

Raíces socioecológicas de una pandemia prevista

COLECTIVO FRACTAL

La crisis de biodiversidad, la emergencia climática y el colapso del sistema globalizado e industrializado en que vivimos han dado la cara en 2020 con un sombrero nuevo. O no tan nuevo en realidad, visto que desde 1940 la intensificación del sistema agrícola se ha asociado con más del 50% de las *enfermedades infecciosas emergentes*¹ en humanos derivadas de zoonosis, y se espera que esta proporción siga aumentando según se expande e intensifica un cierto modelo agrícola-alimentario.

El coronavirus 2 del síndrome agudo respiratorio (SARS-CoV-2), responsable de la pandemia mundial COVID-19 es un ejemplo de zoonosis, es decir, una enfermedad o infección que se transmite desde otros animales a los humanos (fenómeno conocido también como desbordamiento), a través de agentes transmisores como virus, bacterias, parásitos u hongos. El 60% de las enfermedades humanas son de origen zoonótico. Esta proporción además está aumentando, de forma que más del 70% de los 180 patógenos emergentes o re-emergentes en las últimas tres décadas son de origen zoonótico, la mayoría causados por virus RNA.^{2,3} Todas las enfermedades de la lista de enfermedades prioritarias por la OMS son de origen zoonótico.⁴

¹ La OMS define las "infecciones infecciosas emergentes" como "enfermedades infecciosas que han sido identificadas y clasificadas taxonómicamente recientemente". Algunas parecen ser "nuevas" enfermedades de los seres humanos, otras pueden existir desde hace muchos siglos y han sido reconocidas solo recientemente porque los cambios ecológicos u otros cambios ambientales han aumentado el riesgo de infección humana.

² Mark EJ Woolhous y Sonya Gowtage-Sequeria, «Host range and emerging and reemerging pathogens», *Emerging Infectious Diseases* 11(12):1842-7, 2005, <https://doi.org/10.3201/eid1112.050997>

³ Stuart Levin, «Zoonoses», en: Goldman, L. Schafer, A.I. (Eds.), *Goldman's Cecil Medicine*, ed. 24ª, W.B. Saunders, Philadelphia, 2012, pp. 1964–1967.

⁴ «Prioritizing diseases for research and development in emergency contexts», OMS, página web, s/f, disponible en: <https://www.who.int/activities/prioritizing-diseases-for-research-and-development-in-emergency-contexts>

Aparición de enfermedades infecciosas

¿Tan fácil es que salten los virus de un animal a otro hasta el ser humano? En realidad es algo extremadamente raro, pues hay una serie de barreras o cuellos de botella que lo suelen impedir: barreras ecológicas que regulan la presencia e intensidad de los patógenos en los huéspedes iniciales y que regulan la liberación y difusión de patógenos, barreras que protegen a los humanos de la exposición y barreras fisiológicas que disminuyen la susceptibilidad de los humanos una vez se han visto expuestos al virus. Así que los procesos por los cuales se da el desbordamiento, o salto de una especie a otra, y emergen las zoonosis incluyen tanto elementos ecológicos, fisiológicos, microbianos y epidemiológicos, como de comportamiento. Estos determinan cómo los patógenos se distribuyen, se liberan y diseminan, cuál es la probabilidad, la dosis y la ruta de exposición para los humanos y cuál es la susceptibilidad y por tanto la probabilidad y severidad de una infección.⁵

Desde la década pasada, como poco, sabemos cuáles son los factores que contribuyen a la aparición de zoonosis y enfermedades infecciosas y cómo muchos de ellos están asociados al extractivismo y especialmente al sistema alimentario globalizado e industrializado: la urbanización y en general los cambios de usos del suelo, la pérdida de hábitats y biodiversidad, el cambio climático, el crecimiento y concentración en ciudades de la población humana, el aumento de la conectividad, el incremento del consumo de productos de origen animal y, por tanto, del comercio de especies silvestres y la ganadería intensiva. Aunque estos factores están estrechamente relacionados entre sí y es imposible abordarlos de manera aislada, vamos a ir explicando uno por uno.

Un tridente nefasto: cambios de usos del suelo, pérdida de biodiversidad y cambio climático

Los *cambios de usos del suelo*, es decir la transformación de los ecosistemas para dar respuesta a una creciente demanda de recursos y materiales por parte de una economía globalizada, es el factor principal del cambio global e incluye la industria

⁵ Raina K. Plowright, Colin R. Parrish, Hamish McCallum, Peter J. Hudson, Albert I Ko, Andrea L. Graham, James O. Lloyd-Smith, «Pathways to zoonotic spillover», *Nat. Rev. Microbiol.* 15, 502–510, 2017, <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.45>.

extractiva y la deforestación, el acaparamiento de tierras y la intensificación agrícola y ganadera, la urbanización y la fragmentación de hábitats (por ejemplo, por la construcción de infraestructuras). Según un reciente informe del Panel Intergubernamental Ciencia-Política sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), el 75% de la superficie terrestre ha sido significativamente alterada por dinámicas capitalistas asociadas a empresas e individuos.⁶

La conversión de ecosistemas aumenta la probabilidad de transmisión de patógenos entre especies porque aumenta el contacto entre la fauna silvestre, el ganado y las personas: facilita la captura ilegal de animales, su tráfico, su venta en mercados a menudo ilegales donde pueden estar en contacto con otras especies y muchas personas, y su posterior consumo.⁷ La extinción local de especies puede empobrecer las comunidades biológicas y facilitar la expansión de especies oportunistas cuya densidad de población puede aumentar al no tener competidoras. Este es el caso de la fragmentación de bosques, que ha afectado a la zarigüeyas y así impulsado el aumento de la

Los cambios de usos del suelo aumentan la probabilidad de transmisión de patógenos porque crece el contacto entre la fauna silvestre, el ganado y las personas

abundancia relativa del ratón de pies blancos (*Peromyscus leucopus*), una especie reservorio muy competitiva que hospeda la garrapata portadora de la bacteria *Borrelia burgdorferi* causante de la enfermedad de Lyme.⁸ También es el caso de algunas poblaciones de roedores en Asia, que son portadores de hantavirus y adenovirus que causan fiebres hemorrágicas con síndrome renal, como el ébola. Otro ejemplo famoso es el de Malasia, donde se registró un brote de la enfermedad de Nipah en 1992, cuyo origen se asocia al desplazamiento hacia entornos más urbanos de poblaciones de gran zorro volador (*Pteropus vampyrus*) debido a la deforestación y los incendios de sus hábitats naturales. Allí se cree que el contacto entre estos murciélagos y cerdos hacinados en granjas dio lugar a la cadena de contagios que acabó afectando a la población local, con una letalidad del 40%.

⁶ Sandra Díaz, Joseph Settele, Eduardo Brondízio et al., *Informe de Evaluación Mundial sobre la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas. Resumen para los encargados de la formulación de políticas*, IPBES, Bonn, 2019, disponible en: https://www.ipbes.net/sites/default/files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_es.pdf

⁷ Felicia Keesing y Richard S. Ostfeld, «Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases», *PNAS*, 118 (17) e2023540118, 2021, <https://doi.org/10.1073/pnas.2023540118>

⁸ Kathleen LoGiudice, Richard S. Ostfeld, Kenneth A. Schmidt, Felicia Keesing, «The ecology of infectious disease: effects of host diversity and community composition on Lyme disease risk», *PNAS* 100, 567–571, 2003, <https://doi.org/10.1073/pnas.0233733100>

La agricultura intensiva es el factor determinante detrás de la rápida propagación del virus del Nilo Occidental⁹ en Estados Unidos y la facilidad con la que el mirlo americano (*Turdus migratorius*), huésped preferente del virus, se expande en estos paisajes. Asimismo, algunos estudios han relacionado el consumo de carne de animales silvestres, que desempeña un importante papel en la dieta de los hogares pobres en Camerún, con enfermedades infecciosas asociadas a los virus del VIH/SIDA, Ébola y Marburgo.¹⁰

Los cambios de usos del suelo son un impulsor directo de la *pérdida global de biodiversidad*, una de las principales emergencias que vivimos: alrededor del 25% de las especies de animales y plantas evaluados están amenazadas, alrededor de un millón de especies ya están en peligro de extinción y, si no se adoptan medidas, habrá una mayor aceleración del ritmo de extinción de especies en todo el mundo (IPBES). Sin embargo, la biodiversidad constituye posiblemente el mejor protector frente a la transmisión de patógenos. Por un lado, la diversidad de huéspedes inhibe la abundancia de parásitos.¹¹ Por otro, a mayor diversidad genética, mayor probabilidad de desarrollo de resistencia, ya que esta diversidad representa la capacidad para encontrar individuos que suplan a otros afectados por diversas dolencias congénitas, malformaciones, debilidad ante patógenos u otros problemas hereditarios. Cuanto mayor diversidad genética, mayores probabilidades tienen las especies de sobrevivir a los cambios del medio ambiente. Patógenos y hospedadores pueden co-evolucionar y adaptarse para sobrevivir juntos sin problemas durante mucho tiempo.

Además, se ha hablado mucho en el último año, de cómo en contextos con mucha diversidad se pueden dar el llamado “efecto de dilución”.¹² Según el efecto de dilución, comprobado empíricamente en la mayoría de casos, en hábitats con gran diversidad de especies y alto número de ejemplares: 1) las poblaciones de especies susceptibles de hospedar patógenos están mejor reguladas, 2) los virus se distribuyen entre las distintas especies e individuos de la población, teniendo muchas posibilidades de acabar en alguno que bloquea su dispersión, y 3) se inhibe la proliferación de herbí-

⁹ Marm Kilpatrick, «Globalization, Land Use, and the Invasion of West Nile Virus», *Science* 334: 323-327, 2011, <https://doi.org/10.1126/science.1201010>

¹⁰ LoGiudice et al., 2003, *op.cit.*

¹¹ David J. Civitello, Jeremy Cohen, Hiba Fatima, Neal T Halstead, Josue Liriano, Taegan A McMahon, C Nicole Ortega, Erin Louise Sauer, Tanya Sehgal, Suzanne Young, Jason R Rohr, «Biodiversity inhibits parasites: Broad evidence for the dilution effect», *PNAS*, 112: 8667-8671, 2015, <https://doi.org/10.1073/pnas.1506279112>

¹² Felicia Keesing, Robert D. Holt, Richard S. Ostfeld, «Effects of species diversity on disease risk», *Ecology Letters*, 9: 485-498, 2006, <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00885.x>

voros, vectores habituales de patógenos. En un ecosistema presionado, de hecho, las primeras especies que suelen desaparecer son aquellas más apicales en la cadena trófica, las predadoras, o las especialistas, que son las que más contribuyen al control de la propagación de vectores, dejando así lugar para la proliferación de las poblaciones de otras especies más oportunistas. Sobre el efecto de dilución hay debate y controversia:¹³ no parece ubicuo, sino que depende de cada comunidad y las características de las especies, pero las últimas revisiones sistemáticas apoyan su relevancia y por tanto la importancia de la conservación de la biodiversidad a todas las escalas para frenar la aparición de enfermedades infecciosas.

Además, en los territorios muy deteriorados, el *cambio climático* (a su vez impulsado por estos cambios de usos del suelo) puede exacerbar los riesgos de desbordamiento zoonótico. Un ejemplo es el del polvo en suspensión como vector de patógenos: en ecosistemas con suelos muy degradados, la erosión, tanto por agua de escorrentía como por el viento, es frecuente y precisamente el incremento del viento es uno de los efectos del cambio climático. El aumento de las temperaturas medias se ha demostrado que aumenta la incidencia de la fiebre hemorrágica de Crimea-Congo y la persistencia del virus del Zika. Por efecto del calentamiento global se están derritiendo enormes superficies de hielo y permafrost dentro de las que había encapsulados virus, por ejemplo en antiguos yacimientos funerarios humanos. El deshielo da lugar a nuevos hábitats donde se pueden desarrollar, reproducir y transmitir patógenos entre especies. De hecho, ya han empezado las apuestas sobre cuál será el origen de la próxima gran pandemia, y algunos de los patógenos mortales de los siglos XVIII y XIX suenan como candidatos favoritos.

Otros factores ecológicos relacionados con enfermedades infecciosas

Asociadas a la transformación de los ecosistemas y al cambio climático están las *alteraciones en la movilidad, los patrones migratorios y en general la ecología de especies silvestres* que sirven de reservorio y/o vector de patógenos. Estas alteraciones influyen en la probabilidad de contacto y exposición entre individuos de

¹³ Para ampliar en este sentido se puede consultar el trabajo de Randolph y Dobson, quienes hicieron una crítica a la manera en que se estaba dando por sentado la ubicuidad del efecto de dilución (<https://dspace.stir.ac.uk/bitstream/1893/17673/1/Pangloss%20revisited.pdf>); la respuesta de <https://www.cambridge.org/core/journals/parasitology/article/abs/candidate-response-to-panglossian-accusations-by-randolph-and-dobson-biodiversity-buffers-disease/C2784AE4150C159B9CD0AEC6FC469199>

la misma especie y entre especies. Por ejemplo, las alteraciones en los patrones migratorios de algunas aves, debidas al cambio climático o al tráfico de aves, resulta en su redistribución y contacto con otras especies o con humanos. En las islas de Sumatra, la migración de los murciélagos de la fruta provocada por la deforestación debida a los incendios de la selva condujo a la aparición de la enfermedad de Nipah entre los ganaderos y el personal de los mataderos de Malasia.

Otro factor ecológico clave en la dispersión de enfermedades infecciosas son *la concentración y la conectividad*, ya que facilitan la rápida propagación de los patógenos una vez se ha dado la infección y dificulta las medidas de distanciamiento personal para evitar la propagación.¹⁴ El enorme y rápido aumento de la densidad de población en las ciudades, que genera arrabales y barrios especialmente poblados, empobrecidos y sin infraestructuras adecuadas de vivienda y saneamiento, por ejemplo en Asia, no hace más que allanar el camino a las enfermedades infecciosas. También la enorme movilidad a escala mundial, asociada al comercio, el empleo y el ocio, facilita, como hemos visto con la COVID-19, la rápida dispersión de patógenos a escala planetaria.¹⁵ Esto sucede, no solo en tanto en cuanto el ganado y las personas somos vectores, sino también de forma indirecta, ya que las infraestructuras (viarias, ferroviarias, portuarias...) asociadas a dicha conectividad contribuyen a la fragmentación de hábitats cuyos impactos mencionamos antes. Este tipo de conectividad y de concentración de la población mundial en ciudades nos hace por tanto más vulnerables frente a las enfermedades infecciosas emergentes.

Las *especies invasoras* pueden actuar como vectores, como reservorios de patógenos o facilitando la expansión de estos, por ejemplo compitiendo con las especies autóctonas o provocando enfermedades en estas.¹⁶ Además, el estudio de enfermedades infecciosas derivadas de patógenos infecciosos humanos como la COVID-19, tienen características y consecuencias similares al patrón de las invasiones biológicas,¹⁷ así que es necesario buscar sinergias entre disciplinas como

¹⁴ Shima Hamidi, Sadegh Sabouri, Reid Ewing, «Does Density Aggravate the COVID-19 Pandemic?», *Journal of the American Planning Association*, 86:4, 495-509, 2020, <https://doi.org/10.1080/01944363.2020.1777891>

¹⁵ Serina Chang, Emma Pierson, Pang Wei Koh, Jaline Gerardin, Beth Redbird, David Grusky, Jure Leskovec, «Mobility network models of COVID-19 explain inequities and inform reopening», *Nature*, 589: 82–87, 2021, <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2923-3>

¹⁶ Helen E. Roy, Sven Bacher, Franz Essl, et. al., «Developing a list of invasive alien species likely to threaten biodiversity and ecosystems in the European Union», *Glob Chang Biol*, 25:1032–1048, 2019, <https://doi.org/10.1111/gcb.14527>

¹⁷ Motserrat Vilá, Alisson M. Dunn, Franz Essl, Elena Gómez-Díaz, Philip E. Hulme, Jonathan M. Jeschke, Martín A. Núñez, Richard S. Ostfeld, Aníbal Pauchard, Anthony Ricciardi, Belinda Gallardo, «Viewing Emerging Human Infectious Epidemics through the Lens of Invasion Biology», *BioScience*, biab047, 2021, <https://doi.org/10.1093/biosci/biab047>

la epidemiología y la ecología, para comprenderlas y evitarlas. El riesgo de introducción de especies está estrechamente ligado con las actividades humanas y se ha visto incrementado debido al desarrollo de nuevos y más rápidos sistemas de transporte que permiten un incremento del comercio y el turismo.^{18,19} Además, a su vez, las especies exóticas son una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad y uno de los principales motores del cambio global, especialmente en contextos mediterráneos debido a las condiciones ambientales y a consideraciones biogeográficas.²⁰

Para comprender y evitar las enfermedades infecciosas derivadas de patógenos infecciosos humanos es necesario buscar sinergias entre disciplinas como la epidemiología y la ecología

Otras relaciones con el sistema alimentario globalizado

El *incremento del consumo de proteínas de origen animal* ha contribuido de manera indirecta a aumentar los riesgos de zoonosis. Por un lado, ha impulsado la industrialización masiva de la ganadería en todo el mundo (especialmente de aves y cerdos, estupendos vectores de virus), aumentando enormemente el volumen de ganado en el planeta, su densidad y por tanto la probabilidad de infectar a humanos. Por desgracia, en España la producción de cerdo se ha doblado en las últimas tres décadas y es la primera de Europa y la cuarta a nivel mundial. En el caso de los pollos de engorde, la producción ha duplicado su crecimiento en los últimos cinco años. Por otro lado, está aumentando el consumo de especies silvestres, especialmente en Asia, África y Latinoamérica, incentivando el comercio ilegal de especies y sus productos, así como la caza. En estas zonas, de hecho, son habituales los mercados de animales, un espacio donde coinciden y se concentran animales de diferentes orígenes que pueden portar diversos patógenos y

¹⁸ Charles Perrings, Katharina Dehnen-Schmutz, Julia Touza, Mark Williamson, «How to manage biological invasions under globalization», *Trends in Ecology and Evolution*, 20(5): 212–15, 2005, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2005.02.011>

¹⁹ Laura A. Meyerson, Harold A. Mooney, 2007. «Invasive alien species in an era of globalization», *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5: 199–208, 2007, [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[199:IASIAE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[199:IASIAE]2.0.CO;2)

²⁰ Osvaldo E. Sala, F. Stuart Chapin III, Juan J. Armesto, Eric Berlow, Janine Bloomfield, Rodolfo Dirzo, Elisabeth Huber-Sanwald, Laura F. Huenneke, Robert B. Jackson, Ann Kinzig, Rik Leemans, David M. Lodge, Harold A. Mooney, Martin Oesterheld, N. LeRoy Poff, Martin T. Sykes, Brian H. Walker, Marilyn Walker, Diana H. Wall, «Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100», *Science*, 287: 1770-1774, 2000, <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1770>

no cuentan con condiciones de salubridad o agua corriente. En términos de impacto, sin embargo, la responsabilidad en los hombros del sistema agroalimentario industrializado, impulsado por el consumo exacerbado en el Norte global, es mucho mayor que la de los mercados del Sur global donde se comercializan productos derivados de animales silvestres.

La *resistencia a insecticidas* está creciendo y se espera que siga haciéndolo debido a la intensificación y la simplificación de la agricultura, lo cual plantea enormes dificultades para el control de enfermedades cuyo vector es un insecto. Algo parecido sucede con el abuso indiscriminado de *antibióticos*, tanto en humanos como en animales, que están generando una resistencia sistémica que la OMS ya teme como la primera causa de muerte a nivel mundial en 2050. También se ha visto que el *incremento de nutrientes* debido al uso excesivo de fertilizantes agroquímicos en la agricultura industrial y a la contaminación por nitratos derivada de la ganadería intensiva, puede exacerbar el impacto de las enfermedades infecciosas.

Finalmente, en el último eslabón de la cadena, además de la resistencia a antibióticos, todos los problemas relacionados con la *salud humana* y la capacidad del sistema inmunitario de responder, nos hacen más vulnerables frente a las enfermedades infecciosas emergentes: la deficiencia de determinados nutrientes por malnutrición o desnutrición, la obesidad, el estrés, la diabetes o la exposición a contaminantes.²¹

Impactos ambientales de las desregulaciones a causa de la COVID-19

Es interesante comprobar cómo la epidemia provocada por la COVID-19 a su vez está teniendo un efecto negativo sobre el debilitamiento de las regulaciones ambientales a nivel global, en contra de lo que cabría pensar, aumentando así los futuros riesgos a pandemias. Por ejemplo, la ONG Conservación Internacional a través del rastreador de retrocesos de la conservación global²² ha contabilizado los retrocesos de las regulaciones ambientales desde que comenzó la

²¹ Hellas Cena y Marcello Chieppa, «Coronavirus Disease (COVID-19–SARS-CoV-2) and Nutrition: Is Infection in Italy Suggesting a Connection?», *Front. Immunol.* 11:944, 2020, <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.00944>

²² Global Conservation Rollbacks Tracker, disponible en: <https://www.conservation.org/projects/global-conservation-rollbacks-tracker>

pandemia. En Brasil, por ejemplo, ha habido intentos de autorizar la minería en tierras indígenas, construir nuevas carreteras y legalizar la ocupación de tierras indígenas por acaparadores de tierras, generalmente con fines de agronegocios o minería. En India se ha dado vía libre a más de 30 proyectos en áreas protegidas, reservas de elefantes y tigres para la minería del carbón, carreteras y líneas eléctricas. En Canadá se eliminaron muchos requisitos de monitoreo para las compañías petroleras, incluido el monitoreo del agua superficial y del agua subterránea. En el caso de España, se han aprobado diversos decretos, más laxos en regulación ambiental, donde se acortan plazos en procedimientos administrativos con el argumento de estimular la reactivación de la actividad económica.²³

Conservación Internacional a través del rastreador de retrocesos de la conservación global ha contabilizado los retrocesos de las regulaciones ambientales desde que comenzó la pandemia

En abril de 2020, el relator especial de la ONU sobre derechos humanos y medio ambiente ya avisó de que estas acciones eran «irracionales, irresponsables y ponen en peligro los derechos de las personas vulnerables».²⁴ No se puede afirmar que todos estos retrocesos se han debido directamente a la pandemia, pero sí que han ocurrido en un momento donde la participación cívica se ha limitado debido al distanciamiento social y las restricciones de reuniones públicas. Según Global Witness, algunos gobiernos han utilizado la pandemia como excusa para restringir las libertades de las y los defensores de territorios y del medio ambiente, como el derecho a protestar o la libertad de expresión. La limitación de las protestas y manifestaciones ha contrastado con la permisividad con los proyectos extractivos como la minería. La Coalición Defensora de Defensores del Medio Ambiente y la Tierra ha identificado tres tendencias generales que han emergido con la pandemia: el mantenimiento de las amenazas contra las/os defensoras/es, la aparición de nuevos tipos de riesgo y la exposición de pueblos indígenas en particular.

²³ Véase a modo de ejemplo: <https://www.ecologistasenaccion.org/146703/con-la-excusa-de-la-covid-la-junta-suprime-la-licencia-ambiental-en-castilla-y-leon/> o <https://theconversation.com/la-pandemia-de-decretos-leyes-que-ponen-en-riesgo-el-medioambiente-140652>

²⁴ «COVID-19: "no es una excusa" para retroceder en la protección y aplicación medioambiental, afirma un experto de las Naciones Unidas en derechos», ACNUR, Ginebra, 15 de abril de 2020, disponible en: <https://www.ohchr.org/EN/NewsEvents/Pages/DisplayNews.aspx?NewsID=25794&LangID=E>

Propuestas para evitar futuras pandemias

Ha quedado claro cómo el modelo de producción y consumo y en especial el sistema agroalimentario industrializado y globalizado, tiene una parte importante de

Las mismas actividades humanas que impulsan el cambio climático y la pérdida de biodiversidad son las que generan riesgo de pandemia

la responsabilidad de las zoonosis y la pandemia de la COVID-19 en concreto.²⁵ Así que es urgente y fundamental transformar radicalmente las relaciones entre la sociedad y la naturaleza, y especialmente el sistema agroalimentario, para acoplar de nuevo el sistema económico y social dentro de los límites planetarios y asegurando los niveles de calidad de vida de la población. Las propuestas de la

agroecología, que apuntan de hecho a re-localizar la producción y el consumo, cerrar ciclos, garantizar el bienestar animal y respetar los ritmos y funciones de los agroecosistemas y de las personas, parecen ahora más pertinentes que nunca. La llamada a trabajar por “Una Salud” (One Health) ha cobrado protagonismo también en este sentido: es «el esfuerzo de colaboración de múltiples disciplinas que trabajan a nivel local, nacional y mundial, para lograr una salud óptima para las personas, los animales y nuestro medio ambiente», porque toda está conectado.²⁶ Sin embargo sigue faltando la valentía para emprender el camino del decrecimiento y dejar atrás el extractivismo exacerbado que sustenta el desarrollismo capitalista.

La comunidad científica lleva años advirtiendo de que la destrucción de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad fomenta el surgimiento de enfermedades zoonóticas. Es necesario reconocer que las mismas actividades humanas que impulsan el cambio climático y la pérdida de biodiversidad son las que también generan riesgo de pandemia a través de sus impactos directos e indirectos en la naturaleza. Además, las consecuencias no han sido iguales para todo el mundo. Hay poblaciones que, especialmente durante la pandemia, se han visto más vulnerabilizadas. Actuar para prevenir riesgos contra futuras pandemias también significa trabajar sobre los ejes de la justicia social y ambiental, poniendo especial

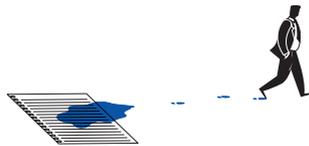
²⁵ Marta Rivera-Ferre, Feliú López-i-Gelats, Federica Ravera, Elisa Oteros-Rozas, Marina di Masso, Rosa Bini-melis y Hamid El Bilali, «The two-way relationship between food systems and the COVID19 pandemic: causes and consequences», *Agricultural Systems*, 191: 103134, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103134>

²⁶ «One Health : A New Professional Imperative», 2018. *American Veterinary Medical Association*, 2018, p. 9, [consulta: 20 de agosto de 2017], disponible en: https://www.avma.org/sites/default/files/resources/onehealth_final.pdf

énfasis en proteger y respaldar a aquellas comunidades que están defendiendo el medio ambiente y los territorios.

Finalmente, para responder a futuras pandemias se necesita un conocimiento heterogéneo, abordajes interdisciplinarios para mejorar la predicción, prevención y respuesta ante futuros eventos. Recientemente, Montserrat Vilá y colaboradores han reclamado la necesidad de perspectiva interdisciplinar sobre las enfermedades infecciosas y la biología de las invasiones podría hacer avanzar ambos campos,²⁷ y en particular la necesidad de considerar la complejidad de los sistemas socioecológicos y promover un marco que adopte una perspectiva multiescalar y orientada a los sistemas en un contexto de cambio global.²⁸ Tomar una perspectiva desde los sistemas complejos adaptativos y los sistemas socioecológicos²⁹ ayudará a comprender las estrechas interrelaciones e interdependencias entre el sistema ecológico y social para entender mejor las relaciones entre naturaleza y pandemia como parte de una red mayor de relaciones.

Colectivo Fractal es un espacio de mujeres investigadoras. En este artículo han colaborado las investigadoras Elisa Oteros Rozas (Universitat Oberta de Catalunya), Irene Iniesta Arandía (ICTA - Universitat Autònoma de Barcelona), Cristina Quintas Soriano (Universidad de Almería), Marina García Llorente (Universidad Autónoma de Madrid), Violeta Hevia (Universidad Autónoma de Madrid), Federica Ravera (Universitat de Girona) y Sara Mingorría.



²⁷ Vilá et al., 2021, *op.cit.*

²⁸ Graeme S. Cumming, Celia Abolnik, Alexandre Caron, Nicolas Gaidet, John Grewar, Eleonore Hellard, Dominic A. W. Henry, Chevonne Reynolds, «A social–ecological approach to landscape epidemiology: geographic variation and avian influenza», *Landscape Ecology*, 30: 963–985, 2015, <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0182-8>

²⁹ Rodrigo Arce Rojas, «Relaciones naturaleza y pandemia desde la perspectiva de los sistemas complejos adaptativos», *Pluriversidad*, 6: 13-31, 2020, <https://doi.org/10.31381/pluriversidad.v0i6.362>