



## El factor humano

*En todas las ramas de la ciencia,  
la inevitable intromisión del investigador  
crea artefactos que pueden desvirtuar  
o sesgar cualquier resultado,  
y la Biología de la Conservación  
no escapa a esta regla.*

Con ocasión del primer centenario de los trabajos del fraile Gregor Mendel (1822-1884), el biólogo británico Conrad Waddington (1905-1975) escribió que “la característica esencial de la historia reciente de la ciencia es que hemos inventado el método de inventar (...), hemos encontrado el modo de analizar entidades complejas reduciéndolas a sus últimos elementos constituyentes (...) descartando todo aquello de lo que puede prescindirse, omitiendo todas las complejidades que no son absolutamente esenciales (...). Esta receta es el primer paso en el procedimiento científico característico de los tiempos recientes.” El “invento para inventar” al que se refiere Waddington es lo que conocemos como “reduccionismo”, el enfoque más extendido en la práctica científica moderna. Muchos de los progresos recientes en el conocimiento del mundo que nos rodea hay que agradecerlos a la economía que preside los planteamientos científicos reduccionistas. Sin embargo, ¿permite siempre esa actitud simplificadora entender los verdaderos procesos implicados en el funcionamiento de entidades tan asombrosamente complejas como los ecosistemas o las interacciones múltiples entre especies? ¿Es posible establecer *a priori* un umbral más allá del cual las complejidades de un sistema natural concreto dejen de ser fundamentales y se tornen accesorias y prescindibles? Fijar ese límite con garantías requiere conocer el sistema que pretendemos estudiar, pero esto nos sume en una paradoja: si lo conociéramos, entonces ¿para qué estudiarlo?

Aplicado a sistemas naturales complejos, el enfoque reduccionista puede por tanto dejarnos intelectualmente indefensos, al ignorar qué complejidades fundamentales deberíamos tener en cuenta pero estamos omitiendo. Sabemos bien que muchas de las complejidades que el reduccionismo ignora son fruto de la enrevesada biología de los sistemas que estudiamos. Pero no siempre somos conscientes de que otras se deben a interacciones espurias que se establecen entre esos sistemas y los científicos que los estudian. Ignorar que en la práctica científica existe un factor humano que puede crear artefactos externos (“efecto observador”) y distorsionar el conocimiento recibido o la realidad misma (“representación parcial”, le voy a llamar), puede hacernos creer que entendemos un fenómeno natural cuando en realidad sólo estamos examinando las alteraciones que nosotros mismos hemos inducido, dentro o fuera de nuestra mente.

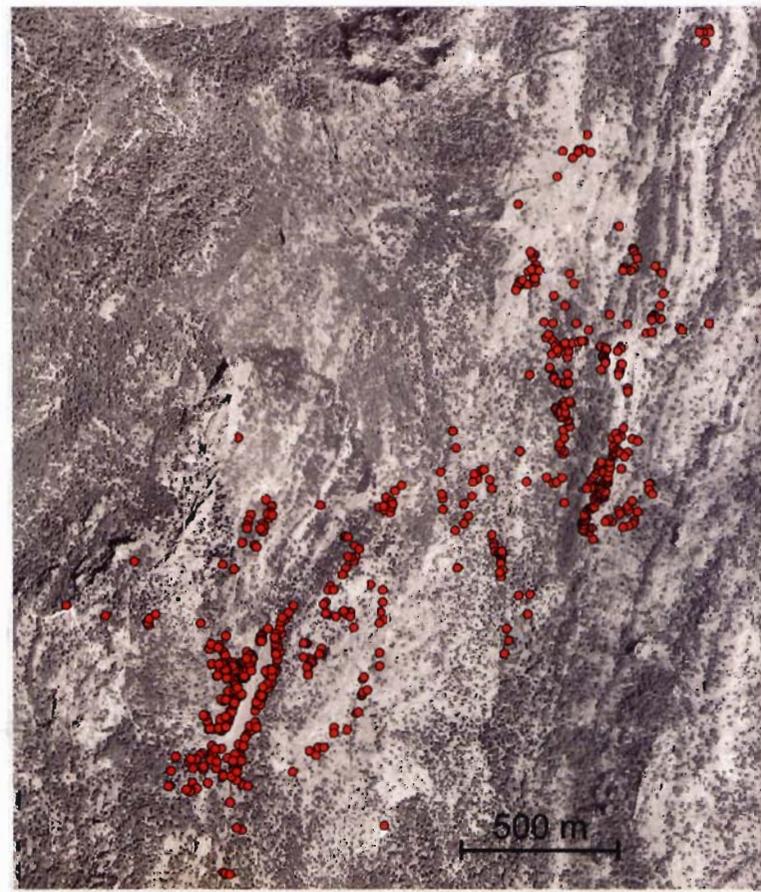
### Efecto observador y artefactos externos

El “efecto observador” define aquellos cambios que el mero hecho de observar induce en el fenómeno que está siendo observado. La importancia del efecto observador se conoce desde hace mucho tiempo en ciencias como la física o la psicología, pero su papel como elemento perturbador en los estudios ecológicos no siempre ha recibido la atención que se merece. Los ornitólogos saben bien, por ejemplo, que el seguimiento de nidos de aves puede alterar considerablemente el éxito en la eclosión de los huevos o la crianza de los polluelos. La actividad de personas cerca de los nidos y la colocación de marcas atraen frecuentemente a los depredadores, con el consiguiente incremento artificial de las tasas de depredación.

A pesar de que el marcaje de aves es una de las actividades clásicas de la ornitología, se sabe poco del posible efecto que la colocación de marcas (anillas, collares, marcas alares) pueda tener sobre la ecología de los individuos marcados. Las consecuencias pueden llegar a ser importantes, como revelan los siguientes ejemplos de varias especies de pingüinos. En el pingüino de Adelia (*Pygoscelis adeliae*) las marcas alares que les implantan los investigadores para hacerles un seguimiento individualizado pueden reducir la supervivencia de los individuos marcados hasta un 13%, prolongar sus excursiones de caza en un 8% e incrementar su consumo energético un 24% respecto a los no marcados. En el pingüino rey (*Aptenodytes patagonicus*), los individuos marcados llegan más tarde a la colonia para criar, tienen menores probabilidades de hacerlo con éxito, producen menos pollos y viven menos tiempo que los individuos sin marcar. En el pingüino de Humboldt (*Spheniscus humboldti*), los individuos que llevan radiotransmisores y registradores de profundidad de buceo hacen excursiones de pesca significativamente más largas que los que no los llevan.

El efecto observador no sólo debe preocupar a los estudiosos de los animales. También quienes estudiamos la ecología de las plantas podemos crear artefactos por el mero hecho de acercarnos a ellas y tocarlas, como

El efecto observador no sólo debe preocupar a los estudiosos de los animales. También quienes estudiamos la ecología de las plantas podemos crear artefactos por el mero hecho de acercarnos a ellas y tocarlas, como



demuestran varias investigaciones recientes. Dependiendo de la especie de que se trate, el simple hecho de visitar plantas y tocarlas de vez en cuando —para medirlas o tomar cualquier otro dato— puede aumentar o disminuir el impacto de los herbívoros, modificar las tasas de crecimiento o supervivencia, incrementar la concentración de compuestos químicos defensivos en las hojas o modificar en ellas el contenido de carbono y nitrógeno, así como alterar el cociente entre los pesos de hojas y tallos. Todos estos efectos son biológicamente importantes y las alteraciones inducidas por los investigadores pueden llevar a conclusiones erróneas si no se establecen controles adecuados para evaluar el posible efecto observador sobre los resultados.

### Representación parcial y artefactos mentales

El efecto observador crea un artefacto de índole biológica externo al investigador, pero existen también artefactos internos que afectan al esquema mental simplificado con el que el investigador representa su problema o sistema de estudio. Si esa representación parcial no afecta a ningún elemento fundamental, entonces el reduccionismo habrá triunfado nuevamente y los resultados serán fiables. Pero si la representación simplificada acarrea una distorsión grave del sistema, entonces los resultados estarán viciados y las conclusiones posiblemente sean erróneas.

Ciertas suposiciones se dan por hecho sin entrar casi nunca a verificarlas. En genética de la conservación, por ejemplo, es rutinario presuponer que las estimas de diversidad genética de especies amenazadas obtenidas mediante marcadores genéticos supuestamente neutrales (como alozimas o microsátelites) reflejan el grado de diversidad genética adaptativa, es decir, la diversidad genética importante, la que verdaderamente interesa desde el punto de vista de la capacidad de respuesta de una especie a las modificaciones ambientales. Sin embargo, es archisabido que la relación entre la diversidad genética neutral y la adaptativa es muy débil, y que los marcadores genéticos neutrales informan poco o nada acerca de las diferencias genéticas adaptativas entre poblaciones. Soslayar es-

to es un acto mental simplificador que puede hacernos cometer errores. Como, por ejemplo, desplazar a otra población individuos de una especie amenazada y justificarlo por la similitud genética entre las poblaciones de origen y destino, evaluada con marcadores neutrales.

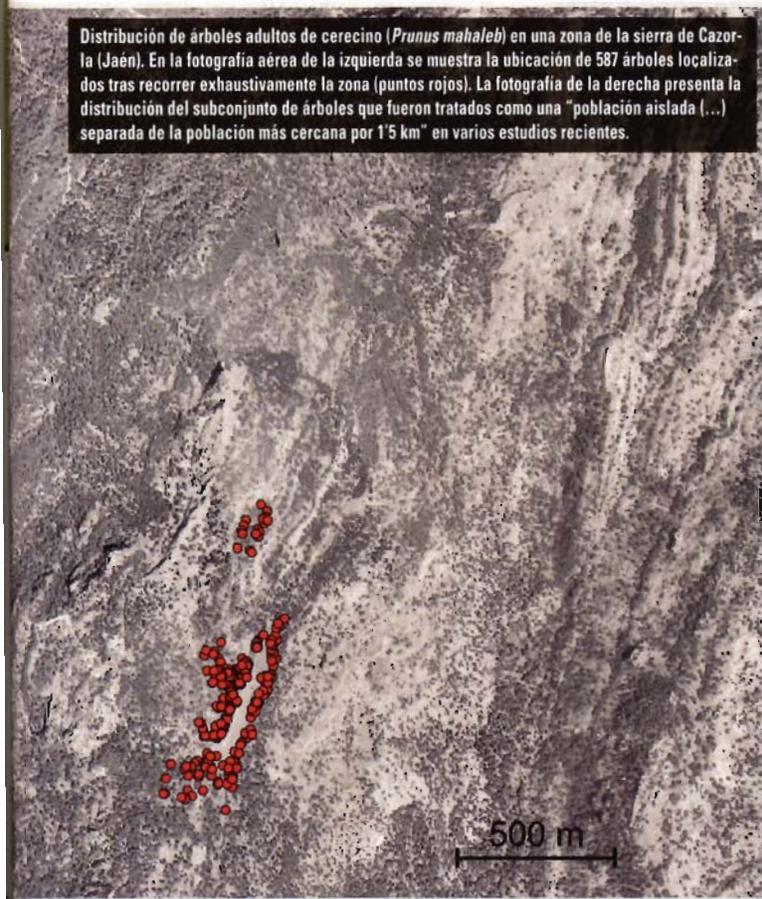
Otra modalidad de representación parcial de la realidad, esta mucho más tangible, es cuando se atribuyen al sistema de estudio unas características simplificadoras que discrepan de la realidad. Tenemos un ejemplo cercano en una publicación reciente sobre el flujo de genes causado por la polinización y la dispersión de semillas en una “población aislada” de cerecino (*Prunus mahaleb*) del sureste de España. En la fotografía aérea de la izquierda se muestra la posición de todos los árboles adultos de cerecino encontrados al recorrer exhaustivamente una extensión de aproximadamente 115 hectáreas en la sierra de Cazorla (Jaén). Cada símbolo es un árbol diferente y el mapa recoge la posición de casi 600 árboles. La fotografía de la derecha contiene sólo los que fueron incluidos en el estudio al que me refiero y que los autores describieron como una “población aislada” (o incluso “altamente aislada”) y “separada de la población más cercana por 1,5 km.” Es posible que esa representación parcial de la realidad invalide las conclusiones de ese y otros estudios relacionados, porque el método empleado para inferir paternidades y flujo de genes requiere una enumeración exhaustiva de todos los genotipos existentes en una población. Sea como fuere, tomar la parte (un grupo de árboles) por el todo (una población de árboles) nos ofrece un excelente ejemplo de representación parcial de la realidad.

### Fuente de error, pero también de remedio

Con los pocos ejemplos anteriores, que podrían multiplicarse hasta el aburrimiento, he querido ilustrar que los datos que tan afanosamente recolectamos los investigadores, así como las conclusiones de nuestros estudios, pueden a veces reflejar más el efecto de nuestras acciones, omisiones o simplificaciones que la realidad biológica que pretendemos conocer. Me pareció capcioso, por lo exagerado, el título de un artículo publicado en 2005 en la revista *PLoS Medicine*, que rezaba *Why most published research findings are false* (“¿Por qué son falsos la mayoría de los hallazgos de investigación publicados”). Pero hay bastantes investigadores, entre los que me cuento, que opinan que una parte nada despreciable de las publicaciones científicas sobre organismos y sistemas naturales no son del todo fiables por contener falsedades o estar sesgadas. El factor humano, en cualquiera de sus vertientes, puede haberlas falseado involuntariamente. Me refiero aquí estrictamente a las manifestaciones benignas del factor humano, a no confundir con las malignas como el fraude o la impostura, excepcionales y más afines a la delincuencia que a la práctica científica cotidiana.

Pero no todo son malas noticias. Por paradójico que resulte, el mismo “invento para inventar” al que se refería Waddington puede remediar los males que provoca. Gracias a la aplicación de métodos reduccionistas se supo que los pingüinos marcados se comportan de forma diferente o que las plantas tocadas por los investigadores crecen menos y sufren más por los herbívoros. Los mismos métodos pueden servirnos también para averiguar si haber ignorado las limitaciones de los marcadores genéticos neutrales o los cientos de árboles que circundan una población de estudio que se suponía aislada y solitaria, pueden haber falseado las conclusiones. El problema no estriba pues en el método reduccionista en sí, sino en el exceso de confianza que provoca atribuirle una infalibilidad de la que carece. ☹

Distribución de árboles adultos de cerecino (*Prunus mahaleb*) en una zona de la sierra de Cazorla (Jaén). En la fotografía aérea de la izquierda se muestra la ubicación de 587 árboles localizados tras recorrer exhaustivamente la zona (puntos rojos). La fotografía de la derecha presenta la distribución del subconjunto de árboles que fueron tratados como una “población aislada (...) separada de la población más cercana por 1,5 km” en varios estudios recientes.



### NOTA DEL AUTOR

Para no estorbar a la lectura, he omitido en el texto todas las referencias bibliográficas que he usado para preparar este artículo. El lector interesado puede encontrarlas en: [http://www.plant-animal.es/pdfs/Refs\\_Factor\\_humano.pdf](http://www.plant-animal.es/pdfs/Refs_Factor_humano.pdf)