pdf>

PECKER, Jean-Claude (2004): "De cómo la Tierra se puso a girar en torno al Sol o Copérnico contado a los niños" en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 63 (Febrero), pp. 44-50. Montevideo: FUM-TEP.

POSTIGO FERNÁNDEZ, David; GRECA, Ileana María (2014): "Uso de la metodología de la indagación para la enseñanza de nociones sobre fuerzas en primer ciclo de la escuela primaria" en *Revista de Enseñanza de la Física*, Vol. 26, No. Extra (Diciembre), pp. 265-273. En línea: <http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9762/10498>

QUEVEDO INFANTE, María Guadalupe (2010): "Cómo enseñar la ley de la gravedad a niños de preescolar". México: Universidad Pedagógica Nacional. En línea: <http://200.23.113.59/pdf/27711.pdf>

RODRÍGUEZ, Dinorah *et al.* (2012): "Experimentos y escritura en la clase de ciencias" en *QUEHACER EDUCATIVO*, N° 115 (Octubre), pp. 38-40. Montevideo: FUM-TEP.

TADDEI, Federico (coord.); SOBICO, Cecilia; RIGHINI, Raúl (2011): *Física. La energía [4] ES*. Buenos Aires: Ed. Estrada. Serie Huellas.

UTGES, Graciela; TIGNANELLI, Horacio (2009): "Módulo didáctico para el trabajo en el aula: Sobre fuerzas y acciones mecánicas". Proyecto de Alfabetización Científica. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación. En línea: https://docs.google.com/file/d/0B4i7_8oa0Ofc0ZBYjhdXISNXV5TFNIZkxlOUVIZw/edit

VIAU, Javier E.; ZAMORANO Raúl O.; GIBBS Horacio M.; MORO Lucrecia E. (s/f): "Capacidad generativa de conceptos sobre masa, peso y gravedad de un modelo analógico". En línea: <http://www.feeye.uncu.edu.ar/web/posjornadasinve/area3/Ciencias%20naturales%20y%20su%20didactica/198%20-%20Viau%20y%20Otros%20-%20UN%20Mar%20del%20Plata.pdf>

Webgrafía

Maestra Lucy Ferreira | Integrante del Equipo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias Naturales, Revista *QUEHACER EDUCATIVO*.

Simuladores

"Medida de la gravedad sobre Tierra, Luna y Marte". En línea: http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/animaciones-flash-interactivas/mecanica_fuerzas_gravitacion_energia/masa_peso_dinamometro_tierra_luna_marte.htm

"Montaña rusa (Energía)". En línea: http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/animaciones-flash-interactivas/mecanica_fuerzas_gravitacion_energia/energia_potencial_cinetica_mecanica.htm

"PhEt Interactive simulations". Universidad de Colorado, EE. UU. En línea: <http://phet.colorado.edu/en/simulations/translated/es>

"Mi sistema solar". En línea: http://phet.colorado.edu/sims/my-solar-system/my-solar-system_es.html

"Relatividad del movimiento. Sistema de referencia". En línea: http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/animaciones-flash-interactivas/mecanica_fuerzas_gravitacion_energia/relatividad_del_movimiento_sistema_de_referencia.htm

Videos

"Caída libre: deducción de Galileo". En línea: https://www.youtube.com/watch?v=xGERI2_Xc1c

"Cantinflas - La Ley de Gravedad". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=uhYbtbH7Fsc>

"Efectos de la fuerza.mov". En línea: https://www.youtube.com/watch?v=2JL_4vzq80

https://www.youtube.com/watch?v=2JL_4vzq80

"El martillo y la pluma en la Luna". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=JLs0XyFwehE>

"La caída libre". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=xwAVXY-IT8M>

"La gravedad del universo". Documental completo en español. En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=DuDs69Xfeh1>

"La gravitación universal". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=DiCUdXubZ0>

"La Primera Ley de Newton". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=umX-Cq5t0os&list=PL87A474E2645CEB05>

"Las Tres Leyes de Newton". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=5o1EL2lFLOE&list=PL79E4B64F1E55AC69>

"Segunda Ley de Newton". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=Huj224SKR1E&list=PL87A474E2645CEB05&index=2>

"Tercera Ley de Newton". En línea: <https://www.youtube.com/watch?v=yHM3mq4WqDQ&list=PL87A474E2645CEB05&index=3>

"Superhéroes de la Física". En línea: <https://www.youtube.com/results?q=superh%C3%A9roes+de+la+F%C3%ADsica>

"Superhéroes de la Física". En línea: <https://www.youtube.com/user/tvsuperf%C3%ADsica/videos>