



## Fuentes de diversidad

- Áreas de especiación
- Refugios (propuesta del zoólogo brasileiro)
- Refugios (propuesta del geólogo alemán)

# La fuerza de una teoría

Un lagarto de la Amazonia estudiado por Paulo Vanzolini reforzó la propuesta de un geólogo alemán sobre los refugios forestales

Eduardo Geraque

La Teoría de los Refugios, elaborada hace más de 40 años por el geólogo alemán Jürgen Haffer, e indirectamente por el zoólogo brasileño y sambista Paulo Vanzolini, que asocia la diversidad biológica de la Amazonia con los períodos de clima seco y de aislamiento geográfico, terminó siendo desestimada por varios otros investigadores en diversas ocasiones en el transcurso de todos estos años. Sin embargo, y como dice el tema del propio Vanzolini, la teoría salió a flote y con un cierto grado de actualización. Y es considerada válida por varios grupos de investigación, no solamente para explicar el surgimiento de especies en la Amazonia, sino además en el bosque atlántico, donde también ha sido aplicada.

Instalado en su sillón favorito en el *living* de su casa, en una antigua vecindad del barrio de Aclimação, zona sur de São Paulo, Vanzolini, a sus 88 años, afirma que no elaboró ninguna teoría: “Era solamente un trabajo con una especie animal. Lo que hice en realidad fue aportar un ejemplo práctico de lo que Haffer había propuesto desde el punto de vista teórico. No es otra cosa que un modelo [conceptual], que puede replicarse incluso para otras regiones”. En 1970, un año después de que la revista *Science* hubiera publicado el artículo de Haffer en que

postulaba la teoría, Vanzolini y el investigador estadounidense Ernest Williams publicaron un estudio de alrededor de 300 páginas sobre el surgimiento de una especie de lagarto del género *Anolis*. Y en ningún momento emplearon la expresión Teoría de los Refugios.

Haffer, un geólogo que había estudiado la distribución geográfica de las aves amazónicas, teorizaba que los cambios en la vegetación siguieron las reversiones climáticas en virtud de los ciclos naturales durante algún período de la historia de la Tierra, causando la fragmentación de los centros de origen de las especies y el aislamiento de parte de las respectivas biotas en refugios ecológicos separados entre sí. En la práctica, el implacable curso de los cambios climáticos habría pulverizado zonas selváticas por diversas áreas de la Amazonia. Esas manchas, separadas por zonas sin vegetación, sirvieron de escenarios para que nuevas especies y subespecies se desarrollasen. Es probable que tres procesos hayan ocurrido en estas regiones: la especiación o la formación de nuevas especies, la extinción de ciertas especies y la adaptación de otras, que habrían pasado sin cambios genéticos importantes que fueran consecuencia de las alteraciones del ecosistema.

#### MANCHAS MENOS DEFINIDAS

En una entrevista que me concedió en 2005 para una reportaje publicado en el periódico *Folha de S.Paulo*, Haffer defendió la Teoría de los Refugios, pero no dejó de proponer algunas correcciones de ruta para su trabajo: “Es probable que el tamaño de esas manchas de selva húmeda fuese mayor durante los períodos secos y mucho menos definido que como se las muestra en muchos mapas que ilustran la localización de los refugios en la selva pluvial tropical”. Haffer murió en 2010 a los 77 años.

Una de las críticas que se esgrimieron a lo largo de los años contra las propuestas de Haffer y Vanzolini tiene que ver precisamente con la localización de las mentadas áreas secas de la Amazonia, que nunca habrían sido realmente registradas. Haffer sostuvo que, en el transcurso de los años se formularon muchas interpretaciones erróneas sobre la idea de los refugios: “Nuestros datos indican alteraciones climáticas al menos en áreas localizadas y razonablemente regionales.

## La teoría explica la gran biodiversidad de la selva amazónica como producto de inestabilidades climáticas ocurridas hace millones de años



Anolis chrysolepis, la especie que le sirvió de base a Vanzolini para entender la especiación en la Amazonia

Por supuesto que extensas áreas de la selva pluvial, que es muy antigua, siempre existieron en la Amazonia”.

En los últimos años, estudios realizados por grupos de investigación de São Paulo sobre el surgimiento de nuevas especies en el bosque atlántico ayudaron a reforzar la importancia del modelo teórico postulado a finales de los años 1960. Al menos, la idea de Vanzolini y de su colega alemán aún puede considerarse válida o de mínima interesante para suscitar el debate.

Luego de intercambiar correspondencia sobre sus estudios, en el año 1970, ellos se hicieron amigos. A Vanzolini le gusta decir que Haffer mostró generosidad, aparte de ser un científico de primera línea. “Y como buen alemán, le gustaba mucho la cerveza”, dice. Vanzolini cuenta que recibió el artículo del científico alemán por correo cuando su artículo con Williams estaba listo. “Ernest, pensaron que nos movían el piso”, dijo Vanzolini, cuando leyó la publicación. En poco tiempo, Vanzolini se contactó con Haffer, quien inmediatamente abandonó una investigación de campo en Sudáfrica y se vino a Brasil para conocer pormenorizadamente los refugios de los lagartos de Vanzolini.

**Y** nuevos tiempos y nuevos estudios siguen más o menos el mismo camino. En un artículo sobre hormigas cortadoras de la Amazonia publicado en 2008 en la revista *PLoS One*, científicos brasileños y estadounidenses propusieron una especie de reconsideración de la teoría de los refugios. En la Amazonia, según Maurício Bacci Jr., bioquímico de la Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, la gran explosión de diversidad de las hormigas acaeció incluso pese a la barrera geográfica impuesta en el momento en que los ríos de la región estaban en formación. Según él, la gran diversificación de especies de cortadoras sería algo reciente, ocurrida hace aproximadamente 2 millones de años. Entre los ríos de la zona, es posible que los nidos de cortadoras se hayan desplazado boyando sobre las plantas.

Los análisis genéticos apuntan que, además de la Teoría de los Refugios, otro proceso importante –y anterior– de cambio en el paisaje amazónico fue determinante para la diversificación de las hormigas en la región. Hace 15 millones de



A los 88 años, Paulo Vanzolini se muestra escéptico en cuanto a la preservación de la Amazonia

años, antes de que el río Amazonas se formase, el aumento del nivel de los océanos llevó a que aguas marinas invadiesen la zona, un evento que, para los científicos, habría dado inicio al aislamiento de ciertas áreas amazónicas que se convirtieron en verdaderas islas. La fragmentación del ambiente se habría acentuado posteriormente con los refugios. De acuerdo con este trabajo, la gran diversificación de especies de hormigas ocurrió hace entre 14 y 8 millones de años.

El modelo de áreas aisladas durante cierto tiempo planteado para la Amazonia, salvando las debidas proporciones, puede ayudar a explicar mucho acerca de por qué el bosque atlántico es tan diversificado. La ecóloga Cinthia Brasileiro, de la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp), sostiene que varios centros de especiación, verdaderos núcleos de generación de especies, habrían existido entre Bahía y São Paulo.

La hipótesis de los refugios del bosque atlántico cobró forma con base en la evaluación de datos genéticos de dos especies de ranas. Estudios en el campo de la filogeografía (el mapeo de las diversidades genéticas de una especie a lo largo del tiempo) indican que efectivamente algunas áreas de bosque permanecieron forestadas y más o menos estables desde el punto vista climático durante millones de años. En esos lugares no hubo grandes sequías ni épocas de frío excesivo. El nivel del océano tampoco registró grandes oscilaciones.

Por ende, en el transcurso de los últimos 12 millones de años existieron varios refugios en distintas regiones geográficas de la costa brasileña. En el caso del litoral paulista, es probable que se haya formado un área entre São Sebastião y Cananeia. Cuando el mar bajó alrededor de ese centro, por ejemplo, surgieron nuevas áreas secas. Éstas pasaron a

## El modelo propuesto también es válido para la evolución observada en otras regiones, tales como el bosque atlántico

quedar forestadas durante más tiempo y, en este caso, la colonización por parte de las especies también comenzó a darse en esas regiones. Es más o menos lo que Vanzolini y Haffer pensaron sobre la cuestión de la especiación que se dio en la región amazónica.

Independientemente de que el modelo postulado sea completamente válido o no, queda claro que definiciones tales como fragmentos, aislamientos, alteraciones climáticas y estabilidad ambiental siempre están relacionadas con el desarrollo de nuevas especies. Y esto significa sostener que el debate que suscitaron los refugios se vuelve más actual que nunca. Como las actividades antrópicas están desembocando en un aumento de la velocidad de los cambios climáticos, y también en una disminución del área forestada en distintas regiones del mundo, es probable que también exista en curso un proceso hasta cierto punto oculto contra la especiación. Los resultados de ellos son todavía imprevisibles.

Estos temas, tales como el cambio climático y la extinción de la biodiversidad, llevan a que Vanzolini se muestre bastante escéptico con respecto a la preservación del ambiente amazónico que él conoció tan bien durante expediciones casi anuales a lo largo de décadas. Cada vez que iba, se quedaba allá, como mínimo, tres meses. “La Amazonia se terminó”, dice. “Hay mucha soja y ganado ahí. El pueblo amazónico, que necesita sobrevivir, también es el mayor interesado en que esas actividades económicas se implementen cada vez más por allá.” ■

### Artículos científicos

1. HAFFER, J. y PRANCE, G. T. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozoico: sobre a Teoria dos Refúgios da diferenciação biótica, **Estudos Avançados**, v. 16, n. 46, 2002.
2. SCHULTZ T. R. y BRADY, S. G. Major evolutionary transitions in ant agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, **Early Edition** (March 24), 2008.
3. VANZOLINI, P. E. y WILLIAMS, E. E. South American anoles: the geographic differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae). **Arq. Zool.** v.19, n. 1-2, p. 1-176, 1970.

### De nuestro archivo

*La obra de una vida*, Edición nº 175 – septiembre de 2010;  
*Refugios violados*, Edición nº 129 – noviembre de 2006;  
*Un tesoro a orillas del Velho Chico*, Edición nº 57 – septiembre de 2000.