

Privilegio climático

JOSÉ PRIETO

¿Alguien en la sala del Chad? ¿Alguien de Mongolia? Entonces apuesto a que nos han contado en nuestra temprana educación que somos unos privilegiados por haber nacido precisamente ahí donde hemos nacido. Cada uno en su sitio, unos lejos de otros, pero siempre es un clima cultivado con esmero, moderado por corrientes oceánicas, protegido allá por unas cordilleras, regado por caudalosos ríos y a la vez templado por las brisas o los alisios provenientes de algún punto cardinal. En resumen, un clima especial. ¿Uno o más?

España es un país con mucha variedad de climas. Cualquiera puede comprobar que en pocas horas se puede pasar de los paisajes verdes y brumosos del País Vasco a los áridos de Teruel o del cabo de La Nao.

(Luis Echarri, <https://s0b3945371a06d9a2.jimcontent.com/download/version/1304135268/module/5072323870/name/Libro%20de%20Ecolog%C3%ADa.pdf>)

Varios y variados espacial y temporalmente, además de contrapuestos, son los climas de la cita anterior. Un poco de orden permitiría compararlos. Si el privilegio económico cabe tasarlo en euros, falta decir en qué se mide el privilegio climático del que presuntamente disfrutamos. En un número anterior en esta publicación sugerían Jordi Mazón y David Pino una medida de diversidad meteorológica para caracterizar el clima regional, como la entropía de Shannon, que resume en un número sin dimensiones la complejidad en una descripción climatológica. Si algo es raro requiere más espacio explicar su peculiaridad. Es urgente saber, a imitación de la biología y otras ciencias, si el ecosistema de un lugar es rico y diverso o por el contrario más bien homogéneo y soso. Tampoco estaría mal averiguar cuánto evoluciona ese valor entrópico en el curso de las décadas. Queremos saber si el clima se nos pone interesante o se apaga.

Creo que los dos autores pasan por encima algunas limitaciones de la célebre fórmula. La primera objeción es que esa medida de información surge en el contexto bélico como longitudes de código necesarias para la transmisión de mensajes, y sólo incluye clases y sus probabilidades, no rangos de oscilación en las variables atmosféricas. Se trataba de convertir letras de un código en series transmisibles, sin que quede revelado al enemigo cuáles son las letras más frecuentes, que darían la clave para la descodificación. Si estamos en clasificar sólo los valores de temperatura el pasado verano en una región, la información de Shannon es el logaritmo del número de categorías que arbitrariamente hemos escogido, sin más. Nuestra capacidad de distinción depende de la exactitud del dato medido, pero la solemos reducir a un recorrido más limitado de valores, como *máximo*, *alto*, *medio*, *bajo*, *mínimo*, por medio de quintiles en la distribu-

ción de la variable. Tal medida de complejidad no expresa riqueza en oscilaciones de temperatura, a no ser que nos fijemos en su evolución temporal o añadamos variables. Un número alto de categorías, o una distinción fina sobre varias magnitudes incrementa ese valor de entropía. Pero no es mayor la diversidad objetiva del medio por afinar en la distinción, lo cual es una limitación de la fórmula de Shannon.

La entropía también puede medirse sobre series. Si distinguimos variabilidad de diversidad, la última puede tener un sentido temporal, por ejemplo cuando una situación de temperatura alta se convierte rápidamente en templada o muy fría. Nos encontraríamos ante un caso de alta variabilidad. La serie de años cálidos dentro de este siglo es poco sorprendente pues sus valores se contagian al siguiente de forma casi inevitable. Sería una serie de baja variabilidad, que se codifica con pocos caracteres, por su alta autocorrelación.

En cuanto a los valores extremos de una variable las categorías empleadas han de ser universales si el objetivo es comparar la variabilidad climática entre regiones. Pero eso requiere un

acuerdo mundial en lo que entendemos por variabilidad natural mundial de temperatura (y demás variables meteorológicas) y otro acuerdo sobre sus valores extremos en una escala absoluta y a través de los tiempos. Cabe anticipar que la precipitación en el desierto del Sahara, esporádica y rara, va a aportar poca diversidad a su clima, mientras que la temperatura de esa misma zona, muy variable entre día y noche, enfatizará su carácter extraordinario. En la Amazonia, la diversidad climática será pobre, como corresponde a un clima previsible, en compensación de su presuntamente amplia diversidad biológica.

La apreciación subjetiva y guiada es un problema para universalizar tal medida. Sirvan de muestra los variados nombres del hielo en finlandés. Los finlandeses reconocen distintas apariencias, con grados variados de peligro de resbalar, de congelación, de quedarse pegado a un picaporte, o

si tiene una fina capa de agua líquida por encima. Esa diversidad es una variable oculta en castellano, donde nos sería difícil categorizar la variable de engelamiento, si falta hiciera. El clima peninsular ibérico no precisa de tanta distinción crioscópica. El hielo es rico en su medida Shannon sólo en Finlandia y países próximos al Ártico.

Shannon, que ya toca decir algo de su vida, nació en 1916 en Michigan hijo de una profesora de idiomas y de un juez. En cuanto tuvo uso de razón y un telégrafo de alambre hablaba con un amigo que se encontraba a media milla del Gaylord de su infancia. Interesado siempre en la transmisión y comunicación trabajó como mensajero para la Western Union. Thomas Edison y Geor-



Claude Shannon en 1963, según Wikipedia

ge Boole fueron sus héroes de infancia. Durante la guerra se encontró con Alan Turing, e intercambiaron ideas y un artículo sobre la *máquina* del inglés contra Enigma, el cifrado de Alemania. Su director de tesis en el MIT le llevó a crear un álgebra de genética teórica, que era una reformulación de la mendeliana en términos matemáticos de herencia, mutación y sobrecruzamiento.

Con el enemigo en el laberinto

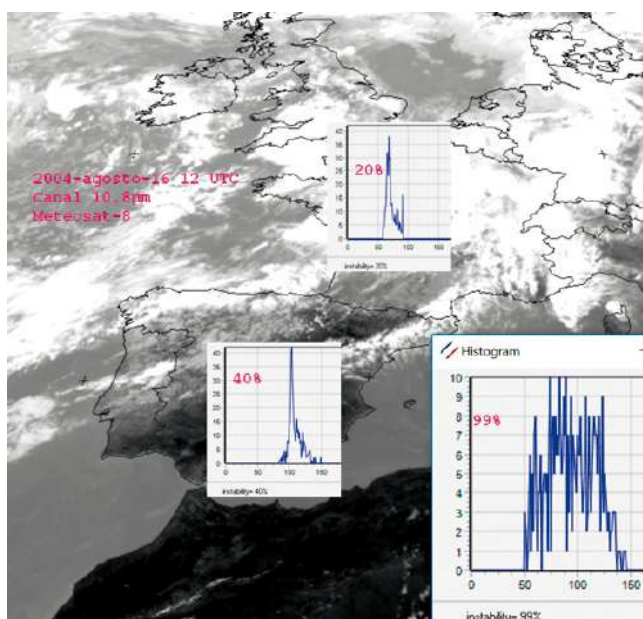
La teoría de la comunicación iba entonces de la mano de la criptografía. Así ocurre con las lenguas, que sirven para comunicar pero también para ocultar información al extranjero. “El enemigo conoce el sistema”, es su conocida máxima adaptada del principio de Kerckhoff, y expone el hecho de que el mecanismo de encriptación es conocido en muchos casos, pero aún así no permite que los mensajes cifrados sean inteligibles por cualquiera.

Inevitablemente Shannon contribuyó al nacimiento de la inteligencia artificial, esa ciencia en adolescencia sempiterna, con su ratón Theseus, un ingenio eléctrico controlado por imanes que aprendía el camino de salida en un laberinto. Con Shannon se asocia el vertiginoso número 10 a la potencia 120, las posibles posiciones en un tablero de ajedrez y la resultante dificultad de ganar por fuerza bruta, como va viendo Stockfish en sus encuentros con Alphazero. Los dos son herederos de su primer programa de ajedrez, basado en una función de evaluación sobre un método minimax para decidir movimientos. Junto con Edward Thorpe, se considera a este genio también el inventor del primer ordenador portátil, que usaban ellos de jarana para ayudarse a ganar en la ruleta. Fue autor de una teoría del muestreo, importante en la conversión de señales analógicas en digitales para telefonía durante los años 1960. También inventó la trompeta lanzallamas en un momento de asueto.

Se le daba bien moverse en monociclo por los pasillos del MIT. Shannon, junto a Fano, construyó en 1948 un potente código de comunicación haciendo juegos malabares con los conceptos de sorpresa, exactitud y redundancia para compensar las pérdidas entrópicas de los cables telegráficos. Los valores más raros adoptan un código más largo, o sea una entropía más alta. Así ocurre con los nombres de persona, más raros cuanto más largos. Como comentó su mujer en su funeral, Shannon no llegó a disfrutar el progreso digital al que contribuyó su ingenio, a causa de la enfermedad degenerativa en su vejez. Lo que “le hubiera fascinado.”

El reventón de las nubes

El concepto de información de Shannon no es diferente del tamaño de un fichero comprimido, por ejemplo por el algoritmo *jpeg*, que es sólo un código de compresión o transmisión. El tamaño de los ficheros con imágenes de satélite que describen la evolución de un sistema convectivo puede ayudarnos a anticipar su fase de máximo desarrollo y decaimiento posterior. Y eso sólo mirando los kilobytes en cada fichero con la imagen de satélite dentro del directorio.



Una herramienta más elaborada puede analizar el entorno según el satélite de una ciudad y medir la entropía de los datos de satélite. Esa medida se traduce de forma simple en una probabilidad de precipitación, correspondiente al mayor desorden atmosférico y su mayor complejidad medida en unidades de diversidad. Qué mayor sorpresa que un episodio de lluvia en un país seco. La figura de arriba muestra tres zonas analizadas con una medida de entropía, donde el valor más alto corresponde a la atmósfera más agitada, o la zona de mayor mezcla vertical. En donde vivo el habla popular usa la palabra *Wolkenbruch* como el momento intuitivo en que la nube sobrecargada revienta y su contenido se despanzurra por el suelo. Agradezco el artículo mencionado para estimular el análisis de predecibilidad y variabilidad en la meteorología regional.



Con la venia de... Diego Velázquez. Las Meninas (1656)