

¿Monos digitando al azar pueden, eventualmente, transcribir EL Quijote?

Por:

Liliam Cardeño Acero, PhD.

*Doctora en Estadística. Docente Instituto de Matemáticas,
facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia.
liliam.cardeno@udea.edu.co*



La teoría de las probabilidades es uno de los campos más fascinantes y aplicables de los estudios matemáticos. La investigación en el área asume problemas tan interesantes como el Teorema de los monos infinitos.

Imagine un numeroso grupo de monos, cada uno frente a un computador oprimiendo, continuamente, al azar y sin descanso, los símbolos en el teclado. ¿Cuál es la probabilidad de que, en alguna parte de las largas secuencias de los símbolos digitados por ellos, pueda encontrarse, sin errores, la obra El Quijote? El valor de esta probabilidad es uno.

El *Teorema de los monos infinitos* es el resultado de una famosa metáfora ideada en 1913 por el matemático Émile Borel para ilustrar un evento extraordinariamente improbable. Este resultado afirma que si hay un número infinito de monos, cada uno digitando durante una cantidad ilimitada de tiempo, se puede reproducir, eventualmente, algún texto en particular, tal como El Quijote o, incluso, todas las obras de Shakespeare.

En realidad, no harían falta infinitos monos para que el resultado se cumpla; “bastaría, en rigor, con un solo mono inmortal”. Así, un único mono digitando al azar durante un tiempo ilimitado, podría *casi ciertamente* reproducir un texto finito un número ilimitado de veces. Observe que la figura del mono es simplemente

una analogía de un dispositivo imaginario que produce, sin parar, una secuencia formada por letras y otros símbolos de escritura.

En este contexto, *casi ciertamente* y *eventualmente* son dos términos matemáticos equivalentes. Cuando se dice que un evento ocurre *casi ciertamente* se está diciendo que su probabilidad es uno o, lo que es lo mismo, la probabilidad de que ocurra lo contrario es cero. En casos finitos, el evento con probabilidad cero es el evento vacío, que también se llama evento imposible; pero cuando se consideran casos con posibles resultados infinitos, se pueden encontrar eventos no vacíos cuya probabilidad es cero.

En su obra *Mecanique Statistique et Irreversibilité*, Borel afirmó que, aunque un millón de monos digitalaran diez horas diarias, era extremadamente improbable que llegaran a escribir algo legible. Con esta ilustración, Borel buscaba argumentar que la posibilidad de que las leyes estadísticas pudieran fallar era menor a la de un fenómeno extraordinariamente inverosímil.

Con el paso del tiempo, la ilustración creada por Borel se transformó en lo que hoy se conoce coloquialmente

como el “Teorema de los monos infinitos”, que muestra que, si bien, reproducir alguna obra como El Quijote, digitando símbolos al azar, es un acontecimiento extremadamente improbable, éste no es un acontecimiento imposible. Un libro como El Quijote o, en general, cualquier texto, es una sucesión finita de símbolos (letras, números y signos de puntuación). Cualquier dispositivo que genere combinaciones aleatorias de estos símbolos, tarde o temprano conseguirá reproducir todas las combinaciones posibles.

En la situación planteada en el teorema, los monos golpeando un teclado serían este dispositivo.

El número de símbolos usados para escribir El Quijote, entre letras mayúsculas y minúsculas, espacios y signos de puntuación, si bien es grande, es finito. Digamos que este número es N . También, supongamos que hay K símbolos distintos disponibles en el teclado. Si se asume que el mono, digitando al azar, elige cada símbolo independientemente y con igual posibilidad, la probabilidad de que los primeros N símbolos digitados sean exactamente los usados para escribir “*En un lugar de la Mancha*” es $(1/K)^N$. Así, para que los primeros N símbolos coincidan exactamente con toda la obra El Quijote, es $(1/K)^N$. Ensayando valores de K y N en esta expresión, se puede verificar que esta probabilidad es extraordinariamente pequeña.

Usando herramientas de la teoría de la probabilidad se puede mostrar que, digitando al azar y sin parar, para que se reproduzca la secuencia de tamaño N que corresponde exactamente a El Quijote, el tiempo esperado es cercano al recíproco de la probabilidad de la secuencia. Así, si el mono digita un símbolo, digamos cada segundo, el tiempo de espera hasta que él consiga reproducir El Quijote es del orden de K^N segundos. Para tener una idea del tamaño de este número, supongamos que solo hay 30 símbolos

distintos disponibles en el teclado, es decir, $K=30$ y que el número total de símbolos en la obra es solamente $N=500$. Bajo las condiciones del teorema, el tiempo que habría que esperar para que se reproduzca la obra con 500 símbolos en el que se usen solo 30 símbolos, tomaría un tiempo aproximado de 30^{500} segundos... una cantidad mucho mayor que el tiempo estimado desde la ocurrencia del Bing Bang. Esta es la

razón por la que en la hipótesis del problema se pide un mono inmortal.

Para resolver el problema de encontrar la probabilidad de que un mono, que digita símbolos al azar, pueda reproducir por casualidad y sin errores una obra como El Quijote y, además, estimar el tiempo promedio que tardaría en ocurrir un evento tan raro, hay varios métodos que se estudian desde la teoría de la

El Teorema de los monos infinitos de Émile Borel afirma que si hay un número infinito de monos, cada uno digitando durante una cantidad ilimitada de tiempo, se puede reproducir, eventualmente, algún texto en particular, tal como El Quijote.

probabilidad y los procesos estocásticos, que son aquellos donde las variables están siempre influidas por el azar.

La investigación en las áreas de Probabilidad y Procesos Estocásticos en el Instituto de Matemáticas de la Universidad de Antioquia está apoyada en tres grupos de investigación, conformados por profesores y estudiantes del instituto. Estos grupos son Enseñanza de Matemáticas y Computación —EMAC—, Análisis Multivariado y Análisis Numérico y Financiero —ANFI—. Estos dos últimos, en sus procesos de investigación y extensión realizan desarrollos teóricos y aplicados en probabilidad, estadística y procesos estocásticos. EL grupo EMAC respalda la investigación en la maestría de Enseñanza de las Matemáticas y entre sus objetivos está el estudio y la divulgación de la historia de las matemáticas desde el punto de vista de la resolución de problemas.

Así, tanto en las aulas como en los proyectos de investigación del Instituto de Matemáticas se difunde permanentemente la importancia de conocer los resultados clásicos de matemáticas, tales como el teorema de los monos infinitos, que se constituyen en el fundamento de las teorías y aplicaciones de los nuevos modelos. ✂

En uno de los capítulos de “Los Simpsons” se hace referencia al teorema de los monos infinitos. En esta ocasión, Homero Simpson se vuelve sindicalista y su jefe, el señor Burns, buscando convencerlo de cambiar de opinión, lo lleva a su casa. Allí, Burns le muestra a Homero un cuarto en el que tiene muchos monos, cada uno amarrado a una máquina de escribir. Burns asegura que muy pronto van a crear una gran novela.

