

HUMOR, INGENIO Y PARADOJAS

Miradas turbadoras y la masa transformada en masa

AGUSTIN M. RELA

Programa Prociencia - CONICET

Ayer me encontré con Aníbal Kacero y Luis Granate, y les dije:

— Está por salir el cuarto número de la Revista, ¿se les ocurre algún tema paradójal, raro o sorprendente? — Me miraron con intriga, pues *todo* lo que ellos hablan es siempre curioso e insólito.

— Los antiguos egipcios — dijo Granate — usaban en sus cultivos fuentes de energía nuclear de origen extraterrestre.

— No le hagas caso — dijo Aníbal — que eso no tiene nada de raro. Se trata del Sol, que es, precisamente, una fuente de energía nuclear, extraterrestre.

— La Argentina — prosiguió Luis, sin prestar atención a las aclaraciones de Aníbal — limita al norte con Nueva Zelanda, los Estados Unidos de América, Francia, Australia, Gran Bretaña y Noruega.

— ¿Cómo es eso? — pregunté, desorientado.

— Es que todos esos países — me dijeron con aire de superioridad — reivindican soberanía sobre sus respectivos sectores antárticos, que se tocan en el polo sur, y en ese punto todas las direcciones son norte.

— No supe qué responder. Jamás había imaginado en esos términos nuestra geografía.

— Imagínate — decía Luis — que se produzca un hecho delictivo en el polo sur, viene la policía y te pregunta hacia dónde huyó el sospechoso. ¿Qué les dirías? ¿Hacia el norte? — Se reían de mí sin ningún tapujo.

— Pero yo quiero que me tiren algunos temas más físicos — insistí.

— ¿Se puede disparar un revólver en la Luna? — dijo Aníbal —. Esta vez no iban a lograr confundirme, pues sé perfectamente que la pólvora

no necesita del oxígeno del aire para encender; lleva en sí su propio comburente. — ¡Sí! — respondí muy seguro — Se puede, y el disparo será silencioso y efectivo.

— Parece que va progresando — dijo Aníbal a Luis, y se miraban socarronamente — ¿Y una flecha? ¿Se puede disparar en la Luna una flecha, con un arco?

— Sí... no veo por qué no podría hacerse — vi que se miraban y meneaban con tristeza sus cabezas.

— No, querido amigo. Las flechas tienen unas plumitas atrás que sirven para mantenerlas de punta, por efectos aerodinámicos. ¿Te lo imaginás a Agustín disparando flechas en la Luna? Le deben salir unos tiros torcidísimos, que casi siempre pegan al blanco de costado, ¡o de cola!

Cuando se cansaron de escarnecerme, se dedicaron a especular sobre si los vehículos lunares levantan o no polvo, y si ese polvo queda o no flotando en el aire, o en lo que sea. Aníbal se preguntó si deberían considerarse las diferencias de aceleración local de la gravedad en los certámenes de salto, y me pidió que diese razones sobre por qué en las pruebas de salto *en alto* los atletas toman velocidad *horizontal*, que no influiría para nada en la componente vertical de la velocidad, o si no valía ese principio de superposición de movimientos que enseñamos en nuestras clases. Los dejé antes de que siguiesen minando mis más íntimas convicciones.

En el número anterior nos preguntábamos si la imagen que refleja un espejo triédrico está invertida igual que la que refleja un espejo ordinario, o si en cambio la imagen tiene la misma orientación que el objeto. Un espejo triéd-

drico rectángulo puede armarse con tres espejos planos unidos por sus bordes y apoyados sobre las paredes y piso de un rincón. La respuesta es que la imagen resulta invertida en los dos sentidos del término: por una parte la vemos cabeza abajo, pero además tiene a su izquierda lo que el objeto tiene a la derecha, tal cual sucede con un espejo simple.

Martin Gardner, en su colección *¡Ajá!* de paradojas atribuye la rareza de la mirada que devuelve un espejo diédrico rectángulo al hecho de que la mitad izquierda del rostro es diferente de la derecha, y nos extraña verla en el lugar desacostumbrado. En cambio, en el número anterior, nosotros la atribuimos a que el espejo diédrico devuelve la mirada al ojo cruzado. Para poder analizar ambas hipótesis efectúe algunas pruebas, entre ellas hacer preparar dos fotografías más, una de ellas invertida. Mientras aguardaba a que estuviesen las copias, cada vez que hablaba con alguien miraba atentamente a cada uno de sus ojos para determinar, esta vez con plena conciencia, con cuál estaba mirando cada uno de los míos.

Sólo lograba poner nervioso a mi interlocutor. Mientras hablábamos, nos mirábamos alternativamente en forma huidiza y penetrante, e infructuosamente tratábamos de hallar intención oculta a nuestras palabras. Los circunstancias, intrigados, callaban y prestaban atención, en la creencia de que asistirían a una agudísima discusión, y se decían:

— Cállate, y déjame oír, que me parece que ahí está pasando algo.

Si bien no he logrado resolver la cuestión, sí encontré que los rápidos movimientos oculares constituyen una sutil herramienta inconsciente de comunicación, diferente para cada individuo. Hay variadas técnicas de mirada: Jorge, Teresa y Alejandra miran en forma alternada uno y otro ojo mientras hablan, a una frecuencia de unos 3 hertzios, lo que les da una apariencia temible, apasionada y sagaz.

Clarita, en cambio, mira muy de cerca y no al entrecejo, sino con cada ojo al opuesto de su interlocutor, como si mirase a través de él, al infinito, o recibiese inspiración del más allá.

Otras personas miran alternativamente un ojo, el otro y la boca del que tienen delante, sin cambiar jamás el sentido de giro. Supongo que habrá levógiros y dextrógiros, y no sé que ocurriría si se enfrentasen dos de esos sujetos, de la misma polaridad, u opuesta.

También en el número anterior nos preguntábamos si la presión atmosférica, que actúa sobre la base inferior de una columna sólida suspendida, determina una mayor resistencia a la rotura por tracción, en comparación con el mismo ensayo hecho en el vacío. La respuesta es negativa: para que la presión atmosférica ayude a resistir esfuerzos de tracción a una columna, es necesario que la columna se encuentre alojada dentro de un tubo rígido. Así, una columna de agua resistirá "colgada" de su extremo superior una longitud de más de diez metros si está dentro de un tubo, pero se fragmenta en gotas si se retira el caño. Galileo creyó erróneamente que lo que él llamaba "la fuerza del vacío" actuaba aun en columnas de superficie lateral libre.

Proponemos la siguiente aparente paradoja, cuya solución se da al final: Suele decirse que, en virtud del principio de equivalencia entre la masa y la energía, formulado por Einstein, la masa puede transformarse en energía. Ahora bien, el mismo principio de equivalencia establece que la energía tiene masa: un reloj con su cuerda completa tiene más masa que sin ella; una pila cargada tiene más masa que una pila descargada; un ladrillo caliente, más que el mismo ladrillo frío. Entonces, si la masa se transforma en energía, y esa energía tiene masa... ¿qué es lo que se transformó en qué cosa? ¿Desapareció o no masa? ¿Apareció o no energía?

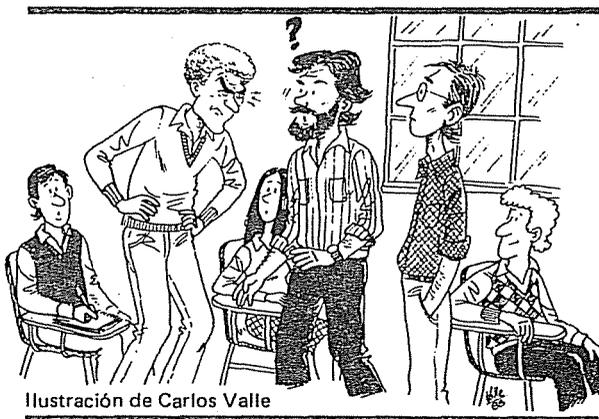


Ilustración de Carlos Valle

* * *

RESPUESTAS

¿Por qué el espejo convierte la izquierda en derecha, y no el arriba en abajo?

Las palabras que indican posición, como *allá, izquierda, cerca, sur, enfrente, trasandino, importado* y *opuesto* podrían clasificarse en las que aluden implícitamente al observador, y las que no. Izquierda y derecha aluden al observador; arriba y abajo no: aluden a la Tierra. El equívoco es, pues, semántico y vale só-

lo para espejos verticales. Un espejo horizontal convierte izquierda en derecha, y *arriba en abajo*.

¿Levantán polvo los vehículos lunares?

Sí, levantan polvo, pero ese polvo no queda suspendido y cae en el mismo tiempo que una piedra lanzada a la misma altura, pues no hay atmósfera que lo retenga por rozamiento.

¿Por qué los atletas que saltan en alto, toman velocidad horizontal?

Un salto exactamente vertical, aunque sea muy bueno, derribaría invariablemente el obstáculo. Pero además es imaginable algún mecanismo por el que el cuerpo del atleta, a modo de garrocha, utiliza para elevarse parte de la energía cinética ganada en su carrera previa.

La masa, ¿se transforma en energía?

La masa de un sistema aislado se mantiene constante. Estudiemos este ejemplo: Hay un litro de agua fría, la calentamos y su masa aumenta (muy poco, desde luego, pues la relación es $E = m \cdot c^2$). Tomamos otro litro de agua fría, y aumentamos su masa ya no calentándolo, sino agregando algunas moléculas más de agua; tenemos dos sistemas de la misma masa, y exis-

ten transformaciones posibles entre uno y otro estado. Pero es evidente que esos dos sistemas no tienen la misma utilidad práctica; uno de ellos podría hacer funcionar una turbina, el otro no.

Lo que sí ocurre es que partículas con masa en *reposo*, por ejemplo un electrón y un antielectrón, pueden desaparecer y dar lugar a fotones de energía equivalente, y masa equivalente (pero *masa efectiva*, porque los fotones no tienen masa en reposo).

El lenguaje ordinario se inclina más por considerar que los fotones son energía, y los electrones no, de ahí la afirmación de que la masa (de los electrones positivos y negativos) se transforma en energía (de los fotones). Por esto se vería como muy desatento que una persona a la que le piden que caliente un poco más el agua del mate, se limite a agregar un chorrito adicional de agua fría, y devolviese la pava como la cosa más natural.

Noviembre, 1987.

REFERENCIAS:

- M. GADNER: *Izquierda y derecha en el Cosmos*, Salvat, Buenos Aires, 1985.
- G. GALILEI: *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, L. de la Colegion, B. A., 1945.
- M. A. ASTURIAS: *El espejo de Lida Sal*, Siglo XXI, Buenos Aires, 1967.