

Por Joaquín MARRO BORAU

LICENCIADO EN CIENCIAS FÍSICAS. CATEDRÁTICO DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA

CURIOSEABA en unas cajas de libros olvidados cuando apareció esa vieja bobina con varios metros de película de celuloide. Era formato 8 mm, quizás super-8, usado en las cámaras de aficionado en los años 60. Luego encontré la cámara, pero no el proyector, y quedé impaciente por descifrar el contenido del inesperado tesoro. Supe dónde transformar aquello en uno de los nuevos formatos de vídeo y, finalmente, pasé un rato memorable repasando imágenes que llevaban tantos años escondidas. Podéis imaginar aquella "sesión de cine": improvisadas actuaciones de familiares ya desaparecidos; bromas de amigos; vírgenes, ángeles y profetas en la portada de la catedral y en los capiteles de San Pedro el Viejo; unas laurentinas carrozas con sus comparsas y reinas adolescentes, hoy abuelas;... Fue divertido ver todo eso, sin duda, pero sólo traigo esas sensaciones aquí para subrayar que todavía llamó más mi atención el descubrir que, hace más de cuarenta años, ya me había entretenido en grabar, desde lo alto de un edificio en Coso Bajo, durante bastantes minutos, una gran bandada de estorninos evolucionando en torno a la cúpula de San Lorenzo. ¡Esas idas y venidas con elegantes e inesperados dibujos me habían cautivado! Y supongo que me estuve preguntando por su causa. ¿Cómo lo hacían? ¿Con qué fin?

Había olvidado ya aquel interés. Pero es una curiosidad que tenía bien arraigada, pues he dedicado luego tiempo a observar los detalles de esas mismas evoluciones en el parque Miguel Servet, donde algún alcalde procuró sin éxito mudarlas a los dominios de otros alcaldes, y en otros parques de Granada, donde aprendí la notable facilidad que tienen esas aves para imitar gritos y otros ruidos del entorno. Los estorninos, y sus bandadas en danza, son típicamente europeos. De hecho, una de las más espectaculares manifestaciones ocurre en Roma, por encima de los tejados del Palazzo Massimo, sede del Museo Nacional Romano, donde se han estudiado bandadas que llegan a formar desde un centenar hasta cerca de cinco mil pájaros.

Los biólogos conocen bien las costumbres de los estorninos. Saben que, negros o pintos, gustan de anidar en las ciudades, haciéndose entonces sedentarios, y que se les nota al atardecer, algo más de una hora antes de la puesta del sol, cuando tienden a formar enormes y ruidosas bandadas en constante y gracioso movimiento. También han notado que los estorninos son capaces de resistir con éxito el acoso del halcón peregrino y otros depredadores, aunque siempre son más potentes y rápidos. Se preguntan, sin embargo, igual que he venido haciendo yo, cómo se las arreglan para coordinarse y volar de ese modo tan característico y, si



Formación en V de una bandada de grullas en migración. VÍCTOR MANUEL PIZARRO

Los estorninos de San Lorenzo

fuera esto conveniente para su supervivencia u otros menesteres, por qué a veces no vuelan así, y por qué otros pájaros nunca lo hacen.

No todas las preguntas pueden contestarse todavía, pero un estudio de físicos italianos apenas publicado por la Academia de Ciencias de los EE UU, que también ha merecido atención en la revista *Physics World* del Reino Unido, acaba de darnos las claves que explican ese misterioso comportamiento colectivo.

Hace tiempo que se sabe cómo hacen las grullas y otras aves migratorias para conservar sus características formaciones en V. Se trata de un comportamiento gregario consecuencia de que cada una sigue a un tiempo cuatro sencillas reglas: mantiene la distancia a las próximas para evitar colisiones; también las vigila para seguir la dirección media de la bandada; se acerca a ellas tratando de ganar el centro y evitar el exterior; y se mueve al costado de su vecina cuando ésta limita su campo de visión. Estas dos últimas precauciones seguramente minimizan el riesgo frente a depredadores. Simulando en un ordenador el comportamiento de aves ficticias con estas normas, se comprueba con facilidad cómo, en efecto, se obtiene orden en V.

Sin embargo, el grupo aparece desordenado si no se exige la última regla.

La incidencia del gregarismo en ecología, sociología y economía ya se ha analizado en mi libro "Física y Vida" (Ediciones Crítica, Barcelona 2008). Ahora interesa notar que esas bandadas de estorninos que llaman nuestra atención parecen encontrarse constantemente en una situación mucho más dinámica y excitable que las grullas. Es como si se empeñaran en mantener una susceptibilidad máxima para poder reaccionar frente a cualquier cambio de intención de los vecinos que a su vez reaccionan rápidamente a las circunstancias de su entorno. Pero ¿cómo se las arreglan para conseguir un estado tan eficaz? La respuesta acaba de venir de un análisis detallado de datos empíricos. Concretamente, se han estudiado fotografías en tres dimensiones obtenidas con cámaras fijas grabando sincrónicamente para luego contrastar las diferentes tomas hasta llegar a determinar el movimiento individual de cada una de las aves.

Confirmando observaciones anteriores, este estudio concluye que cada individuo se relaciona sólo con unos pocos en la bandada, digamos sus "vecinos", definidos más a partir de

relaciones topológicas que de la distancia mutua. Pero el comportamiento resultante se sigue de una correlación o relación recíproca que se extiende más allá de esa interacción o acción directa entre vecinos. Así, pueden distinguirse dos longitudes o distancias relevantes, a saber, la de "correlación" y la de "interacción". Aunque la primera es siempre mayor que la segunda, no suele extenderse por todo el sistema en los casos naturales. Es como cuando alguien transmite por teléfono un mensaje a otra persona, y ésta a otra, y así sucesivamente. La interacción es entre interlocutores directos, pero la correlación se extiende mucho más allá, hasta el último que recibe el mensaje sin haber sido distorsionado gravemente. Esta longitud de correlación depende del "ruido" en el sistema, esto es, de la claridad con que el mensaje es transmitido cada vez. La sorpresa es que, en una bandada de estorninos, la correlación se extiende por todas partes por grande que el grupo sea.

Cuando esto ocurre, se habla de "correlaciones sin escala", que se notan a cualquier distancia. Si no se da esta circunstancia, unas partes del grupo quedan aisladas de otras, lo que impide o limita una respuesta global. Si no hay escala, por el contrario, el grupo es un todo imposible de dividir en partes independientes, pues el cambio de comportamiento en un individuo influye en el de todos los demás y es a su vez influido por ellos. La información se transmite sin error ni dilación a todos los rincones por lejos que estén, teniéndose una respuesta clara e instantánea. Pues bien, se ha de-

mostrado que, en el caso de los estorninos, tanto la velocidad como la dirección de sus vuelos están correlacionadas sin escala, de modo que un subgrupo de ellos, quizás advirtiendo un ataque o respondiendo a cualquier otra perturbación, transmitirá inmediatamente y con claridad sus estados de movimiento a todo el grupo.

Esta situación es familiar en física, donde se describió hace más de un siglo como indicativa de un comportamiento que se observa en algunos cambios de fase, cuando espontáneamente el hierro se hace imán o un gas se transforma en líquido, por ejemplo. En el transcurso de estos fenómenos -esto es, el ferromagnetismo y la condensación, respectivamente- la más pequeña perturbación hace que el sistema se transforme rápidamente desde un estado al otro. El ferromagnetismo ocurre a una temperatura característica de cada material conocida como temperatura de Curie. A temperaturas superiores, el ruido térmico destruye toda correlación. Para cualquier temperatura inferior, el sistema es imán, mostrando imanación (una propiedad cuya intensidad se mide por el número de clavitos que es capaz de atraer) en un modo que las fluctuaciones locales alrededor del valor medio están poco o nada correlacionadas. El sistema es entonces muy poco sensible a cambios en los vecinos. Pero precisamente a la temperatura de Curie, en ese mismo "punto crítico" como solemos llamarlo, todo está fuertemente correlacionado con todo y el sistema reacciona espectacularmente.

En definitiva, un sistema ha de contener la cantidad precisa de (algún tipo de) ruido para producir respuestas máximas como las que hemos descrito. Cuando un sistema en la naturaleza necesita esta sensibilidad, parece que propicia la existencia de un punto crítico, donde se da el balance adecuado, como en el ferromagnetismo y la condensación. La condición crítica se alcanza en estos casos sintoniando la temperatura, que es el parámetro externo que regula el ruido. En el caso de los estorninos, el parámetro relevante sería la impronta que la evolución ha dejado en el cerebro de los pájaros para ayudarles a evitar a sus depredadores. Éste parece ser el caso de los estorninos de San Lorenzo.



Bandada de estorninos típica, como puede verse en los cielos de Huesca. (DE LA REVISTA "PHYSICS TODAY")



Imagen "virtual", obtenida simulando un modelo matemático en una computadora, donde los pájaros son partículas que se mueven en un espacio tridimensional, creada por los investigadores Hugues Chaté y Franck Raynaud.