

de lo posible y lo probable

RAMÓN PERALTA-FABI

Es posible que esta noche, cuando miremos por la ventana buscando la Luna, podamos ver también una nave extraterrestre rodeada de lucecitas verdes. También lo es que al dejar caer algo, el objeto en cuestión se quede suspendido unos minutos frente a un rostro perplejo. Estos eventos en nada atentarían contra lo que hoy sabemos y entendemos de nuestro entorno. Nos encontraríamos presenciando eventos poco probables.

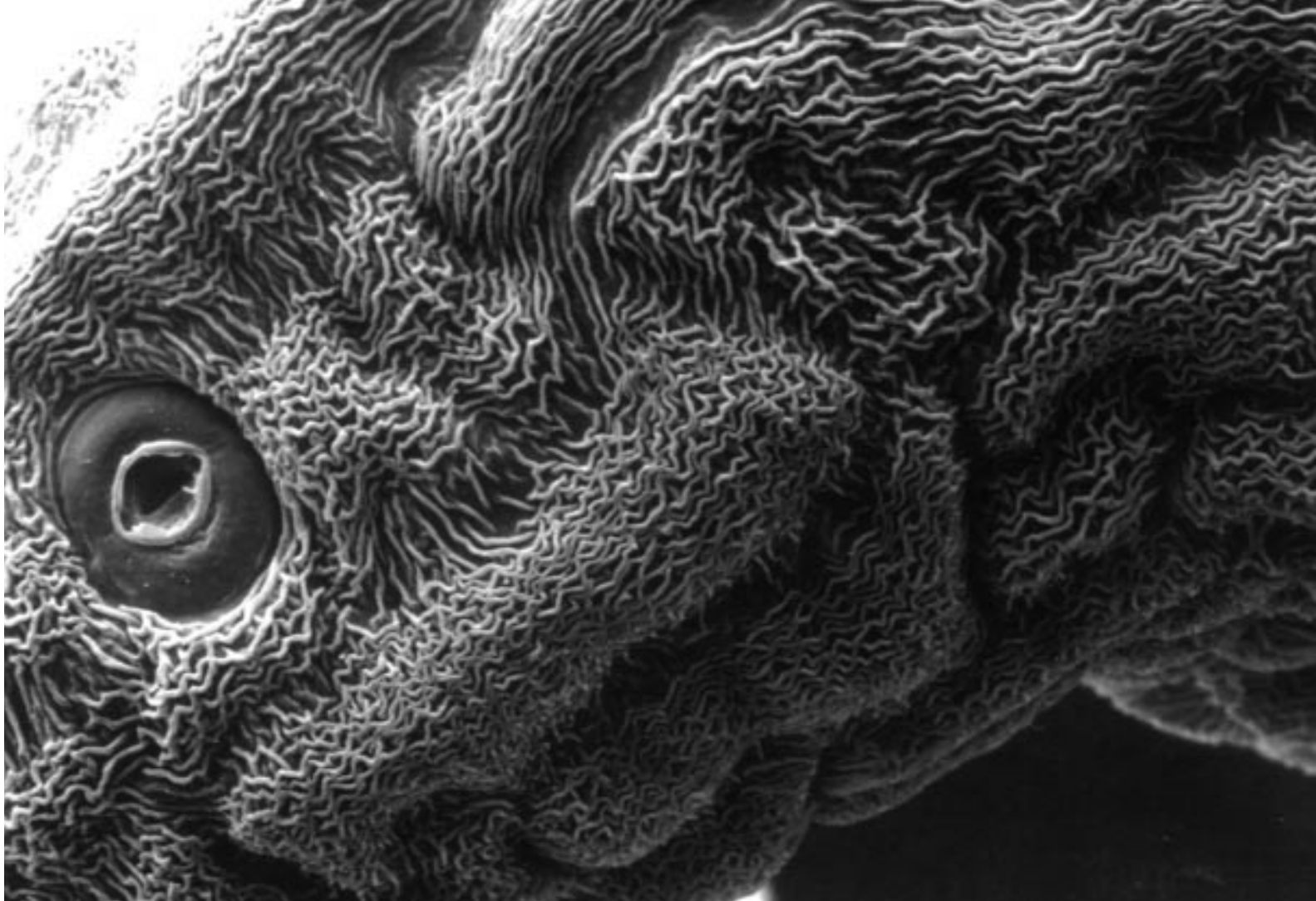
No es posible que alguien que me escuche disertar sobre alguna barbaridad se desvanezca, para después materializarse en una isla del Océano Índico. Tampoco lo es convertir agua en un licor cartujo con el poder de la

mente. No importa el deseo de mi interlocutor por cambiar de sitio o la impresión que el psíquico quiera dar a sus alcohólicos testigos. Ambos casos contradicen todo lo que sabemos, lo que los hace imposibles.

Un evento es posible si no viola las leyes que conocemos, es decir, que ocurra es consistente con todas las restricciones que impone la información disponible. Nada tiene que ver con la probabilidad de que ocurra. Cuando la probabilidad es cero entonces podemos anticipar que jamás ocurrirá.

Empecemos por precisar la noción de probabilidad que (casi) todos tienen. Un ejemplo simple es el "volado". Los casos posibles son dos. La probabilidad de que al tirar la moneda caiga la cara en la que está estampada el

águila del escudo nacional es de $\frac{1}{2}$. ¿Por qué? Lo que se hace es considerar cuántos son los casos posibles (dos) y cuántos los favorables (uno); la probabilidad es el cociente de los casos favorables y los posibles (o totales). En el caso de un dado, la probabilidad de que caiga un cuatro es evidentemente de $\frac{1}{6}$. La de que en el caso antes mencionado caiga un siete es cero. Ésta es la interpretación clásica de probabilidad, la de frecuencias relativas. Algo que suele olvidarse es que esta interpretación de probabilidad nada, insisto, nada tiene que ver con el próximo volado que se intente, iel resultado de un evento de esta clase no es predecible! Una probabilidad de $\frac{1}{2}$ no significa que de cada dos volados que se echen uno caiga en "águila", como

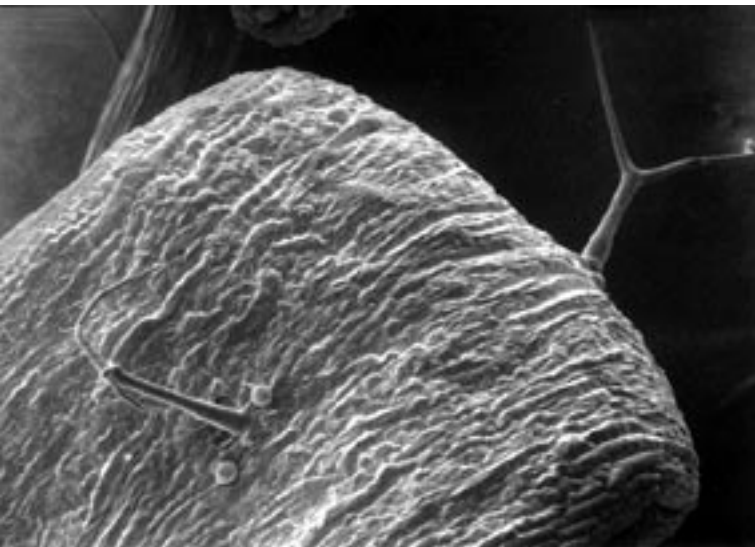


bien lo saben los merengeros. Pero con lo que sí tiene que ver es que cuando se intenta muchas, muchísimas veces, el número de águilas será muy parecido al número de lo que sea que la moneda tenga en la otra cara. Esta interpretación no es la única, pero es la más usual, intuitiva y la que introdujeron los iniciadores de esta rama de las matemáticas. Jakob Bernoulli, notable de los notables Bernoullies, entre muchas otras cosas estableció en el siglo XVII el concepto de probabilidad y los primeros resultados

precisos sobre las cosas imprecisas.

Una vez me tocó ver que al caer una moneda, después de que rebotara unas cuantas veces, ¡se quedara de canto! De acuerdo con esto, los casos posibles son tres: pero estoy seguro de que nadie apostaría ¡canto contra cara! Ni tampoco hemos oído que la probabilidad de que caiga una cara o la otra sea de $\frac{1}{3}$ debido al canto ¿o sí? ¿Qué está mal? Más que estar mal, lo que sucede es que no todos los casos son igualmente probables y la definición anterior lo presupone. Casi siempre

lo suponemos de manera implícita. De hecho, siempre hacemos un conjunto de suposiciones en forma inconsciente. Por ejemplo, no pensamos que la moneda será tirada de canto u horizontal, o de muy cerca de la superficie o sobre una superficie blanda, como la plastilina; en este último caso el canto sería el más probable y habría que hacer toda una serie de aclaraciones previas para interpretar el resultado. Esto sugiere una interpretación alternativa de probabilidad: la medida de nuestra incertidumbre, y en la cual



es inevitable que exista un elemento de subjetividad. Tiene que ver con el hecho de que hay eventos en los que nuestra información disponible no es suficiente, agravado con que el fenómeno en cuestión no necesariamente sea repetible, esto último es esencial para el otro punto de vista. Volviendo al caso de la moneda, si sabemos cómo se arroja (posición y velocidad), altura, propiedades elásticas de la moneda y el material donde cae, etcétera, podemos predecir el resultado (sic). Valga decir que el problema mecánico así propuesto tiene lo que se llama dependencia sensible en las condiciones iniciales y que cualquiera pequeña variación en la información anterior puede dar como resultado perder el volado (y el tiempo).

Aun cuando muchos resultados importantes fueron desarrollados a partir del siglo XVI, motivados principalmente

por el interés en describir aspectos diversos de los juegos de azar, no fue sino hasta el siglo XX cuando la probabilidad adquirió el estatus de rama respetable de las matemáticas, cuando Andrey Nikolayevich Kolmogorov la formalizó y la vinculó estrechamente con la Teoría de la Medida, la que, por cierto, nada tiene que ver con las medidas que hacemos en la casa o en los laboratorios, que es la Teoría de la Medición.

Ya sea porque tenemos información incompleta o porque el objeto de estudio es intrínsecamente aleatorio, los conceptos probabilísticos desempeñan un papel central en las ciencias naturales y sociales para la descripción cuantitativa de sistemas complejos. Hay sistemas constituidos por muchos elementos, como un gas con 10^{23} moléculas, nuestra carga genética con más de 10^9 pares de bases que nos codifican genéticamente, una galaxia con un número semejante de estrellas. Hay sistemas cuya dinámica detallada está fuera de nuestro alcance, como el movimiento del sistema solar, las mutaciones en los genes y hasta el tiro de una moneda simplona.

Más allá de resignarse a que no se pueden hacer predicciones precisas de sistemas con muchas variables o con dinámica complicada, aprovechamos esta situación para elaborar una descripción sorprendentemente “sencilla” y útil. El reto es explicar el “milagro” de cómo la mayor parte de la información que es irrelevante se combina (promedia) para dar pie a un comportamiento colectivo más accesible a nuestra parafernalia conceptual. Es decir, existe un comportamiento más probable para el sistema en su conjunto. Las preguntas de dónde está cada átomo en el ADN o qué velocidad lleva cada átomo en un cilindro de gas butano, se cambian por las que integran esta información por medio de promedios convenientemente definidos. Nos preguntamos entonces cuántas y qué tipo de mutaciones pueden ocurrir en un gen, o qué temperatura tiene y qué presión ejerce el gas sobre las paredes del contenedor. Al dirigir la atención a los eventos más probables, dentro de los posibles, hacemos contacto con la realidad y con lo que podemos medir (y aprovechar). No nos hacemos la pregunta sobre con qué

frecuencia mutan todos los genes de un gameto o con qué frecuencia se acumulan todos los átomos del gas en un cm^3 de un tanque de 10 litros. Ambos eventos pueden ocurrir, son posibles, pero poco, muy poco probables. Al estimar la probabilidad en estos dos casos, encontramos que valen 10^{-500} y 10^{-96} , respectivamente. Por eso la evolución ha sido paulatina y lenta y por eso inflamos globos para las fiestas y vendemos encendedores portátiles.

La noción de que si algo es posible es cierto, refleja lo que se podría llamar pensamiento débil y que puede llevar a lo irracional, al nulificar la capacidad de análisis y crítica, sustituyéndola por la creencia en las cosas improbables, cuando no las imposibles. Programas de televisión como los del señor Mausán son la ilustración más clara de la charlatanería moderna, ausente de autocrítica y de la cultura científica mínima que debería asegurar un sistema de

educación nacional decoroso. La vida extraterrestre es posible y es probable. La vastedad del cosmos y aun de nuestra propia galaxia hace que la probabilidad de contactar a otras formas de vida inteligente sea muy pequeña. La probabilidad de hacerles una visita o de ser visitados es remota. Ni qué decir si sucede con naves como las que alegremente diseñamos, poniéndoles ventanitas para mirar el paisaje sideral y foquitos para leer durante las largas travesías por el cosmos.

Que se quede suspendido momentáneamente un objeto que dejamos caer, es posible. Sucedería si las moléculas de aire que lo rodean, en una fluctuación (memorable) se organizaran espontáneamente para chocar más por abajo que por arriba y ejercieran una fuerza media que compensara la gravedad durante cinco segundos, digamos. No probable.

El tema de la percepción extrasensorial es sin duda apasionante, como los temas

de los ovnis, los horóscopos y las premoniciones, y lo son porque quisiéramos creer que son más viables que los hombres de acero que vuelan y miran la ropa interior de las personas. Las diferencias entre realidad, ficción y fantasía se tornan ambiguas si se ignora lo que nos permite pasar de una mañana a la siguiente. La educación, en su sentido amplio, nos debe permitir discernir entre lo probable, lo posible y lo imposible. Es

una tristeza que hoy, más que nunca, cuando existen medios de comunicación que posibilitan el acceso a la información y el apoyo de la educación de sectores cada vez más amplios de la sociedad, poco se haga en esta dirección, cuando no justamente en la contraria, al fomentar la desinformación difundiendo patrañas sobre horóscopos y hombrecillos asexuados con boca de trompeta.



Ramón Peralta-Fabi
Departamento de Física, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México.

IMÁGENES

Elena Álvarez-Buylla Rocas, de la serie **Relieves**, 1999; p. 39: punta de un sépalo de una flor mutante de *Arabidopsis thaliana*; p. 40: superficie de sépalo

doblado con tricoma de una flor de *Arabidopsis thaliana*; p. 41: sépalo y pétalo de una flor mutante de *Arabidopsis thaliana*, microscopía electrónica de barrido.