SINCRONIZACIÓN DE SISTEMAS BIOLÓGICOS

Posted on 29 julio, 2015 by Abraham J. Cisneros Mejorado



Category: Ciencia
Tags: Ciencias Exactas, Matemáticas

A menudo, cuando caminamos por el parque, o cualquier sitio que presente posibilidades de un cielo despejado y con fácil visualización de una parvada, nos damos cuenta que, si observamos esa parvada por unos instantes, parece que las aves se comunican entre ellas para lograr una increíble y majestuosa ola.

Se logra identificar un movimiento casi simultáneo, como si las aves siguieran al compás de una sola voz, similar al paso redoblado de un ejército bien ensayado. Sin embargo, lo que observamos en las aves es una sincronización de sus movimientos, sin necesidad aparente de obedecer una voz que lidera a todo el grupo. Lo mismo podemos observar en bancos de peces.

> *En el caso de las aves y los peces hablamos de sus movimientos...*

Además de contemplar la belleza de estos organismos acuáticos podemos también percatarnos de sus movimientos en conjunto y sincronizados. Ahora bien, aunque no hemos definido el concepto de sincronización, cualquier lector puede detectar que se trata del emparejamiento temporal de cierto patrón dinámico. En el caso de las aves y los peces hablamos de sus movimientos, y podemos advertir que nos referimos a la sincronización de sus movimientos en algún instante dado de tiempo. Este fenómeno es observado en múltiples sistemas biológicos; además de las aves y peces y a distintas escalas temporales, por ejemplo, las luciérnagas en algunos lugares del sureste de Asia o de México (ver Sistemas biológicos y de complejidad), en donde se puede observar que la fluorescencia que emiten las luciérnagas al compás de un tic tac (ese destello verde característico de tales organismos) puede sincronizarse con el destello de otras luciérnagas cuando están en grupo. Esta sincronización de dicho destello servía para orientar a los navegantes de altamar, quienes tenían tierra a la vista cuando observaban el gran "faro" lumínico en que se convertía esta sincronización de las luciérnagas.

Otro ejemplo claro de sincronización de sistemas biológicos lo podemos encontrar en el período menstrual de las mujeres cuando viven juntas; en ese caso las concentraciones hormonales entran en sincronía y esto promueve que su período sea similar entre ellas.

Por supuesto, todos estos fenómenos son de interés general y existen muchos modelos científicos que intentan explicar los mecanismos que controlan la sincronización de los sistemas. Steven Strogatz, por ejemplo, es un matemático que ha desarrollado una investigación para entender cómo funciona esta dinámica sincronizada. Ha desarrollado modelos que explican este comportamiento en ciertos sistemas, aunque aún queda mucho por descubrir al respecto.


Metrónomo

Algo que debemos tener en mente es que ni siquiera hace falta que los sistemas dinámicos estén "vivos" para poder sincronizarse, pues podemos echar a andar el experimento de los metrónomos –esos aparatos que usan los músicos para marcar las notas musicales- y dar cuenta que, únicamente hace falta que los metrónomos tengan algo de "comunicación" para luego sincronizarse. En ese caso hay una base común en donde los metrónomos son colocados y se presume un intercambio energético que produce el movimiento de los metrónomos sobre la base y luego ésta sobre los metrónomos, lo que resulta en una sincronización del vaivén de estos aparatos. También existen péndulos acoplados (unidos por una misma barra de soporte, por ejemplo, lo que sería su "comunicación") que, independientemente de sus condiciones iniciales de movimiento, terminan con una fase de sincronización en sus movimientos. Este fenómeno resulta interesante no sólo por el dinamismo particular que presenta –que por cierto se sabe que obedecen dinámicas no lineales- sino porque el hecho de que haya sincronizaciones o no, puede relacionarse con fenómenos irregulares y/o patológicos.

> *Imaginemos un tiburón atacando un banco de peces; todos los peces huyen y posteriormente vuelven a su estado sincronizado.*

Volviendo al caso de los peces, se puede observar que su sincronización se pierde por unos momentos cuando existe un ataque por parte de un depredador (imaginemos un tiburón atacando al banco); todos los peces huyen y posteriormente vuelven a su estado sincronizado. Es decir, es probable relacionar modificaciones en los patrones de sincronización cuando un agente externo, un estímulo exógeno del sistema, induce cambios en éste. Pensemos otro sistema como ejemplo, un sistema a nivel celular: este es el caso de la epilepsia, en donde podemos observar que la actividad descontrolada y en algunas ocasiones sincronizada de neuronas promueve un ataque epiléptico. En este último panorama la sincronización indica un patrón patológico, y no se sabe a ciencia cierta la raíz exacta de esta sincronía, pero está más que claro que entender el sistema conlleva a referir hipótesis de las causas y lo que es mejor, a posibles terapias.

Los casos mencionados son pocos y de naturaleza diversa. Desde cierta perspectiva es diferente hablar de peces, aves, ciclos menstruales, metrónomos y neuronas, pero todos estos sistemas contienen en común este dinamismo síncrono y con ello podemos posteriormente imaginar el poder y la necesidad de la ciencia para entender esos sistemas y así diseñar herramientas para controlarlos en pro de una mejora en problemas subyacentes dictados por esa dinámica. C^2

Bibliografía

- Mirollo, Renato E., and Steven H. Strogatz. *Synchronization of pulse-coupled biological oscillators*. SIAM Journal on Applied Mathematics 50.6 (1990): 1645-1662.

- Cómo las cosas en la naturaleza tienden a sincronizar. https://youtu.be/aSNrKS-sCEo