

LA EXPERIENCIA Y SU IMPORTANCIA EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE

DOMINGUEZ, Federico Daniel

Colegio Nuestra Señora de Loreto, Córdoba

Profesor Guía: POLO, Sergio Antonio

INTRODUCCIÓN

No había acabado aún de leer las bases y condiciones de la selección y ya estaba pensando qué tema de física podría tratar en el trabajo. Seré sincero: pensé de todo, desde la teoría de la relatividad hasta los principios de la mecánica cuántica. Durante varios días, quizá semanas, rondaron por mi cabeza mil ideas, una más irrealizable que la otra. Y en una de esas tantas tardes en las que divagaba, mi profesor de Física entregó las notas de la primera evaluación del año, la cual giraba en torno a la segunda ley de Newton. Los resultados me sorprendieron: la cantidad de aprobados se contaba con los dedos de una mano... Esto me llevó a pensar ¿Tiene sentido desarrollar un tema de una complejidad considerable cuando el grueso de los estudiantes del nivel medio no comprenden siquiera los principios básicos y elementales de la mecánica newtoniana? Conversando con mis compañeros, el panorama empeoró: los que habían aprobado, lo habían logrado gracias a una habilidad matemática cuasi virgen para reemplazar números en fórmulas, memorias paquidérmicas e, incluso, velocidades y astucias supremas para sacar hojas de debajo del banco. Pero ninguno comprendía que, por ejemplo, al aumentar la masa de un objeto, la aceleración del mismo es menor si la fuerza que se le aplica se mantiene constante (para ser sincero, casi ninguno entiende qué es masa, qué es fuerza y mucho menos qué es aceleración). A esto se ha reducido la Física en mi colegio: a reemplazar números, a memorizar, a copiar (digo en *mi* colegio porque desconozco la situación de los colegios del resto del país, aunque sospecho seriamente de que mi institución no es la única que sufre esto).

Fue en base a esta situación escolar que se pensó el trabajo, siempre con la idea de que la dificultad que representa la Física no se debe a deficiencias mentales de los alumnos ni a una extrema complejidad de la ciencia. Se debe, simplemente, a que no se logró dar aún con la manera adecuada de enseñarla.

Federico Domínguez

Siempre me llamó la atención la poca importancia que la mayoría de la gente le da a las ciencias naturales, en especial, a la Física. Poca importancia que, para ser exactos, tiende a ser total indiferencia e, incluso, rechazo visceral. Es algo que, personalmente, me cuesta mucho entender, cómo alguien puede sentir mayor interés por cuestiones que, sin desmerecerlas, son lejanísimas, y poco tienen que ver con nuestra vida. Pareciera que este escaso interés no es algo que esté librado al azar, de lo contrario, el número de personas interesadas sería similar al de las desinteresadas: si alguien tira una moneda treinta veces y sólo una vez se obtiene cara, cualquiera concluiría que la moneda está cargada; si en un curso de treinta alumnos uno solo se interesa por la Física ¿No sería lógico pensar que existen factores responsables de esto? Algo debe haber, que se contagie, que se herede, que explique esta situación. Algo que es responsable de que la mayor parte de nosotros prefiera informarse de la vida privada de algún famoso, distante a miles de kilómetros, a comprender lo que nos rodea.

Muy a mi pesar, desconozco qué es exactamente ese *algo*. Definirlo, comprenderlo, talvez sea una tarea más propicia para un sociólogo. Aunque puedo decir, vagamente, que en la mayoría de los casos ese algo está estrechamente ligado a la falsa lejanía que revisten las ciencias.

Adrián Paenza, en su libro *Matemática ¿Estás ahí?*, explica con precisión lapidaria que el principal problema en el sistema educativo es que los profesores dan respuestas a preguntas que los alumnos jamás se han hecho. Tener que tolerar esto, dice él, es realmente aburrido. Y tiene razón. ¿O acaso alguien disfruta escuchar hablar acerca de temas que no le interesan? Lo que debemos plantearnos es cómo fomentar ese interés, cómo despertar esa curiosidad innata del ser humano.

Para lograr este interés, es importante todo aquel elemento que haga que el tema trabajado sea más cercano a la realidad del estudiante, es decir, resaltar aquellos nexos que eliminen esa lejanía ficticia. A ningún chico de cinco años le interesará que le hablen de carreras universitarias. Pero la atención será muy distinta a la de un joven de 17 años que aún no definió su vocación y que contempla horrorizado cómo los días de la escuela secundaria se acaban. Es fundamental establecer ese vínculo, esa relación que hace que un tema aparentemente lejano adquiera una repentina cercanía.

Las ciencias naturales, entre ellas la Física, tienen muchas veces por objeto de estudio elementos cotidianos. Aún así, cuesta establecer esa bajada a la realidad, esa vuelta de tuerca que hace que una fórmula pueda ser vista como una verdadera representación de la realidad. Una herramienta valiosa para lograr esto es el experimento, la manifestación explícita del fenómeno estudiado más el soporte teórico que lo sustente. Para poder aplicar un proyecto que incluya estos dos elementos en una escuela secundaria, me parece pertinente tener en cuenta lo siguiente:

- Todos los conceptos deben estar claramente explicados. A menudo, los profesores consideran que definiciones como fuerza, masa o aceleración son bien conocidas, pero esto no es así. Al no dominar conceptos tan fundamentales (considerando que dominar implica no sólo recordar sino también comprender), no se puede avanzar sobre conceptos cada vez más complejos.
- Evitar el uso excesivo de recursos matemáticos. Si bien las formulas y las explicaciones matemáticas aportan exactitud y son una herramienta muy valiosa, centrar la Física en números la aleja de la realidad, transformando así a la más fundamental de las ciencias en un manojo de fórmulas que parecen no ajustarse para nada con la realidad.
- Recurrir constantemente a ejemplos de la realidad, que permitan evidenciar de una manera más explícita el tema tratado. Por ejemplo, si se habla acerca de las ondas sonoras, traer a colación algo tan familiar como la música.
- Hay quienes insisten en acudir constantemente a los “queridos griegos”. Y dicha frase es muy acertada, no por dogmatismo o costumbre, sino porque el grado de sabiduría alcanzado por algunos de ellos es realmente increíble. Me gustaría resaltar en este punto el método de enseñanza de Sócrates. El filósofo griego, mediante preguntas disparadoras, era capaz de hacerle comprender a las personas lo limitado e incierto que era el conocimiento poseído (principio inmortalizado en la frase “Sólo sé que no sé nada”). Superada esta instancia, Sócrates procedía a enseñar a aprender, siempre teniendo en cuenta que **la verdad no puede ser impuesta por el maestro, sino que debe ser reconocida por el alumno**. Este método de

enseñanza puede y debe ser tenido en cuenta en la escuela secundaria, entendiéndose de una vez por todas que la educación es un proceso que requiere de la participación activa del alumno. Con la orientación de un profesor, y ante la presencia de evidencias sólidas surgidas de la experiencia, el alumno será capaz de concluir por él mismo los principios que se pretenden enseñar. El conocimiento ganado de esta manera no se olvida jamás.

- También es importante recordar que, en un curso de aproximadamente treinta personas, los gustos y las preferencias son totalmente diferentes. Ante esta situación, no se puede esperar igual entusiasmo en todos, es lógico pensar que existan personas que no se sientan tan a gusto con las ciencias naturales (esto no representa una abdicación ante la realidad planteada en los párrafos introductorios, sino una comprensión de dicha situación). Por caso, muchos alumnos que sienten gran afinidad por el arte no trabajan cómodos siguiendo los estrictos pasos que impone el método científico. Flexibilizando la forma de trabajar, el alumno puede responder mucho mejor.

En definitiva, el experimento es una instancia clave del aprendizaje, ya que otorga la experiencia requerida para comprender los mecanismos lógicos y empíricos que avalan y sostienen determinado conocimiento. Si a la hora de realizar el experimento, se tienen en cuenta los cinco puntos anteriores, la actividad es aún mucho más rica y beneficiosa. Pero de todos modos, los experimentos no hacen milagros. Es necesario que el tema a desarrollar se corresponda con los conocimientos previos y la capacidad de abstracción de los alumnos. Podemos decir entonces que la elección del tema es también un punto clave.

Un tema que encierra un considerable grado de dificultad para ser comprendido es la Tercera Ley de Newton. Para alguien que ya lo domine, el tema es más bien de carácter sencillo, pero no es éste el caso de la mayor parte de los estudiantes secundarios. El concepto reviste cierta dificultad para ser asimilado, más aún si el análisis es netamente teórico y no se contrasta con la realidad.

Es por esto que decidí basar mi trabajo en este principio de la mecánica. Me parece adecuado que, en el caso de llevar el proyecto al aula, se proceda de la siguiente manera. Primero, la lectura del contenido teórico, que avanza gradualmente en la comprobación lógica del principio. De este modo, el alumno puede ir construyendo él mismo su conocimiento, guiado por el texto. Finalizado el análisis teórico, se procede a la comprobación empírica, que fortalece aún más el conocimiento.

A continuación, se presenta el texto teórico y, luego, la actividad práctica.

EL CONCEPTO PROBLEMÁTICO: PRINCIPIO DE ACCIÓN Y REACCIÓN

A grandes rasgos, podemos decir que aceleración es una variación de velocidad (ya sea de magnitud, dirección o ambas) en un tiempo determinado. Por ejemplo, si una piedra pasa de un estado de reposo a estar en movimiento, podemos decir que la piedra se aceleró, ya que su rapidez (que en un principio era cero), aumentó.

Pero... ¿Puede una piedra acelerarse por sí sola? La respuesta es no*. Ninguna piedra, ni ningún objeto, pueden modificar su velocidad de la nada, sino que esta aceleración es consecuencia de la acción de una fuerza. Si la piedra comenzó a moverse, algo debe haberla empujado o tirado, es decir, una fuerza se le debe haber ejercido. Igualmente, si una piedra que se encontraba en movimiento se detiene, alguna fuerza debe ser responsable de esto ¿O no?

Del mismo modo, el movimiento de la pelota en un partido de fútbol (o de cualquier otro deporte), es consecuencia de haberle aplicado una fuerza, en el caso del fútbol, con el pie. Cuando soltamos una moneda y ésta se cae al suelo, la fuerza que genera esto es la fuerza de la gravedad de nuestro planeta. Si un auto choca contra un árbol, los daños que sufre el último son consecuencia de la fuerza que le ejerce el vehículo.

* Se considera que el alumno que pueda llegar a realizar la actividad posee un conocimiento base, por lo cual no se procede a la explicación de dicha afirmación.

Podríamos seguir agregando miles de ejemplo, pero mejor estudiemos detalladamente el caso de la pelota. Imaginemos que un jugador está a punto de patear un penal. La pelota está en posición de reposo, sobre el suelo, y el hombre, a fin de que la pelota adquiriera un movimiento con dirección al arco, le aplica una fuerza con su pie. La pelota, luego de ser pateada, adquiere una importante aceleración. Pero dejemos a la pelota de lado para centrarnos en el pie del jugador, es decir, el cuerpo que imprimió la fuerza. Para poder patear la pelota, el jugador debe haber puesto en movimiento su pie, pero luego de haber pateado, seguramente experimento una desaceleración de su extremidad inferior. Como dijimos anteriormente, toda variación de velocidades es consecuencia de la acción de una fuerza. Y si el pie del jugador experimentó una desaceleración, alguna fuerza debe haberla provocado. Pero ¿De dónde proviene la fuerza que desacelera el pie del jugador?

La respuesta a este interrogante se la debemos al físico y matemático inglés Isaac Newton. En el siglo XVII, Newton, a fin de comprender mejor el movimiento, formuló la siguiente hipótesis, posteriormente conocida como Principio de Acción y Reacción

Cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro objeto, el segundo objeto ejerce sobre el primero una fuerza igual y en sentido opuesto. Ambas fuerzas, llamadas de acción y reacción, son parte de una sola interacción y ninguna de las dos puede existir si la otra.

Entonces, en el caso del fútbol, el pie del jugador ejerce una fuerza sobre la pelota. Al mismo instante, la pelota ejerce una fuerza igual y en sentido opuesto al pie del jugador, motivo por el cual experimenta una desaceleración. De la misma manera, si un auto choca contra un árbol, el árbol le “devuelve” una fuerza de la misma magnitud, motivo por el cual el auto también sufre daños en la colisión.

La Tercera Ley de Newton se cumple para todas las fuerzas de la naturaleza (con algunas excepciones que escapan al objeto de este trabajo). En algunas ocasiones, es mucho más difícil establecer cuál es la fuerza de acción y cual la de reacción. Por ejemplo, el siguiente caso de la manzana.

Dice la tradición popular que Newton se inspiró en la caída de una manzana para formular la Ley Universal de la Gravedad. Si la gravedad es capaz de poner en movimiento una manzana, quiere decir que la gravedad es una fuerza. Por lo tanto, nuestro planeta Tierra ejerce una fuerza sobre la fruta, de lo contrario, esta no tendría por qué caer.

En este punto, la situación se torna un poco más compleja: si la Tierra ejerce una fuerza sobre la manzana, la manzana debe ejercer una fuerza opuesta y de la misma magnitud sobre la Tierra. Entonces, si la fuerza de la Tierra pone en movimiento a la manzana ¿Por qué la Tierra no se mueve hacia la manzana? ¿O acaso la fuerza que ejerce la manzana no es de igual magnitud y de sentido opuesto?

Efectivamente, la manzana le aplica una fuerza de la misma magnitud al planeta, solamente que el movimiento de este hacia la manzana es tan pequeño que es inapreciable ¿Pero por qué la manzana se mueve tanto y la Tierra no, si las fuerzas son iguales?

Otra vez Newton tiene la respuesta. Muevan una goma de borrar con la punta del dedo índice. Es fácil ¿No? Ahora, intenten mover un elefante con el dedo índice. No hace falta ir hasta el zoológico para comprobar lo difícil que sería realizar esto último. Y es que, como todos saben, para mover un objeto no sólo hay que tener en cuenta la fuerza que se le aplica, sino también la masa del mismo. Esto fue sintetizado por Newton en el año 1686, aproximadamente, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Aceleración} = \text{fuerza} / \text{masa}$$

No es necesario ser licenciado en matemática para comprender la fórmula. En el caso de la manzana y la Tierra, si bien la fuerza es la misma para ambos objetos, no lo es la masa. La masa de la Tierra es mucho (muchísimo) más grande que la masa de la manzana. Al ser la fuerza igual en ambos casos, las aceleraciones resultantes son tan diferentes como las masas de los objetos.

Otro caso interesante para analizar es cómo avanza un auto. Y es de la siguiente manera: el suelo es quien lo empuja. Parece complicado de entender, pero es así: el auto avanza gracias a la fuerza de reacción que genera el suelo, consecuencia de la interacción entre las ruedas del vehículo y el suelo en el que se encuentra. Basta imaginar un auto suspendido en el vacío mediante unas cuerdas: las ruedas pueden girar todo lo que quieran, pero si no tiene una superficie en la cual apoyarse para que se genere una fuerza de reacción, el auto no avanzará.

Como se puede observar, la ley de Newton no es nada de otro mundo, es un enunciado surgido de la observación de la realidad y no del consumo de estupefacientes. Es una manera diferente, mucho más exacta, de expresar algo que todos conocen bastante bien ¿O acaso alguien no sabe que, si corre y choca contra una pared, ésta detendrá su movimiento?

LA CONSTRUCCIÓN DE UN EXPERIMENTO SENCILLO

FUNDAMENTO

El Principio de Acción y Reacción refleja hechos tan cotidianos que prácticamente cualquier cosa que hagamos lo pone en evidencia. Pero aún así es interesante realizar una pequeña experiencia que lo manifieste de manera mucho más explícita. Se ha buscado que el experimento sea lo más sencillo posible a fin de no revista especial complejidad para ser comprendido. Además, fue pensado para que requiera la menor cantidad de elementos posibles, facilitando de este modo su aplicación en el aula.

Objetivos

- Lograr evidenciar la fuerza de reacción
- Poder cuantificar la misma

Materiales requeridos

- Una balanza de baño
- Una repisa sólidamente adherida a la pared (o algún otro objeto similar)

Desarrollo

En primer lugar, se debe colocar la balanza junto a la repisa. Quien vaya a realizar la experiencia deberá ubicarse encima de la báscula, de modo tal que con sus manos pueda efectuar una fuerza por debajo de la misma, tal como se muestra en la figura 1.

Una vez colocada la persona encima de la balanza, deberá anotar el peso que indique la misma. A continuación, debe apoyar sus manos en la parte inferior de la repisa (es decir, la que “mira” hacia el piso), al comienzo suavemente pero aumentando paulatinamente la intensidad. Mientras se realiza esto, observar cómo varía la indicación de la balanza, indicando un aumento de peso.

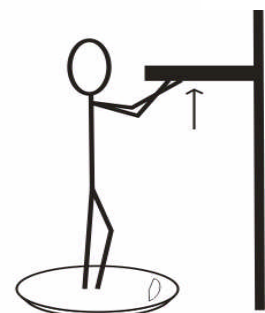


Figura 1

¿Por qué oscila el indicador de la balanza?

(Sería adecuado que los alumnos intenten, en primera instancia, responder ellos mismos el interrogante)

Primero que nada, debemos definir qué indica una balanza. Dada la equivalencia existente entre el peso (expresado en kg. fuerza) y la masa (expresada en kg. masa), podemos decir que una balanza es capaz tanto de pesar como de masar (siempre y cuando se encuentre bajo los efectos de la gravedad de la Tierra). Pero en un sentido estricto, las básculas de baño (es decir, las de resorte) indican el peso del objeto, es decir, miden una fuerza. El aumento del peso que indica la balanza denota claramente que se está aplicando una nueva fuerza sobre el individuo, que no es otra que la

fuerza de reacción que genera la repisa. Podemos reemplazar las palabras “persona” y “repisa” por “objeto” en la definición del principio de Acción y Reacción y ver cómo se cumple la ley:

Cuando la persona ejerce una fuerza sobre la repisa, ésta ejerce sobre la persona una fuerza igual y en sentido opuesto. Ambas fuerzas, llamadas de acción y reacción, son parte de una sola interacción y ninguna de las dos puede existir si la otra.

Es interesante notar que la diferencia entre el peso indicado mientras se realiza una fuerza por debajo de la repisa y el peso normal de la persona es igual a la magnitud de la fuerza que está realizando la persona (figura 2). Por ejemplo, un individuo cuyo peso es de 70 kg. realiza la experiencia y, mientras aplica la fuerza por debajo de la repisa, la balanza indica 80 kg (en la figura, la longitud de los vectores no es proporcional a la magnitud, por cuestiones netamente prácticas). De la diferencia entre ambos se obtiene que la fuerza que hace esta persona es igual a 10 kg. Si una persona de 75 kg. realiza la experiencia y la balanza indica, al momento de hacer fuerza sobre la repisa, un peso de 83 kg. la fuerza que se le ejerce a la ménsula es de 8 kg. Es una manera bastante curiosa de analizar qué persona es más fuerte.

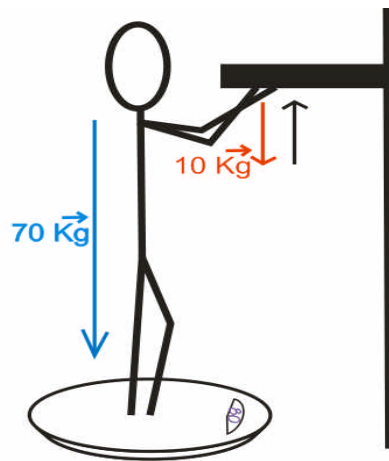


Figura 2

CONCLUSIÓN

Uno de los tantos factores responsables de la impopularidad de la Física está estrechamente ligado a la lejanía que reviste la misma. En un contexto de rechazo, es muy difícil encarar un proyecto relacionado a esta ciencia, aunque se podría revertir esto si la actividad es diseñada con cuidado y esmero, otorgándole un lugar privilegiado al aspecto metacognitivo, es decir, la vivencia de la experiencia. A partir de la evidencia empírica, el alumno puede comprender mucho más fácil un determinado concepto, correspondiente a una de las materias más difíciles de la escuela secundaria. Si bien los problemas de nuestro sistema educativo son aún más, lograr motivar el interés y facilitar la comprensión del estudio son puntos clave para mejorar nuestra educación, el pilar más fundamental de la sociedad en la cual vivimos.

BIBLIOGRAFÍA

- HEWITT, PAUL G., *Física Conceptual* – Editorial Addison Wesley Iberoamericana
- RUBINSTEIN, TIGNANELLI Y FUMAGALLI, *Física I*, – Editorial Estrada
- GARCÍA ASTRADA, *Introducción a la Filosofía* – Multieditora Córdoba
- PAENZA, ADRIÁN, *Matemática... ¿Estás ahí?* – Editorial Siglo XXI
- YUNI, JOSÉ ALBERTO, *Técnicas para investigar y formular un proyecto* – Editorial Brujas
- Wikipedia.org (http://es.wikipedia.org/wiki/Leyes_de_Newton)
- Profísica (<http://www.profisica.cl/conceptos/conceptos.php?id=8>)
- La frase “...debemos recurrir constantemente a los querido griegos...” fue pronunciada por el licenciado Claudio Fantini en la conferencia “La debilidad del pensamiento democrático en América Latina”