



Ecologías y promesas del giro microbiano

Charlotte Brives, Alexis Zimmer

► To cite this version:

Charlotte Brives, Alexis Zimmer. Ecologías y promesas del giro microbiano. Revue d'Anthropologie des Connaissances, 2021, ¿Un giro microbiano?, 15 (3), pp.[en ligne]. halshs-03375201

HAL Id: halshs-03375201

<https://shs.hal.science/halshs-03375201>

Submitted on 3 Jan 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Ecologías y promesas del giro microbiano

Écologies et promesses du tournant microbien

Ecologies and promises of the microbial turn

Charlotte Brives y Alexis Zimmer



Edición electrónica

URL: <https://journals.openedition.org/rac/25070>

ISSN: 1760-5393

Editor

Société d'Anthropologie des Connaissances

Este documento es traído a usted por Centre national de la recherche scientifique (CNRS)



Referencia electrónica

Charlotte Brives y Alexis Zimmer, «Ecologías y promesas del giro microbiano», *Revue d'anthropologie des connaissances* [En línea], 15-3 | 2021, Publicado el 01 septiembre 2021, consultado el 03 enero 2022. URL: <http://journals.openedition.org/rac/25070>

Este documento fue generado automáticamente el 3 enero 2022.



Les contenus de la *Revue d'anthropologie des connaissances* sont mis à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Ecologías y promesas del giro microbiano

Écologies et promesses du tournant microbien

Ecologies and promises of the microbial turn

Charlotte Brives y Alexis Zimmer

En su propia constitución, los microorganismos pueden arrojar luz sobre cómo se sitúa la biología, es decir, sobre cómo los humanos transforman el mundo biológico en el que viven y, al hacerlo, modifican su propia constitución biológica. (Lock & Nguyen, 2018, p. 335)

En noviembre de 2019, cuando presentamos el proyecto de un número especial de la revista dedicado a los microbios, nos propusimos cuestionar el surgimiento de un «giro microbiano» (Paxson & Helmreich, 2014) que está en marcha en las ciencias naturales y biomédicas, y del que intentan dar cuenta los trabajos en las ciencias sociales. Nos sentimos interpelados e interpeladas por un conjunto creciente de investigaciones y publicaciones, tanto para el público no especializado (Selosse, 2019; Sonnenburg & Sonnenburg, 2017; Yong, 2017) como para el público más estrictamente científico, sobre cómo los «microbios» desempeñan un papel esencial en el funcionamiento de los ecosistemas y son artífices beneficiosos de la salud humana y animal. En una primera aproximación, esta investigación parece conducir a una reevaluación positiva de las funciones y la naturaleza de los microorganismos. De ser enemigos, favoreciendo la aparición de patologías, los microbios se convertirían en potenciales aliados tanto en la restauración de ecosistemas perturbados como en la lucha contra ciertas patologías crónicas o infecciosas, abriendo horizontes prometedores de desarrollo de nuevas terapias y prácticas de restauración ecosistémica (Paxson & Helmreich, 2014; 2017). Junto al «giro microbiano», se han propuesto otras expresiones, como «cultivos postpasteurianos» (Paxson, 2008), o «giro probiótico» (Lorimer, 2020), para captar y nombrar un momento de supuesta renovación de muchas prácticas y conocimientos, científicos y profanos, en lo relativo a los microbios, que definiremos en primera

instancia como un conjunto de entidades vivientes cuya característica común sería su invisibilidad a simple vista¹. Pero, ¿son pertinentes estas nociones de «giro microbiano», «giro probiótico» o «pospasteuriano» para caracterizar las nuevas relaciones que algunos humanos mantienen con una gran variedad de microbios? Y si es así, ¿cuáles y con qué «microbios»? La categoría «microbios» engloba ciertamente una prodigiosa variedad de microorganismos: bacterias, virus, levaduras, protistas, amebas, planarias, arqueas, e incluso algunas algas y hongos², para cada uno de los cuales tenemos, además, múltiples clasificaciones³. Entonces, ¿a qué nos referimos cuando hablamos de microbios?

Luego llegó la pandemia del COVID-19. Es un duro recordatorio de que ciertos microbios, en determinadas condiciones, tienen la capacidad de perturbar gravemente el funcionamiento rutinario de nuestras sociedades e interrumpir brutalmente la vida de muchos de nosotros. También nos recuerda – un punto ahora firmemente establecido por una vasta literatura en las humanidades y las ciencias sociales – que los seres humanos no son los únicos que forman sociedad (Latour, 1984; Harper, 2019; Snowden, 2020). Una multitud de seres vivos y diversos fenómenos participan en la creación de los mundos en los que vivimos. Y, como nos muestra el SARS-CoV-2, los microbios ocupan en ellos su lugar. A su vez, esta pandemia pone de manifiesto el impacto de las decisiones políticas y económicas en la generación, circulación y transformación de los microbios (por ejemplo, Hinchliffe *et al.*, 2021). Pero, ¿es la pandemia un buen analizador de las posibles nuevas relaciones entre humanos y microbios? Probablemente sea demasiado pronto para decirlo. Ahora bien, ha puesto de manifiesto la persistencia de dimensiones profundamente conflictivas y belicosas de algunas de nuestras relaciones con los microbios y la forma en que éstas siguen orientando las políticas de salud pública y la gobernanza de las pandemias en general (Bensaude-Vincent, 2020; Brives 2020). La COVID-19 sigue siendo esencialmente asimilable al virus y los métodos de gobierno de la pandemia buscan principalmente interrumpir su trayectoria, ya sea mediante el confinamiento de las poblaciones, la prescripción de «gestos de barrera» y el uso masivo de productos de higiene y limpieza, o la transformación de la inmunidad de las poblaciones mediante la vacunación. Todo ello tiende a relativizar significativamente el alcance y el contenido de un «giro microbiano», o al menos nos lleva a precisar que no parece aplicarse, de forma indiferenciada, a todas las relaciones que vinculan al ser humano con los microbios.

Si estas expresiones nos parecen estimulantes, ¿no deberíamos cuestionar y relativizar la ruptura y la novedad que intentan captar? Algunas contribuciones en este número discuten directamente su relevancia (de Guglielmo, 2021; Demeulenaere & Lagrola, 2021); todas ellas nos recuerdan la pluralidad y ambivalencia de las relaciones entre humanos y microbios, a veces a largo plazo. Así, más que asumir estas expresiones, esta introducción y este número de *La Revue d'anthropologie des connaissances* pretenden discutir las, quedarnos con lo que nos parece relevante, pero también, mostrando sus aportaciones y limitaciones, reabriéndolas a aspectos que tienden a descuidar. Para ello, primero presentaremos de manera más precisa lo que los autores que forjaron estas expresiones entienden por esta noción de giro microbiano y las que se asocian a él. Estas aclaraciones deben discutirse y ponerse en perspectiva situándolas en el contexto de una literatura más amplia de las ciencias sociales sobre los microbios. Esto nos permitirá, por un lado, movilizar de nuevo una variedad de narrativas y enfoques de las relaciones entre los seres humanos y los microbios que preceden a este llamado «giro» y, por otro lado, destacar puntos de vigilancia respecto a las promesas que lo

acompañan. Al hacerlo, presentaremos las diversas contribuciones en este número y cómo contribuyen a este debate.

Contextualizar el giro microbiano (y sus expresiones asociadas)

En 2014, los antropólogos Heather Paxson y Stefan Helmreich publican un artículo en el que mencionan un «giro microbiano». Este término se basa en el trabajo anterior de los dos investigadores. Uno de ellos ya había intentado caracterizar las transformaciones que afectan a las relaciones entre seres humanos y microbios en la producción de queso en Estados Unidos mediante la noción de «cultivos pospasteurianos» (Paxson, 2008). Heather Paxson se centró en la inversión de una percepción negativa de los microbios en una positiva y en la consiguiente renovación de las prácticas y las alianzas y colaboraciones entre los microbios y la diversidad de actores humanos implicados en la producción de queso. La propuesta posterior de un «giro microbiano» es más transversal. Su objetivo es reflejar, por una parte, la nueva atención que se presta a los microbios en diversas partes de las ciencias naturales, las prácticas alimentarias y la biomedicina y, por otra, hacer hincapié en la dimensión ecológica – en su entorno, en las relaciones y en las comunidades – de su comprensión. Esta expresión se incorpora muy rápidamente, primero en la primera tesis de historia dedicada al «cuerpo microbiano», defendida por la historiadora de la ciencia Funke Iyabo Sangodeyi ese mismo año (Sangodeyi, 2014). Después, en los trabajos de los geógrafos Jamie Lorimer (2016, 2017) y Beth Greenhough (2020) y de algunos otros (Warren *et al.*, 2020; O’Riordan *et al.*, 2017, etc.⁴). Retomando esta noción, Jamie Lorimer propone otra aún más transversal, la del «giro probiótico», que abarca un abanico más amplio de prácticas e intervenciones – desde la salud hasta la alimentación, pasando por las políticas de conservación y de resilvestramiento territorial – y un bestiario más amplio que el de los microbios solos –compuesto en particular por lobos y nematodos parásitos. Este término pretende «describir las intervenciones humanas que se basan en la vida para gobernar la vida, trabajando con los procesos biológicos y geomórficos para producir formas de salud humana, ambiental e incluso planetaria» (Lorimer, 2020, p. 2 – recensión en este número). Al igual que en el caso del giro microbiano, se opone a los modos de gobierno calificados como antibióticos y marca formas de renuncia a la lógica de control y dominio de las ecologías.

Pero volvamos al «giro microbiano». Heather Paxson y Stefan Helmreich lo definen de la siguiente manera: este giro,

adoptado en los últimos años por la biología [...] marca [...] el advenimiento de una nueva concepción ascendente de la ‘naturaleza’. Esta naturaleza estaría repleta de operaciones orgánicas que se desarrollarían a escalas más allá de la percepción humana, y sería a la vez independiente y estaría estrechamente entrelazada con las identidades y comunidades humanas, animales, vegetales y fúngicas, indispensables y a veces destructivas. Los microbios ya no se asocian, como hizo la concepción reduccionista del genoma con su promesa de clonación idéntica a finales del siglo XX, con la ‘era del control biológico’ (Franklin, 2007; Wilmut *et al.*, 2001). Al contrario, tienden a una biología indeterminada llena de potencialidades que aún no se han explorado (Paxson & Helmreich, 2017, p. 250).

Cabe destacar dos características asociadas a este giro. En primer lugar, los microbios formarían parte de la aparición de una nueva comprensión de la «naturaleza» y las

escalas microbianas se convertirían en escalas relevantes para entender muchos fenómenos. Esto podría ser similar, por ejemplo, a la forma en que la bióloga Lynn Margulis, durante la década de 1980, consideraba a los microbios como los seres vivos por excelencia. En estos trabajos y en los que compartió con el químico atmosférico James Lovelock, demostró su papel fundamental tanto en los procesos metabólicos y reguladores de la biosfera como en los que rigen la evolución de la vida (Margulis & Sagan, 1986; véase también Sapp, 2009). En segundo lugar, marcarían el advenimiento de una biología no reduccionista y no determinada, libre de un deseo de dominio y control.

Sin embargo, como señalan estos autores, no fueron los microbios «por sí solos» los que abrieron estas nuevas perspectivas. Más bien un conjunto de «prácticas culturales, sociales, políticas y científicas que los microbios tienden a reformular y reconfigurar (...) de formas inesperadas» (Paxson & Helmreich, 2017, p. 251). Ni buenos ni malos, los microbios son a la vez indispensables y potencialmente peligrosos. Esta ambivalencia es especialmente visible en las prácticas alimentarias de fermentación, de las que depende gran parte de la subsistencia de muchas poblaciones, y por las que existe un renovado interés, al menos en los contextos occidentalizados: reinención de prácticas centenarias destinadas a reintroducir una diversidad de relaciones, gustos, sabores y autonomía en la producción, antes reducida debido a la homogeneización de los alimentos y las ecologías por la industrialización moderna (Tancoigne, en este número; Demeulenaere & Lagrola, en este número; Jasarevic, 2015; Chartier, 2021; Davidson & Ransom-Jones, 2021; Rest *et al.*, 2021). Por ello, no es baladí que el término «microbiopolítica», creado por Heather Paxson para recoger las normas de seguridad e higiene alimentaria, la gobernanza en las acciones cotidianas, así como también los valores morales que las sustentan, haya sido acuñado en un trabajo sobre la producción de queso (Paxson, 2012). Esta ambivalencia se refleja en las decisiones políticas, en el establecimiento de normas específicas para gestionar los riesgos inherentes a nuestra relación con los microbios (por ejemplo, la introducción del número de gérmenes totales/ml como indicador de la calidad de la leche para la producción de queso, cuyas consecuencias se exploran en este número en los artículos de Demeulenaere & Lagrola, y de Tancoigne) y también en un cambio en los valores atribuidos a la suciedad o los residuos (Hird, 2012).

Un cambio importante se produjo con el desarrollo, a principios de la década de 2000, de la metagenómica, es decir, los nuevos métodos y tecnologías que permiten secuenciar el contenido genético de muestras tomadas directamente en entornos determinados. Este conjunto de técnicas ha permitido una nueva apreciación de la importancia de los microorganismos en la composición de los medios. Por primera vez, los científicos han conseguido producir datos sobre microorganismos que no eran aislables ni cultivables, haciendo observable una diversidad que antes solo se sospechaba.

Con ello, estas técnicas han contribuido a replantear los distintos criterios de clasificación de los microbios y su articulación, reavivando los debates en torno a la noción de especie⁵. También han reabierto áreas de preguntas relacionadas con la dinámica interindividual, intercomunitaria e interespecífica, incluyendo (pero sin limitarse a) la comprensión de los mecanismos evolutivos (O'Malley, 2014). La rigidez de las barreras entre especies ya había sido cuestionada por la microbióloga Lynn Margulis, que hizo de la endosimbiosis, es decir, la ingestión/fusión/internalización de

un organismo por otro, uno de los motores de la evolución de la vida (Margulis & Sagan, 1986). Esta hipótesis se ha visto reforzada desde entonces por el descubrimiento del origen viral de glicoproteínas como las sincitinas, necesarias para la placentación (Dupressoir & Heidmann, 2011). Los mamíferos deben su existencia a la infección por virus de varios de sus antepasados.

Desde entonces han florecido las nociones de microbioma (el genoma de todas las poblaciones microbianas de un entorno) y de microbiota (el complejo ecosistema de estos microorganismos), que hacen referencia a la naturaleza profundamente relacional y sistémica de las formas de existencia de las entidades vivas (Douglas, 2018). Actores cruciales en los ecosistemas, también parecen ser esenciales para el desarrollo y el mantenimiento de los macroorganismos. Estos últimos ya no se consideran entidades discretas e individuales, sino complejos multiespecíficos y simbióticos: conjuntos constantemente renovados de interacciones y asociaciones más o menos duraderas entre varias especies y en los que los microbios desempeñan funciones a diferentes niveles, genéticos, fisiológicos, inmunológicos o de desarrollo, por ejemplo (Gilbert, Sapp & Tauber, 2012). Los biólogos han propuesto el término holobionte (del griego «holo»: «todos» y «bios»: «vida») para nombrar estas entidades quiméricas (Gilbert & Tauber, 2016; Skillings, 2016). Esta redefinición de los ecosistemas, de los organismos y de sus componentes va acompañada de una reconsideración de las ecologías, de los estados de salud y de las etiologías de muchas patologías, que ahora se consideran desde el punto de vista del equilibrio o de la perturbación ecológica, aunque los mecanismos que actúan aún no están claros (Blaser, 2014; Lorimer, 2020).

Estos cambios fueron rápidamente acogidos por algunos y algunas investigadores e investigadoras sociales que entonces reclamaron enfoques interdisciplinarios para entender cómo esta «irrupción» de los microbios requería un replanteamiento de todas las cuestiones clásicas de la antropología (Benezra, DeStefano & Gordon, 2012), la noción de «self» (Rees, Bosch & Douglas, 2018), hasta el punto de proponer rebautizar al *Homo sapiens* como *Homo microbis* (Helmreich, 2015). En una reciente revisión de la literatura sobre etnobiología, Andrew Flachs y Joseph D. Orkin recuerdan que «las cocinas y los jardines influyen en la ecología microbiana de manera espectacular y compleja porque los seres humanos gestionan los sistemas agroalimentarios: domesticando especies, modificando hábitats y transformando alimentos de un modo que tiene efectos distintos en las comunidades microbianas de nuestros hogares, desde nuestra comida hasta nuestros intestinos» (Flachs & Orkin, 2019, p. 35 o Greenhough *et al.*, 2018).

Un marcado resurgimiento de las prácticas de fermentación y un cierto interés por ellas por parte de las ciencias sociales, las nuevas tecnologías metagenómicas que permiten la producción de una profusión de datos inéditos y las ciencias humanas y sociales que redefinen su agenda como resultado obligan a constatar que este «giro microbiano» concierne principalmente a los países del Norte. Una limitación que Paxson y Helmreich no dejan de advertir, sobre todo cuando señalan que la historia microbiana que describen, incluyendo sus cambios, está sobre todo inscrita en la historia ideológica e institucional de América (2017), o Jamie Lorimer cuando asocia el «giro probiótico» con el mundo «WEIRD» (*Western, Educated, Industrialized, Rich and Democratic*) (Lorimer, 2020, p. 1). Pero, contextualizados de esta manera, ¿son estos elementos suficientes para calificar algún giro?

Relativizar el alcance del «giro microbiano»

Es cierto que se corre el riesgo de evocar un «giro» demasiado rápido sin documentar al mismo tiempo con detalle la ambivalencia de los microbios y de las prácticas que los preceden o se asocian a ellos. Las nociones de «giro microbiano», como la de «cultivos postpasteurianos» son problemáticas, porque, además de parecer totalizantes, introducen un cambio entre dos épocas. De forma esquemática: un antes caracterizado por una visión esencialmente negativa (el microbio patógeno) y discreta (o unitaria, no relacional) de los microbios, que entrañan peligros, y un después caracterizado por una visión positiva (microbios beneficiosos para la salud de las personas, los animales y las plantas ; microbios esenciales en los distintos ecosistemas) y ecológica (estudios de las relaciones intra e interespecíficas, y con el medio ambiente) de los microbios que ahora son prometedores.

Paradójicamente, es un movimiento similar el que designa una expresión muy discutible (y discutida) y que indica precisamente ese «antes» al que sucedería el «giro microbiano»: el de «revolución bacteriológica» o «revolución microbiana». Esta revolución habría conducido al descubrimiento de estos seres microscópicos cuyo poder patógeno podría ser domesticado por el genio de unos pocos hombres. En un texto sobre los microbios y los seres humanos, la historiadora de la ciencia Ilana Löwy parafrasea al historiador de la ciencia Steven Shapin (Shapin, 1996) y sostiene que «la revolución microbiana no ha ocurrido» (Löwy, 2015). En lugar de ver, en el momento histórico que marca esta expresión, un movimiento uniforme y totalizante (producido por grandes hombres), demuestra que se trata más bien de una serie de modificaciones y desplazamientos que afectan a una diversidad de prácticas distintas, basadas en parte en conocimientos, saberes y recomendaciones anteriores. Pero el «giro microbiano» no es precisamente una «revolución bacteriológica». Lo interesante de esta noción es que indica menos la centralidad de una disciplina (que es además una disciplina esencialmente centrada en el control de las enfermedades infecciosas) que la de los microbios, indicando así un movimiento hacia una mayor transversalidad de las prácticas y los conocimientos vinculados a los microbios y una salida de la tutela de la microbiología infecciosa.

En su trabajo sobre la invención del «cuerpo microbiano», Funke Iyabo Sangodeyi trató precisamente de reinscribir el momento microbiano actual en una mayor duración de prácticas menores: desde la microbiología oral hasta los movimientos más amplios de crítica de los productos de higiene químicos. El reto es doble. Por un lado, se trata de no renovar la relativa invisibilidad de las prácticas anteriores, menores y/o minorizadas, sin las cuales no se habría producido una renovación de las relaciones entre humanos y microbios. Y, por otro lado, de adquirir una atención crítica frente al entusiasmo microbiano contemporáneo y captar las razones del mismo. ¿Cómo y por qué algunos conocimientos han recibido más atención o han producido más efectos que otros en las ciencias o, de forma más general, en la sociedad? ¿Cuáles son las fuerzas que hacen posible las configuraciones actuales? ¿Qué oportunidades y qué peligros indican? No nos corresponde responder a estas preguntas en su totalidad. No podríamos hacerlo. Simplemente es útil dejarlas abiertas, para que sigan siendo puntos de vigilancia para quienes trabajan sobre estas cuestiones.

Relativizar la novedad: microbios y ecologías antes del siglo XXI

No es baladí que los relatos del descubrimiento/invencción de los microbios en el siglo XIX se asocien con frecuencia a esta llamada «revolución bacteriológica»⁶. Bruno Latour nos ha enseñado a reconsiderar este hallazgo no desde el punto de vista de ciertos grandes hombres, sino desde el de los microbios, concebidos como objetos sociotécnicos que enlazan toda una red de objetos y actores progresivamente ensamblados y que vinculan los cultivos puros de laboratorio con el mundo más amplio de las sociedades europeas, americanas y coloniales (Latour, 1984). Tanto las prácticas y los métodos de producción de los productos fermentados como la concepción médica de las enfermedades se fueron transformando progresivamente gracias a las prácticas de la bacteriología. En cuanto a la fermentación, la selección y optimización de cepas o «mezclas» de cepas bacterianas ha conducido, en contextos industrializados, a una estandarización y homogeneización de los microbios utilizados, al tiempo que se pretende evitar ciertas cepas nocivas tanto para el proceso de producción como para la seguridad del consumidor. En cuanto a las enfermedades,

La evolución hacia las teorías bacteriológicas (...) marca un cambio importante (...). Inicialmente, los que abrazaron la teoría de los gérmenes fusionaron estas nuevas ideas con sus creencias ambientales anteriores; las concepciones ecológicas de los cuerpos y las modernas [asociadas a la bacteriología] coexistieron abiertamente y sin problemas durante algún tiempo. Los médicos del siglo XIX eran propensos a ver gérmenes por todas partes, capaces de penetrar en el cuerpo de muchas maneras. Sin embargo, el creciente dominio de la bacteriología animó a los médicos a restringir sus definiciones de salud y limitarse a patógenos específicos que se revelan al microscopio (Nash, 2006, p. 12).

La bacteriología de Koch consagró la producción de cultivos juzgados puros, que representan los agentes de la enfermedad. El conocimiento microbiológico se ha basado durante mucho tiempo en la capacidad de aislar y cultivar microbios en el laboratorio; un largo aprendizaje que requiere conocimientos específicos, desde la preparación y estandarización de los medios de cultivo hasta la capacidad de intercambiar, conservar y almacenar microorganismos. Al purificar y simplificar el entorno, el laboratorio de microbiología ha permitido así la sistematización de las taxonomías y la división del mundo microbiano en especies distintas (Gradmann, 2009; Grote, 2018). En este número, el artículo de Mathilde Gallay-Keller describe con detalle la aparición de la primera colección microbiana del Instituto Pasteur, una colección que se basa en la distinción entre microbios patógenos e industriales y que excluye a estos últimos (véase también Strasser, 2019). De esta forma, también nos muestra las múltiples funciones que pueden haber cumplido estas colecciones, especialmente en la producción y el mantenimiento de un cultivo «pasteuriano», exponiendo el nuevo «dominio» del que era portador y estableciendo al mismo tiempo la legitimidad de estos actores y la propuesta de un nuevo orden microbiano. Poco a poco, los microbios se convirtieron en la norma para entender y controlar las epidemias (Lock & NGuyen, 2010), y las enfermedades infecciosas en el único producto de la acción de los patógenos microbianos.

Además, la microbiología, sobre todo en el entorno colonial, desempeñó un papel central en el desarrollo de la idea de una práctica médica sustentada en un paradigma científico universal (Moulin, 1996). Se reforzó entonces la premisa de que era posible prescindir de un conocimiento detallado de los entornos, los territorios, los climas, las particularidades biosociales y los cuerpos, y conformarse con comprender únicamente

el impacto en la circulación de los microbios. En otras palabras, la invención de los microbios por parte de la bacteriología proporciona poderosos medios tecnocientíficos para controlar y estabilizar las consecuencias del intercambio microbiano generado por la creciente urbanización, la colonización y la globalización del comercio. Al hacerlo, se mantuvo la idea de una equivalencia biológica de los cuerpos (una biología universal) y la creencia en la posibilidad de erradicar los microbios patógenos mediante la invención de tecnologías biomédicas como las vacunas y, tras la Segunda Guerra Mundial, los antibióticos. En paralelo, los análisis críticos de las narrativas de las epidemias (Larson *et al.*, 2005; Wald 2008) y de la inmunidad (Martin, 1995) han puesto de manifiesto el carácter construido, parcial y problemático de estas narrativas de erradicación y la caracterización de los microbios como enemigos de la salud pública.

Una antropología más reciente, utilizando los términos de bioseguridad y de preparación (Collier, Lakoff & Rabinow, 2004; Lakoff & Collier, 2008) para describir una nueva racionalidad del riesgo en la gestión de la vida, ha buscado analizar las especificidades recientes de los modos de gobernanza de las epidemias a escala global y la invención de dispositivos para la vigilancia, el rastreo y la construcción de escenarios asociados (Caduff, 2015, véase también la recensión de Farmer, 2020 en este número y, para una relativización de la supuesta novedad de estos dispositivos, véase en particular Fortané & Keck, 2015). Esta literatura, que refleja la centralidad de las nociones «de emergencia», de «reservorio animal» o «cruce de barreras entre especies», confirma la persistencia de una perspectiva centrada en los microbios (y no en las ecologías más amplias que implica su potencial patogenicidad) dentro de estas racionalidades de riesgo. Nos quedaremos también con que los microbios desafían constantemente los dispositivos puestos en marcha para intentar controlarlos. Y no fue hasta principios del siglo XXI cuando el conocimiento documentó la ambivalencia de los microbios y la necesidad de adoptar perspectivas más ecológicas para entenderlos.

Esta historia de los microbios enemigos, constituidos por especies distintas y cuyos conocimientos y técnicas han permitido «pretender» que es posible emanciparse del entorno y participar en el desarrollo de una biología universal, puede por tanto contarse también de otra manera. Una gran cantidad de literatura insiste en que el éxito de la bacteriología, incluso cuando se reduce a las redes a las que debe su fuerza y existencia (Latour, 1984), no fue inmediato ni homogéneo. Su «aplicación» a la clínica no fue sencilla (Mendelsohn, 1996) y la producción de agentes terapéuticos a partir de sus investigaciones estuvo plagada de fracasos y de ensayos y errores (Worboys, 1992), al igual que la caracterización precisa de los agentes patógenos y las pruebas de cribado, objeto de controversias (Fleck, 2006). El artículo de Frédéric Vagneron en este número hace un balance de estas cuestiones y muestra cómo, a finales del siglo XIX, en el caso de la pandemia de gripe «rusa» (1889-1890), la atribución de un agente específico a una patología simplemente fracasó. Los animados debates, en los que participaron distintas especialidades médicas y que cuestionaron tanto la identidad y la variabilidad de la enfermedad como la legitimidad de estas especialidades, pusieron en tela de juicio la propia existencia de la enfermedad. Esto no es el resultado de una falta de conocimiento, sino más bien el signo de la existencia de diferentes concepciones de la enfermedad, negándose a reducirla a un patógeno y considerando la multiplicidad de causas – una combinación de microbios, el terreno corporal, el entorno más amplio – que pueden explicarla. En su contribución, Marine de Guglielmo aborda la noción de «cultivos pospasteurianos» y vuelve a la figura de Pasteur para mostrar cómo su obra está lejos de poder dar fe de la idea de una ciencia esencialmente higienista y

antimicrobiana. Por el contrario, además de su utilidad en los procesos industriales, Pasteur y algunos de sus colaboradores desarrollaron fuertes concepciones sobre la utilidad más amplia de los microbios dentro de los mundos biológicos, hasta el punto de desarrollar lo que la autora no duda en llamar una concepción «probiótica» de su uso en la medicina humana. También insiste en la variedad de objetos y seres microorgánicos que Pasteur inventó o trató, lo que nos obliga a considerar de forma más compleja esta multiplicidad de seres y objetos que ahora contenemos bajo la categoría de microbios. Del mismo modo, la cuestión de la fijeza de las especies bacterianas, el control y la comprensión de la variación en el mundo microbiano seguía abierta (Mendelsohn, 1996). El historiador Warwick Anderson ha demostrado que una «visión ecológica», caracterizada por la consideración de la relación entre la enfermedad, el entorno y los procesos evolutivos, ha permanecido persistente en la obra de científicos como Theobald Smith, Francis MacFarlane Burnett, René Dubos y Frank Fenner. Esta visión ecológica fue minoritaria hasta principios de la década de 1980, cuando se utilizó para explicar la aparición de enfermedades y la resistencia a los antibióticos (Anderson, 2004). Cuando la resistencia a los antibióticos, pero más generalmente el agotamiento de ciertos ecosistemas, comenzó a convertirse en un problema importante, se renovó el interés por los mecanismos ecológicos y evolutivos que podrían explicarlo.

Por último, algunos y algunas antropólogos y antropólogas describen las formas en que, al margen de una salud global con vocación universalista, se negocian relaciones muy concretas con los microbios dentro de entornos locales específicos, mucho más ricos y variadas que las vinculadas a una ciencia biomédica de control y dominio (Kelly & Beisel, 2011; Nading, 2014 – y para una crítica de las estrategias de salud global, véase Farmer, 2020 y la recensión en este número). Dialogando y recurriendo abiertamente a las *more-than-human ethnographies*, las *multispecies ethnographies* (Kirksey, 2014; Kirksey, 2019; Kirksey & Helmreich 2010; Helmreich, 2009), o a la noción de *companion species* (Haraway, 2018), estos estudios nos ofrecen perspectivas que nos permiten aprehender en parte, tanto a escala biológica como política, la conformación recíproca de humanos y no humanos, y la variedad de formas de negociación que entrañan.

En todos estos casos, desde el laboratorio hasta los ámbitos de la salud global, lo que ha hecho y está haciendo imposible el control y la vigilancia de los microbios es la persistencia de los entornos: la conformación recíproca de los entornos, los seres humanos y los microbios, el entrelazamiento de las relaciones que mezclan inextricablemente las dimensiones sociales y biológicas, o, en palabras de la historiadora Linda Nash, las ecologías ineludibles (Nash, 2014).

Si vamos más allá de la perspectiva puramente biomédica, como nos invita la noción del «giro microbiano», la construcción y la persistencia de las tradiciones de las ecologías microbianas en los campos de la microbiología marina y de los suelos se hacen aún más visibles (O'Malley, 2014; Grote, 2018; Pessis 2020). A partir de estas áreas de estudio, a lo largo del siglo XX, se han explorado extensamente las cuestiones relativas a la relevancia de las categorías de especies y a la pluralidad de modos de relación con y entre los microorganismos.

Todos estos elementos, que no pretendemos que sean exhaustivos, demuestran la necesidad de evitar hablar sin matices de un «giro microbiano». Si hay un «giro», en algunas prácticas, se trata más bien de concebirlo como la retirada relativa de una ceguera o la destrucción parcial de ciertos tipos de conocimientos que solo se

articulaban dificultosamente con las perspectivas de globalización, normalización y erradicación.

Relativizar la promesa: infraestructura de prácticas y conocimientos

Queda claro que este debate sobre la pertinencia de la noción de «giro microbiano» no se limita a una exégesis más o menos erudita de un conjunto de textos y ambiciones teóricas. Definir un «giro» o una «revolución» es un gesto (científico y político) fuerte. Como hemos visto, al mismo tiempo que describe, prescribe. Nos permite ver y nos deja en la oscuridad. Incluye tanto como excluye. Y, al mismo tiempo que indica un presente, se abre a ciertos futuros y emprende una economía de la promesa (Audetat, 2015). Así, sobre el tema de la «revolución microbiana», Ilana Löwy indicó que «a principios del siglo XX, la percepción de un [...] cambio se basaba mucho más en las esperanzas suscitadas por el desarrollo de la microbiología que en sus logros». (Löwy, 2015, p. 238).

¿No podríamos decir lo mismo del «giro microbiano»? Porque, al mismo tiempo que estos autores *describen* este «giro», *esperan* su llegada o, al menos, renuevan ciertas esperanzas. Heather Paxson y Stefan Helmreich lo mencionan explícitamente. En sus propias palabras,

Las ecologías modelo [relacionadas con los microbios] son herramientas contemporáneas que los científicos y sus interlocutores (entre los que nos encontramos los autores) utilizan para describir las formas que adopta su deseo de modalidades ejemplares para pensar en la imbricación de la agentividad humana y no humana (Paxson & Helmreich, 2017, p. 278)⁷.

Y, al mismo tiempo, «estos ecosistemas», escriben, «ofrecen a los científicos y al público en general una nueva esperanza para una naturaleza aún no domesticada ni conocida: una naturaleza futura». (*ibid.*, p. 252). Una «naturaleza» que, así descrita, también podría llegar a prescribir lo que «podrían o deberían ser las relaciones ecológicas entre los seres humanos y otros organismos» (*ibid.*). La teórica Melinda Cooper ya ha hecho un llamamiento para que vigilemos el modo en que, en la obra de Lynn Margulis y James Lovelock, el desarrollo de una poderosa teoría microbiana puede haber contribuido a minimizar los impactos de la contaminación industrial, incapaces de «detener la evolución de *la vida misma*» (Cooper, 2008, p. 36). Los trabajos actuales sobre la microbiota y su énfasis en los aspectos beneficiosos del parto vaginal y la lactancia materna también pueden conducir a una naturalización de las prácticas de maternidad, con las consecuencias perjudiciales que esto puede tener, especialmente cuando va acompañado de mandatos. Por otra parte, las investigaciones actuales sobre una supuesta microbiota ancestral forman parte de una renovada racialización de las comunidades humanas (Benezra, 2020).

La traducción inédita del artículo de la historiadora de la ciencia Hannah Landecker sobre la resistencia a los antibióticos ofrece un ejemplo sorprendente de cómo el conocimiento y sus promesas asociadas pueden transformar radicalmente no solo las sociedades sino también las biología. La autora describe cómo la invención, la producción industrial y el uso masivo de los antibióticos, y los conocimientos asociados a ellos, permitieron «fingir» que se podían descuidar los entornos en los que evolucionan los microbios. Los antibióticos facilitaron así la producción de muchas

cosas a gran escala: mejor salud, más carne, más fruta, más cirugía, menos muertes, más fertilidad en todo, desde los embriones cultivados *in vitro* en medio antibiótico hasta la piscicultura (Landecker, en este número, § 3)

Y, al hacerlo, transformaron de forma profunda e irreversible la biología de los propios microbios. Mediante el análisis de muestras biológicas y de suelo almacenadas de varios periodos, se puede leer una «biología de la historia»: las huellas físicas que ha dejado la historia humana en la vida bacteriana (Landecker, en este número).

Las colecciones, elementos recurrentes del número (Brives & Froissart, Gallay-Keller, Tancoigne, Demeulenaere & Lagrola), atestiguan la centralidad de estas instituciones en la producción de conocimientos y el mantenimiento de prácticas relacionadas con los mundos microbianos. Cristalizan un determinado estado de conocimiento, así como «microgeohistorias»: las historias de las transformaciones conjuntas de prácticas, territorios y biología (Brives, 2021).

Sin embargo, siempre existe el riesgo de destrucción de las condiciones y lógicas que sustentaron su producción cuando se movilizan y utilizan para mitigar las consecuencias de los conocimientos y las prácticas modernas. Como han demostrado Bowker y Star en relación con las clasificaciones como infraestructuras de conocimientos, la forma en que clasificamos, ordenamos, discriminamos y ordenamos de forma sistemática tiene consecuencias epistemológicas, políticas y éticas (Bowker & Star, 1999). En la medida en que ordenan la realidad y sirven de guía para la acción, las clasificaciones microbianas, los conocimientos producidos en torno a ellas y las ontologías que las sustentan tienen consecuencias reales, incluyen y excluyen, crean nuevas posibilidades, abren campos de investigación, pero también pueden generar puntos ciegos y rigidizar áreas enteras de conocimiento, sobre todo cuando están vinculadas a un proyecto, propio de la industrialización tardía, de estandarización y uniformización para responder a las exigencias de la producción en masa.

Es en este entorno particular, situado dentro de las estructuras normativas, económicas y políticas que las constriñen y que pueden ayudar a transformar, donde se intentan desarrollar alternativas, algunas de las cuales se documentan en este número (Demeulenaere & Lagrola, Brives & Froissart). Explorar estas alternativas, estas formas de responder a las consecuencias de la aplicación de los estados anteriores del conocimiento microbiológico, nos obliga a pensar dos veces en el medio, a riesgo de repetir los mismos errores, equivocaciones y callejones sin salida.

Las contribuciones sobre la fermentación nos hacen prestar especial atención a este punto. Todo un movimiento de reinención de las prácticas y de atención a los microbios se opone a la consiguiente uniformización de la modernización agrícola y advierte de la pérdida de biodiversidad microbiana (véase más adelante). Estas tensiones entre la producción industrializada y estandarizada, por un lado, y las prácticas más idiosincrásicas, locales y artesanales, por otro, se ven redobladas por la propia ambivalencia de la relación entre el ser humano y los microbios: la necesidad de permitir que florezca la flora necesaria para la transformación de las sustancias y, al mismo tiempo, garantizándose la seguridad de los consumidores. Élise Demeulenaere y Mathilde Lagrola vuelven en este número a esta tensión: para hacer frente al empobrecimiento y a la simplificación de la flora microbiana de la leche en la producción de queso de leche cruda debido a las transformaciones técnicas y normativas, particularmente con respecto a la calidad de la leche, las autoras analizan cómo un grupo de investigadores/as y practicantes reinventan las prácticas de la

«ecología microbiana dirigida» y los indicadores que compiten con las normas existentes (Demeulenaere & Lagrola, 2021).

Pero las prácticas de fermentación, incluso cuando desean romper con los métodos de producción basados en la estandarización y reinventar las prácticas para hacerlo, basándose en la exploración de las diversas relaciones que los humanos, los microbios y los entornos pueden mantener, así como en los conocimientos que a veces se han actualizado y reinventado durante siglos, difícilmente escapan a los marcos regulatorios y los modelos económicos existentes.

Es este peso de las infraestructuras en el desarrollo de prácticas alternativas lo que Brives y Froissart proponen estudiar en este número en relación con la fagoterapia, el uso de virus bacteriófagos para tratar infecciones bacterianas resistentes a los antibióticos. En particular, muestran cómo la posibilidad misma de una terapia que tenga verdaderamente en cuenta las capacidades evolutivas e involutivas de los organismos vivos implica un replanteamiento conjunto del modelo dominante de desarrollo de fármacos y del estatus ontológico concedido a los microorganismos, a riesgo de reproducir, por lo demás, los mismos errores que con los antibióticos. Este es el argumento que también puede extraerse de la lectura de la contribución de Élise Tancoigne, que, al describir tres regímenes de selección microbiana en la producción de queso de leche cruda – el modernista, el ambiental y el regional – muestra cómo los dos últimos se alinean en última instancia con el régimen modernista, luchando por distanciarse de él.

Conclusión

Este número de la *Revue d'anthropologie des connaissances* es también una instantánea incompleta del estado de la investigación actual en las ciencias sociales de los microbios. Si bien el trabajo sobre las fermentaciones parece ser importante, muchos de los aspectos actuales de los microbios faltan. Esta infrarrepresentación puede explicarse por las temporalidades y especificidades de la investigación etnográfica, que requiere una larga inmersión y la necesidad de comprender y apropiarse de las prácticas estudiadas. Así pues, la investigación está en marcha y se hace visible a través de artículos programáticos (Greenhough *et al.*, 2020; Benezra, DeStefano & Gordon, 2012), así como mediante la realización de simposios o jornadas de estudio⁸. Otra dificultad de estos estudios radica precisamente en su dimensión altamente interdisciplinaria: una comprensión de las dimensiones sociales y biológicas requiere el intercambio de métodos y enfoques ontoepistemológicos específicos de cada disciplina, a menudo requiriendo un largo trabajo de traducción, articulación y diplomacia (Stengers, 2006).

La metagenómica y la abundancia de datos disponibles en la actualidad han contribuido al desarrollo de estudios interdisciplinarios en los que las ciencias sociales están muy implicadas. Este es el caso, por ejemplo, del proyecto «Heirloom Microbes» sobre prácticas lácteas, que combina arqueología, microbiología y antropología⁹. Lo mismo ocurre con las investigaciones sobre las microbiotas humanas y sobre cómo reconfiguran las prácticas alimentarias y de cuidados, que diagnostican una alteración históricamente inédita de las floras y los intentos de mitigación que de ellas surgen (Zimmer, 2019). Del mismo modo, el desarrollo de la filogenia molecular parece ser una fuente de datos nuevos y adicionales para las ciencias sociales: en lo sucesivo, esta

historia inscrita en los microbios permite releer epidemias y ofrecer nuevos relatos (Lachenal, 2011; Pépin, 2019).

Como enfoques complementarios, sin embargo, nos gustaría mencionar dos obras colectivas que se publicarán en 2021: *The Arts of the Microbial World*, sobre la fermentación en el Japón del siglo XX (Lee, 2021), y *With Microbes*, que reúne doce etnografías de las relaciones entre humanos y microbios (Brives, Rest & Sariola, 2021). Este número especial no pretende ser exhaustivo, especialmente a la luz de los desarrollos anteriores. Las ciencias sociales sobre microbios están destinadas a abarcar estas numerosas prácticas más ampliamente en los próximos años.

Tanto la revisión de la literatura sobre los microbios como los artículos presentados en este número demuestran, para periodos históricos, prácticas y microorganismos diferentes, el carácter situacional tanto de las interacciones entre los organismos vivos como de la producción de conocimientos, lo que hace necesario recordar la importancia de los entornos socioambientales y biológicos en los que se producen y aplican estos conocimientos. Al mismo tiempo, se da una tendencia en las prácticas científicas a pretender que los entornos en los que se aplican estos conocimientos son secundarios, con las consecuencias, ya mencionadas, de empobrecer los ecosistemas y alumbrar fenómenos de resistencia microbiana.

No obstante, las alternativas solo pueden componerse en el mundo de los conocimientos, de la regulación, de las infraestructuras económicas y de las ecologías que se han producido y que llevan consigo las tendencias que se han desarrollado a lo largo del siglo XX, limitando drásticamente el campo de posibilidades. Y hay que tener especial cuidado de no cosificar simétricamente categorías de las que las ciencias de la vida y las ciencias humanas conocen el carácter construido: tanto la categoría de «humanos» como la de «microbios» ocultan una diversidad y modos de existencia muy diferentes, que requieren una atención especial. Y existe un gran riesgo, cada vez, en cada situación, de volver a lógicas de las que los actores pretenden y quieren escapar, y de violentar a los diferentes seres participantes.

Así pues, solo habrá un «giro microbiano», una renovación radical de un número cada vez mayor de relaciones, teniendo en cuenta las ecologías, la indeterminación de las biología y los poderes de las transformaciones conjuntas de los entornos, los microbios y los seres humanos, si tomamos en serio estos entornos en los que se produce el conocimiento y en los que circula y se moviliza. Esto nos recuerda que no hay investigación sin políticas (Collectifs d'enquêtes politiques, 2016) y que descuidar las políticas de la investigación puede conducir a la reconducción involuntaria de las lógicas implicadas en la alteración nociva de las ecologías humanas y más que humanas.

Este trabajo ha contado con financiación de la IDEX de la Universidad de Estrasburgo, así como con apoyo de la Agencia Nacional de Investigación de Francia (ANR-18-CE36-0001) y de la Región de Nueva Aquitania (2018-1R40218).

Queremos darles las gracias a los miembros del consejo editorial de la Revue d'Anthropologie des Connaissances, y, en particular, a Élise Demeulenaere y Dominique Vinck por su apoyo. También nos gustaría darles las gracias a Celia Miralles y Frédéric Vagneron, de quienes uno de nosotros aprendió mucho sobre las epidemias y sus medios.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, W. (2004). Natural histories of infectious disease: ecological vision in Twentieth-Century biomedical science. *Osiris*, 19, 39-61.
- Audétat, M. (Dir.) (2015). *Sciences et technologies émergentes : pourquoi tant de promesses ?* Paris : Hermann.
- Benezra, A. (2020). Race in the Microbiome. *Science, Technology & Human Values*, 45(5), 877-902. <https://doi.org/10.1177/0162243920911998>
- Benezra, A., DeStefano, J., Gordon, J. (2012). Anthropology of microbes. *PNAS*, 109(17), 6378-6381. <https://doi.org/10.1073/pnas.1200515109>
- Bensaude-Vincent, B. (2020). Guerre et Paix avec le coronavirus. *Terrestres*, 13. <https://www.terrestres.org/2020/04/30/guerre-et-paix-avec-le-coronavirus/>
- Blaser, M. (2014). *Missing Microbes, how the overuse of antibiotics is fueling our modern plagues*. London: Henry Holt & Co.
- Bowker, G. & Star, S.L. (1999). *Sorting Things Out: Classification and Its Consequences*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Brives, C. (2020). Pluribiose. Vivre avec les virus, mais comment ? *Terrestres*, 14. <https://www.terrestres.org/2020/06/01/pluribiose-vivre-avec-les-virus-mais-comment/>
- Brives, C. (2021). Pluribiosis and the never-ending microgeohistories. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (eds.), *With Microbes*. London: Mattering Press.
- Brives, C., Rest, M. & Sariola, S. (eds.) (2021). *With Microbes*. London: Mattering Press.
- Caduff, C. (2015). *The pandemic perhaps, Dramatic events in a Public Culture of Danger*. Oakland: University of California Press.
- Chartier, D. (2021). The deplantationocene: listening to yeasts and rejecting the worldview of the plantation. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (eds.), *With Microbes*. London: Mattering Press.
- Collectif enquêtes politiques. (2016). *Cahiers d'enquêtes politiques : Vivre, expérimenter, raconter*. Vaulx-en-Velin : Les éditions des mondes à faire.
- Collier, S. J., Lakoff, A. & Rabinow, P. (2004). Biosecurity: Towards an Anthropology of the Contemporary. *Anthropology Today*, 20(5), 3-7.
- Cooper, M. (2008). *Life as surplus, biotechnology and capitalism in the neoliberal era*. Seattle and London: University of Washington Press.
- Davidson, A.C. & Ransom-Jones, E. (2021). Micro-geographies of kombucha as methodology: a cross-cultural conversation. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (eds.), *With Microbes*. London: Mattering Press.
- Douglas, A. (2018). *Fundamentals of microbiome science, how microbes shape animal biology*. Princeton: Princeton University Press.
- Dupressoir, A. & Heidmann, T. (2011). Les syncytines, des protéines d'enveloppe rétrovirales capturées au profit du développement placentaire. *Médecine/Sciences*, 27(2), 163-169.
- Farmer, P. (2020). *Fevers, feuds and diamonds, Ebola and the ravages and history*. New York: Farar, Strauss and Giroux.

- Flachs, A. & Orkin, J. (2019). Fermentation and the ethnology of microbial entanglement. *Ethnobiology Letters*, 10(1), 35–39. <https://doi.org/10.14237/eb1.10.1.2019.1481>
- Fleck, L. (2005). *Genèse et développement d'un fait scientifique*. Paris : Les Belles Lettres.
- Fortané, N. & Keck, F. (2015). Ce que fait la biosécurité à la surveillance des animaux. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 9(2). <https://journals.openedition.org/rac/3139>
- Franklin, S. (2007). *Dolly mixtures: the remaking of genealogy*. Durham: Duke University Press.
- Gilbert, S. & Tauber, A. (2016). Rethinking individuality: the dialectics of the holobiont. *Biology and Philosophy*. <https://doi.org/10.1007/s10539-016-9541-3>
- Gilbert, S., Sapp, J. & Tauber, A. (2012). A Symbiotic View of Life: We Have Never Been Individuals. *The Quarterly Review of Biology*, 87, 325–341. <https://doi.org/10.1086/668166>
- Gradmann, C. (2009). *Laboratory Disease: Robert Koch's Medical Bacteriology*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Greenhough, B. et al. (2020). Unsettling antibiosis: how might interdisciplinarity researchers generate a feeling for the microbiome and to what effect? *Palgrave Communications*, 4, 149. <https://www.nature.com/articles/s41599-020-0388-5>
- Grote, M. (2018). Petri dish versus Winogradsky column: a longue durée perspective on purity and diversity in microbiology, 1880s–1980s. *History and Philosophy of the Life Sciences*, 40(11). <https://doi.org/10.1007/s40656-017-0175-9>
- Haraway, D. (2018). *Manifeste des espèces compagnes*. Paris : Flammarion.
- Harper, K. (2019). *Comment l'empire romain s'est effondré. Le climat, les maladies et la chute de Rome*. Paris : La Découverte.
- Helmreich, S. (2009). *Alien Oceans: Anthropological Voyages in Microbial Seas*. Berkeley: University of California Press.
- Helmreich, S. (2014). *Homo microbis: the human microbiome, figural, literal, political*. *Thresholds*, 42, 52–59.
- Hinchliffe, S., Manderson, L. & Moore, M. (2021). Planetary healthy publics after Covid-19. *Lancet Planet Health*, 5(4), e230–e236. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00050-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00050-4)
- Hird, M. (2012). Knowing Waste. Towards an Inhuman Epistemology. *Social Epistemology*, 16(3–4), 453–69.
- Jasarevic, L. (2015). The Thing in a Jar: Mushrooms and Ontological Speculations in Post-Yugoslavia. *Cultural Anthropology*, 30(1), 36–64. <https://doi.org/10.14506/ca30.1.04>
- Kelly, A.H. & Beisel, U. (2011). Neglected Malarías: the frontlines and back alleys of global health. *Biosocieties*, 6(1), 71–87.
- Kirksey, E. (2015). *Emergent Ecologies*. Durham, NC: Duke University Press.
- Kirksey, E. (2019). Queer Love, Gender Bending Bacteria, and Life after the Anthropocene. *Theory, Culture & Society*, 36, 197–219. <https://doi.org/10.1177/0263276418769995>
- Kirksey, E., & Helmreich, S. (2010). The Emergence of Multispecies Ethnography. *Cultural Anthropology*, 25, 545–576.
- Landecker, H. (2021). Résistance aux antibiotiques et biologie de l'Histoire. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 15(3). URL : <http://journals.openedition.org/rac/22123>

- Larson, B. et al., (2005). Metaphors and Biorisks: The War on Infectious Diseases and Invasive Species. *Science Communication*, 26(3), 243-268
- Lakoff A. & Collier S.J. (2008). *Biosecurity Interventions, Global health and security in question*. New York: Columbia University Press.
- Latour, B. (1984). *Pasteur, Guerre et Paix des microbes*. Paris : La Découverte.
- Lock, M. & Nguyen, V.K. (2018). *An anthropology of biomedicine, Second Edition*. Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Lorimer, J. (2017). Probiotic Environmentalities: Rewilding with Wolves and Worms. *Theory, Culture & Society*, 34, 27-48. <https://doi.org/10.1177/0263276417695866>
- Lorimer, J. (2020). *The Probiotic Planet: Using Life to Manage Life*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Löwy, I. (2015). Dans K. Raj & O. Sibum (Dir.), *Histoire des sciences et des savoirs, tome 2 : Modernité et Globalisation*. Paris : Seuil.
- Margulis, L. & Sagan, D. (1986). *Microcosmos, Four Billion Years of Evolution from Our Microbial Ancestors*. New-York : Summit Books.
- Martin, E. (1995). *Flexible bodies*. Boston: Beacon Press.
- Mendelsohn, J.A. (1996). *Cultures of Bacteriology: Formation and Transformation of a Science in France and Germany, 1870-1914*. Princeton: Princeton University Press.
- Meulemans, G. & Granjou, C. (2020). Les Sols, nouvelle frontière pour les savoirs et les politiques de l'environnement. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 14(4). <https://journals.openedition.org/rac/6224>
- Moulin, A.-M. (1996). Tropical without the Tropics: The Turning-Point of Pastorian Medicine in North Africa. In D. Arnold (eds.), *Warm Climates and Western Medicine*. Amsterdam: Rodopi.
- Nading, A. (2014). *Mosquito trails: ecology, health, and the politics of entanglement*. Oakland: University of California Press.
- Nash, L. (2006). *Inescapable ecologies, A history of Environment, Disease and Knowledge*. Berkeley and Los Angeles, California: University of California Press.
- O'Malley, M. (2014). *Philosophy of microbiology*. Cambridge: Cambridge University Press
- O'Riordan, K., Parker, J., Harris, D. & Devereaux, E. (2017). Making Sense of Sensors. *Digital Culture and Society*, 3(1). <https://www.degruyter.com/document/doi/10.14361/dcs-2017-0110/html>
- Paxson, H. (2008). Post-pasteurian cultures: the microbiopolitics of raw-milk cheese in the United States. *Cultural Anthropology*, 23(1), 15-47.
- Paxson, H. (2012). *The life of cheese*. Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Paxson, H. & Helmreich, S. (2014). The Perils and Promises of Microbial Abundance: Novel Natures and Model Ecosystems, from Artisanal Cheese to Alien Seas. *Social Studies of Science*, 44, 165-93.
- Paxson, H. & Helmreich, S. (2017). Périls et promesses de l'abondance microbienne, natures nouvelles et écosystèmes modèles, du fromage artisanal aux mers extraterrestres. *Techniques & Cultures*, 68, 248-285.
- Pessis, C. (2020). Histoire des « sols vivants » : genèse, projets et oublis d'une catégorie actuelle. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 14(4). <https://journals.openedition.org/rac/12437>

- Rees, T., Bosch, T. & Douglas, A. (2018). How the microbiome challenges our concept of self. *PLOS Biology*, 16(2), e2005358. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2005358>
- Rest, M. et al. (eds.) (2021). *Cultures of Fermentation*. *Current Anthropology*, 62, (Supplement 24).
- Sangodeyi, F.Y. (2014). *The Making of the microbial body (1900-2012)*. Thèse de Doctorat. Harvard University, Cambridge Mass.
- Sapp, J. (2009). *The new foundations of evolution: on the tree of life*. Oxford: Oxford University Press.
- Shapin, S. (1996). *La révolution scientifique*. Paris : Flammarion.
- Skillings, D. (2016). Holobionts and the ecology of organisms – multi-species communities or integrated individuals. *Biology and Philosophy*, 31(6), 875-892.
- Snowden, F. (2020). *Epidemics and Society, From the black death to the present*. New Haven: Yale university Press.
- Sonnenburg, J. & Sonnenburg, E. (2017). *L'incroyable pouvoir du microbiote*. Paris : J'ai lu.
- Stengers, I. (2006). *La vierge et le neutrino, les scientifiques dans la tourmente*. Paris : Les Empêcheurs de Penser en Rond
- Strasser, B. (2019). *Collecting Experiment. Making Big Data Biology*, Chicago: Chicago University Press.
- Wald, P. (2008). *Contagious, cultures, carriers, and the outbreak narrative*. Durham and London: Duke University Press.
- Warren, B., Vossoughi, S., Rosebery, A.S., Bang, M., Taylor, V. (2020). Multiple Ways of Knowing. Re-Imagining Disciplinary Learning. In N.S. Nasir, C.D. Lee, R. Pea, M. McKinney de Royston (eds.). *Handbook of the Cultural Foundations of Learning* (pp. 277-294). New York: Routledge.
- Will, C. & Erickson, M. (2021). Scenes from the many lives of *Escherichia coli*: A play in three acts. In C. Brives, M. Rest & S. Sariola (Dir.), *With Microbes*. London: Mattering Press.
- Wilmot, I., Campell, K. C. & Tudge C. (2001). *The Second Creation: Dolly and the Age of Biological Control*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Worboys, M. (1992). "Killing and Curing": Veterinarians, Medicine and Germs in Britain, 1860-1900. *Veterinary history*, 7(2), 53-71.
- Zimmer, A. (2019). Collecter, conserver, cultiver des microbiotes intestinaux, une biologie du sauvetage. *Écologie & Politique*, 58, 135-150. <https://doi.org/10.3917/ecopo1.058.0135>

NOTAS

1. Si bien estas expresiones no se superponen estrictamente – y más adelante nos tomaremos el tiempo de destacar algunas de sus especificidades –, esencialmente discutiremos la noción de giro microbiano.
2. El criterio de invisibilidad a simple vista se sostiene solo muy superficialmente, y se basa en una individualización y una concepción unicelular de los microorganismos : muchos están, durante su ciclo de vida, organizados en comunidades que pueden actuar como una entidad única, gobernada por una compleja división del trabajo. Un ejemplo son las biopelículas, que pueden cubrir áreas muy grandes, como un lago y, por lo tanto, pueden verse sin necesidad de instrumentación alguna. Los virus, por su parte, son objeto de un intenso debate sobre su pertenencia o no al mundo vivo, revelando así cómo se conceptualiza la vida y los virus en función de la época, la disciplina o incluso las preguntas que se les plantean (Kostyrka, 2018).

Véase también el número especial de la revista *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, editado por Pradeu, Kostyrka y Dupré: «understanding viruses, philosophical investigations». Las contribuciones de Demeulenaere y Lagrola, así como la de Guglielmo, la primera basada en un análisis de las prácticas de fermentación en la producción de queso con leche, la segunda en un análisis semántico del corpus de Pasteur, discuten la naturaleza excesivamente abarcadora de la categoría de microbios.

3. Si tomamos las bacterias, pueden clasificarse según la secuencia de un gen concreto (como el ARN 16s), las características morfológicas (pared celular) o las funciones metabólicas, por nombrar algunos criterios. Los virus pueden clasificarse según la forma de su cápside, la naturaleza de sus ácidos nucleicos (por ejemplo, ARN, ADN, de cadena simple o doble), su espectro de huéspedes, etc.

4. Nuestra recensión de los trabajos que utilizan la noción de giro microbiano no es exhaustiva – a veces se confunde con pospasteurización, probiótica. La idea es señalar que este espectro de nociones fue rápidamente recogido por la literatura.

5. Por ejemplo, la metagenómica ha permitido identificar importantes diferencias genéticas y ecológicas en organismos fenotípicamente idénticos y bien estudiados en los laboratorios, como la bacteria *Escherichia coli*. Para un resumen de la historia de las distintas caracterizaciones de *Escherichia coli*, sus múltiples y variadas existencias, véase Will & Erickson (2021).

6. Ilana Löwy, por su parte, prefiere hablar de «revolución microbiana».

7. Los autores prefieren el concepto de «ecologías modelo» al de «ecosistemas modelo»: el término ecología también designa la descripción teórica de las relaciones orgánicas.

8. Véase, por ejemplo, la jornada «Nos vies microbiennes, un forum contre l'éradication», organizada por Victoria Lee el 27 de mayo de 2021 (<https://www.paris-iea.fr/fr/evenements/nos-vies-microbiennes-un-forum-contre-l-eradication>), o la jornada «Microbes et microbiologie, vers de nouveaux récits?», organizada por Matheus Alvares Duarte Da Silva y Mathilde Gallay-Keller el 15 y el 16 de junio de 2021.

9. <https://www.shh.mpg.de/349696/heirloom-microbes>

RESÚMENES

Este número de la *Revue d'Anthropologie des Connaissances* cuestiona y pone en perspectiva la noción de «giro microbiano», surgida recientemente en el ámbito de las ciencias sociales de los microbios y, a nivel más amplio, en los estudios multiespecíficos. Tras recordar su definición y las nociones asociadas, esta introducción las aborda en el contexto de tradiciones olvidadas en las ciencias naturales y de una literatura más amplia de las ciencias sociales. Esto permite, por un lado, movilizar de nuevo una variedad de narrativas y enfoques de las relaciones entre los seres humanos y los microbios que preceden a este llamado «giro» y, por otro lado, subrayar puntos de vigilancia respecto a las promesas que lo acompañan. Relativizar la novedad y las promesas de este «giro» no pretende descalificar este concepto, sino resituarlo dentro de infraestructuras más amplias de prácticas y conocimientos, para proponer una continuación atenta a las condiciones y consecuencias políticas de este giro.

Ce numéro de la *Revue d'Anthropologie des Connaissances* interroge et met en perspective la notion, récemment apparue dans le champ des sciences sociales des microbes et plus largement dans les études multispécifiques, de « tournant microbien ». Après en avoir rappelé la définition, ainsi que

celles de notions qui lui sont associées, cette introduction les discute en les resituant au sein de traditions négligées des sciences naturelles et d'une plus vaste littérature de sciences sociales. Ceci permet d'une part de remobiliser une variété de récits et d'approches des relations humains/microbes qui précède ce prétendu tournant, d'autre part de souligner des points de vigilance quant aux promesses qui l'accompagnent. Relativiser la nouveauté et les promesses de ce « tournant » ne vise pas à disqualifier cette notion, mais à la resituer au sein d'infrastructures de pratiques et de savoirs plus larges, afin d'en proposer une reprise attentive aux conditions et conséquences politiques de ce tournant.

This issue of the *Revue d'Anthropologie des Connaissances* questions and puts into perspective the notion of a "microbial turn," which has appeared recently in the microbial social sciences field and more broadly in multispecies studies. After reiterating their definition and the definition of some associated notions, this introduction discusses them by contextualizing them within certain neglected traditions of the natural sciences and of a broader literature in the social sciences. This allows the authors to reengage on the one hand with a variety of narratives and approaches regarding human/microbe relationships that preceded this so-called turn, and on the other hand to highlight focal points of attention in regard to the promises attached to them. This effort to relativize the novelty and the promises of this "turn" is not intended to disqualify this notion, but to relocate it within infrastructures of wider practices and knowledge, in order to propose that it be taken up whilst giving careful attention to the conditions and political consequences of this turn.

ÍNDICE

Palabras claves: giro microbiano, revolución bacteriológica, fermentación, ecología microbiana, infraestructura de conocimientos, medicina

Keywords: microbial turn, bacteriological revolution, fermentation, microbe ecology, infrastructures of knowledge, medicine

Mots-clés: tournant microbien, révolution bactériologique, fermentation, écologie des microbes, infrastructure de connaissances, médecine

AUTORES

CHARLOTTE BRIVES

Antropóloga de ciencias y biomedicina, investigadora del CNRS. Lleva estudiando las relaciones entre los humanos y los microbios desde su tesis, en la que abordó la relación entre biólogos y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en un laboratorio. Posteriormente trabajó en ensayos clínicos sobre el VIH en el África subsahariana. Desde hace cuatro años, desarrolla proyectos interdisciplinarios con biólogos, ecologistas microbianos y médicos para explorar el potencial de los virus bacteriófagos.

<https://orcid.org/0000-0001-7459-0646>

Dirección: Centre Émile Durkheim, UMR5116, Faculté de Sociologie, 3 ter place de la Victoire,
FR-33000 Bordeaux (France)

Correo electrónico: Charlotte.brives[at]u-bordeaux.fr

ALEXIS ZIMMER

Historiador de ciencias y biomedicina, profesor e investigador en la Universidad de Estrasburgo. Sus trabajos anteriores versaron sobre las humanidades médicas y el lugar que ocupa la enseñanza de las humanidades y las ciencias sociales en las facultades de medicina, así como la historia de los entornos tóxicos, las catástrofes industriales y sus efectos sobre la salud. Su investigación actual se centra en la microbiota intestinal y en cómo la biología de la microbiota está cambiando nuestra percepción de los organismos y sus relaciones con el entorno y la historia.

Dirección: SAGE (UMR 7363) - Sociétés, acteurs, gouvernement en Europe, 4 rue Kirschleger,
Faculté de Médecine, FR-67085 Strasbourg Cedex (France)
Correo electrónico: alexis.zimmer[at]unistra.fr