

LA ESTRUCTURACIÓN JERÁRQUICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA RELACIÓN ENTRE SUS ESCALAS-NIVELES

THE HIERARCHICAL STRUCTURING OF CLIMATE CHANGE AND THE RELATIONSHIP BETWEEN ITS SCALES-LEVELS

A ESTRUTURAÇÃO HIERÁRQUICA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DA RELAÇÃO ENTRE SEUS ESCALAS- NÍVEIS

Christian Federico Francese

(Universidad de Buenos Aires, Argentina)

francese.christian@gmail.com

Guillermo Folguera

(Universidad de Buenos Aires, Argentina)

guillermofolguera@yahoo.com.ar

Recibido: 24/11/2022

Aprobado: 18/03/2023

RESUMEN

En gran medida, el cambio climático ha sido estructurado de manera jerárquica en escalas-niveles: local, regional y global. Sin embargo, el vínculo entre dichas escalas-niveles y la delimitación de cada una dista de ser trivial. En este trabajo nos proponemos analizar cómo es considerado el cambio climático y sus escalas-niveles por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y en dos proyectos productivos: las plantaciones forestales de Chile y el trigo transgénico HB4. Ambos proyectos son exhibidos en armonía con los objetivos de mitigación y/o adaptación al cambio climático, pero cuestionados por tener prácticas dañinas para el ambiente. En términos generales, a pesar de las múltiples causas que se asocian al cambio climático, mostramos que, en ambos proyectos productivos, la emisión de dióxido de carbono es presentada como única su causa, y la gestión del carbono a nivel global es propuesta como estrategia principal para la mitigación y/o adaptación. Por su parte, las escalas-niveles regionales y locales tienen menos importancia en el discurso público del IPCC y de las empresas asociadas a los proyectos productivos. Por su parte, elementos propios de estas últimas escalas-niveles son resaltados en las críticas ambientales a las forestales y al trigo HB4, en disonancia con los beneficios globales publicitados. Argumentamos pues que el discurso ambiental de las empresas precisa de una estrategia reduccionista en la que las escalas-niveles locales y regionales son reducidas a la escala-nivel global para mostrarse amigables con el ambiente, a la vez que justifica e invisibiliza los deterioros ambientales locales y regionales.

Palabras clave: cambio climático. escala. global. local. reduccionismo.

ABSTRACT

To a large extent, climate change has been structured hierarchically at local, regional and global scales-levels. However, the link between these scales-levels and the delimitation of

each is far from trivial. In this paper we propose to analyze how climate change and its scales-levels are considered by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and in two productive projects: forestry plantations in Chile and transgenic HB4 wheat. Both projects are shown to be in harmony with climate change mitigation and/or adaptation objectives but questioned for having environmentally harmful practices. In general terms, despite the multiple causes associated with climate change we show that, in both productive projects, carbon dioxide emission is presented as its only cause, and carbon management at the global level is proposed as the main strategy for mitigation and/or adaptation. On the other hand, regional and local scales-levels are less important in the public discourse of the IPCC and the companies associated with productive projects. For their part, elements specific to these latter scales-levels are highlighted by environmental criticisms of forestry and HB4 wheat, in dissonance with the advertised global benefits. We therefore argue that the environmental discourse of the companies requires a reductionist strategy in which local and regional scales-levels are reduced to the global scale-levels in order to appear environmentally friendly, while justifying and making local and regional environmental deterioration invisible.

Keywords: climate change. scale. global. local. reductionism.

RESUMO

Em grande medida, a mudança climática tem sido estruturada de forma hierárquica em escalas-níveis: local, regional e global. No entanto, a ligação entre essas escalas-níveis e a delimitação de cada uma está longe de ser trivial. Neste artigo pretendemos analisar como a mudança climática e seus escalas-níveis são considerados pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e em dois projetos produtivos: plantações florestais no Chile e trigo transgênico HB4. Ambos os projetos são exibidos em harmonia com os objetivos de mitigação e/ou adaptação às mudanças climáticas, mas são questionados por terem práticas nocivas ao meio ambiente. Em termos gerais, apesar das múltiplas causas associadas às mudanças climáticas, mostramos que a emissão de dióxido de carbono é apresentada como sua única causa, e a gestão global do carbono é proposta como a principal estratégia de mitigação e/ou adaptação. Por sua vez, as escalas-níveis regional e local são menos importantes no discurso público do IPCC e das empresas associadas a projetos produtivos. Por sua vez, elementos típicos desses últimos escalas-níveis são destacados na crítica ambiental à plantações florestais e ao trigo HB4, em dissonância com os benefícios globais publicitados. Argumentamos, portanto, que o discurso ambiental das empresas exige uma estratégia reducionista em que os escalas-níveis local e regional são reduzidos ao escala-nível global para parecerem amigáveis ao meio ambiente, ao mesmo tempo em que justificam e invisibilizam a deterioração ambiental local e regional.

Palavras clave: mudança climática. escala. global. local. reducionismo.

1. Introducción: jerarquías, escalas y cambio climático

Todo problema socioambiental presenta siempre una dificultad inicial: su propia caracterización. Ciertamente, cualquier problema está atravesado por múltiples actores asociados a terrenos de disputa de distinto orden. Incluso, la diversidad entre actores no sólo involucra percepciones y saberes, sino también acciones y deseos asociados a un sentido de vivir más amplio. A partir de lo señalado es que Wynne (2004) señala que la diversidad de caracterizaciones no sólo se da en el terreno de proposiciones verdaderas, sino también en arenas hermenéuticas. Una hermenéutica que involucra el decir, el hacer y el existir. Así, tanto la consideración (o no) de cierto problema, el modo en el que el mismo se adopta como las propuestas que se le sugieren, involucran aspectos epistemológicos, ontológicos, éticos,

políticos, institucionales, prácticos, entre otros. En este sentido, el tan mencionado cambio climático posee como problema de raíz el modo en que es conceptualizado, aspecto que dista de ser trivial.

Una de las diversidades en cuanto a la conceptualización está dada por su estructuración jerárquica. Desde un punto de vista general, una jerarquía es un sistema compuesto por una multiplicidad de niveles (Ahl y Allen, 1996), los cuales se encuentran vinculados a través de cierta relación de orden. Dos jerarquías pueden diferir tanto en cuanto a los niveles que incluyen y/o en cuanto al modo en que los niveles se ordenan. Dado un conjunto de ítems (sean entidades, propiedades, relaciones, eventos, procesos o ítems pertenecientes a cualquier categoría lógico-ontológica) de diferentes tipos, tal conjunto se organiza jerárquicamente cuando los diferentes tipos de ítems del conjunto pertenecen a diferentes niveles de una jerarquía. Hay diferentes tipos de jerarquías. Una de las más conocidas son las denominadas jerarquías composicionales que establecen la relación “parte-todo” entre ítems de diferentes niveles (Salthe, 2002). Este tipo de jerarquía se trata, entonces, de estructuras mereológicas, donde los ítems del nivel más “macro” están compuestos por los ítems de los niveles más “micro”. Dado que es una manera de ordenar aquello que se considera que existe, es pues, una jerarquía de tipo ontológica, en la cual se conforman estructuras anidadas, cuyo caso paradigmático es el que tradicionalmente se establece entre entidades fisicoquímicas:

[sustancias [moléculas [átomos [partículas elementales]]]]

Algunos autores utilizan la idea de “escala” para reconocer los niveles de una jerarquía composicional (cf. Salthe, 2002), puesto que los ítems pertenecientes a diferentes niveles suelen diferir en varios órdenes de magnitud respecto de su tamaño o, en general, de su medida. Sin dudas, el fenómeno de cambio climático parece estar atravesado justamente por este tipo de estructuración, en tanto en el abordaje de la temática se reconocen asuntos de escala-nivel global, regional y local.

Las escalas-niveles pueden relacionarse de diversas maneras, dado que existen distintas tesis ontológicas, por ejemplo, sistemistas u holistas. Sin embargo, con frecuencia, las jerarquías composicionales en ciencias han venido acompañadas del supuesto o la búsqueda de la reducción entre las diferentes escalas o niveles (Folguera, 2009; Folguera y Lombardi, 2012). Ciertamente, existen numerosos puntos de vista sobre qué es aquello que se denomina “reducción” y el posicionamiento asociado, el reduccionismo, aunque en términos generales se podría señalar que es la afirmación de que ámbitos de cierta naturaleza pueden ser definidos o caracterizados en términos de otros ámbitos, de naturaleza distinta (Klimovsky, 1997). Entre las múltiples caracterizaciones del reduccionismo, algunos autores han destacado las denominadas reducciones “internivel”, en las cuales las leyes, teorías o fenómenos de ciertos niveles en una jerarquía composicional deben explicarse a partir de las leyes, teorías o fenómenos que rigen en otros niveles (Whimsat y Sarkar, 2006).

Por otra parte, la noción de escala es central para disciplinas tales como la geografía. Allí se reconocen múltiples definiciones del concepto y debates filosóficos en torno a sus límites y potencialidades. En este marco, una de las discusiones que se han dado refiere al estatus ontológico de las escalas. Con diferentes matices entre autores, la noción de escala ha sido tradicionalmente considerada en gran medida un constructo mental, un recorte arbitrario en unidades consideradas homogéneas por diversas razones (Herod, 2021). Desde estas perspectivas, el concepto de “región”, por ejemplo, incluye y denota elementos distintos dependiendo de qué resulte conveniente a los fines del investigador. Por el contrario, otras visiones proponen la existencia de las escalas en el mundo, por ejemplo, aquellas que resaltan los procesos materiales asociados a la producción capitalista y cómo ésta ordena el espacio geográfico (Smith, 2008). No obstante, dicha posición también ha sido matizada por diversas perspectivas, entre ellas marxistas (Herod, 2021).

Sobre las distintas definiciones, la geógrafa Cristina Valenzuela (2021), para quien tanto el concepto de escala empleado como el nivel elegido para realizar acciones o investigaciones conllevan el énfasis y los sesgos propios de los sujetos, destaca cuatro concepciones: la escala como tamaño, como nivel, como red y como relación. La primera es la propia de la representación cartográfica. La escala como nivel

“implica admitir que entre la escala mundial y la puntual existen toda una gama de niveles, insertos unos en otros, y asociados muchas veces a las divisiones políticas” (2021: 70). Local, regional, continental podrían ser entonces ejemplos de escalas-niveles bajo este formato, pero también se podría pensar en municipio, provincia, nación, o también nacional, regional, global, entre otras jerarquías posibles. Por su parte, la escala como red y como relación no parten de porciones del espacio, sino que están relacionadas con los acontecimientos a nivel social. Por ello, ambas concepciones tienen en cuenta las variables involucradas tanto en la producción de los acontecimientos como en su impacto o realización. Por último, la autora agrega que la complejidad del asunto se acrecienta en la consideración de las escalas temporales, en donde se cruzan tiempos geológicos, meteorológicos, biológicos, sociales, económicos, entre otros, con las diferencias que cada uno trae.

En este trabajo analizaremos cómo se cruza la pregunta acerca de las escalas en relación con el cambio climático desde nuestra perspectiva. Con este fin, en una primera instancia indagaremos sobre los modos en que ha sido mayormente conceptualizado el fenómeno del cambio climático en lo que refiere a la presencia de diferentes escalas-niveles y al modo en que se vinculan desde algunos documentos del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC en sus siglas en inglés). Posteriormente, a los fines de problematizar el modo en que se recuperan desde ciertos discursos las escalas-niveles asociados al cambio climático, como así también qué rol juega la estructuración jerárquica correspondiente indagaremos dos ejemplos: el caso particular de las reforestaciones con pinos y eucaliptos tal como se ha dado en el Cono Sur en las últimas décadas y el modo en que es presentado el trigo HB4 recientemente aprobado en Argentina. Ambas actividades fueron elegidas para el análisis en tanto han sido presentadas en armonía con los objetivos de mitigación y/o adaptación al cambio climático, sugeridos por la agenda científica, particularmente la de organismos internacionales tales como el IPCC, a la vez que se les han señalado como problemáticos en términos ambientales (Acción por la Biodiversidad, 2022; Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo [AIFBN], 2021; Lara, 2021; Salinas, 2021; Trigo Limpio, 2021). En última instancia, cerraremos con algunos señalamientos generales acerca de la relación entre el cambio climático y el vínculo entre escalas-niveles, el reduccionismo y sus implicancias en términos políticos.

2. La conceptualización del cambio climático y las escalas-niveles

Una de las fuentes oficiales sobre el cambio climático es el IPCC. Compuesto por científicos de todo el mundo, el grupo fue creado por el Programa de Ambiente de las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial en 1988. En palabras del IPCC, el cambio climático puede ser comprendido como la

variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales. (IPCC, 2013: 188)

En términos funcionales, la explicación central del cambio climático dada es el siguiente: la Tierra recibe radiación solar. Debido a los denominados gases de efecto invernadero (GEI) -principalmente dióxido de carbono (CO₂), también óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄), entre otros presentes en la atmósfera- **parte de dicha radiación queda atrapada** dentro de la atmósfera terrestre. Ello provoca un aumento en la temperatura media de la superficie del planeta y disminuye las variaciones entre el día y la noche, entre otros aspectos fundamentales para la existencia de la vida tal como la conocemos. El cambio climático se produce entonces por un aumento en la cantidad de los GEI que ocasiona, entre otros

fenómenos, un incremento de la temperatura terrestre, aspecto por lo cual en ciertos contextos aparece cierta sinonimia entre la noción de “cambio climático” y “calentamiento global”.

El aumento del CO₂ (por su concentración es el GEI más relevante) está ligado a diferentes formas de producción industrial, la respiración de los seres vivos, la descomposición orgánica, los incendios forestales, las erupciones volcánicas. Sin embargo, entre ellas, las que mayor aporte realizan al incremento de CO₂ provienen de acciones humanas. Ya en 1992 se aprobó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, un texto en el que se reconoce la existencia de un calentamiento alimentado por la actividad antrópica, y en el que además se fija el objetivo de mitigar esas emisiones, que no paran de crecer. Actualmente, el registro marca alrededor de 420 partes por millón (ppm), una concentración de CO₂ mucho más alta que la de niveles preindustriales (285 ppm) y de la cual se estima que la última vez que hubo tal nivel fue hace algunos millones de años, mucho antes que el primer ser humano estuviera de pie (Chen, 2021; Rae *et al.*, 2021). Respecto a las fuentes que lo producen, los registros suelen señalar la quema de combustibles fósiles como la principal responsable. En este sentido, la quema de carbón sigue siendo la causa principal, con casi el 40% del CO₂ expulsado, siguiéndole el petróleo y el gas natural. Las predicciones marcan que si continúa este curso de acción llegaremos a un aumento de la temperatura global de 3, 4 o 5 grados Celsius para fin de siglo, y eso tendrá consecuencias muy significativas de diferente tipo. En sus últimos informes, el IPCC señaló que las emisiones de CO₂ respecto de las emisiones de 2010 deben caer un 45% para 2030 y llegar a 0 en 2050 para no exceder el límite de 1,5°C de aumento de temperatura y en un 25% para 2030 y llegar a 0 en torno a 2070 si se quiere evitar sobrepasar los 2°C, temperaturas señaladas como tope si se quieren prevenir los efectos más catastróficos del calentamiento global (IPCC, 2018, 2019). En cuanto a la liberación de carbono por países, está claro que los países considerados desarrollados -tales como Estados Unidos o los pertenecientes a la Unión Europea- presentan la mayor responsabilidad en términos históricos en la emisión de CO₂ (Naciones Unidas, 1992), aunque también es necesario marcar que el ascenso industrial de los últimos años de China y en menor medida de India, los ubican entre los primeros puestos de la lista de países con más emisiones (Crippa *et al.*, 2019; Hickel 2020). A su vez, se ha identificado que aproximadamente dos tercios de las emisiones industriales de CO₂ y CH₄ pueden ser adjudicadas a emisiones de solamente 90 empresas (Ekwursel *et al.*, 2017; Licker *et al.*, 2019).

Pero así como la causa señalada del cambio climático es principalmente la liberación de carbono a la atmósfera, los efectos que se enlistan no se restringen sólo a un aumento de la temperatura planetaria sino que se presentan múltiples y diversos. Por ejemplo, una de las consecuencias más importantes es la acidificación de los océanos. Cabe recordar que los océanos absorben alrededor de un tercio de las emisiones de CO₂. Así, el aumento de la captación de este gas de invernadero por los océanos ha tenido un gran efecto en cuanto a la disminución del pH del agua. A su vez, la acidificación de las aguas oceánicas perturba la fijación de carbonato de calcio (CaCO₃) en los esqueletos o armazones de conchas, erizos de mar, ostras y otras especies, provocando el descenso de especies muy sensibles como erizos, moluscos y estrellas de mar, y pone en riesgo a ecosistemas marinos como los arrecifes de coral, que son vitales para la pesca, ya que funcionan como "cunas" de peces. Otra de las consecuencias más referidas es el aumento del nivel del mar a nivel global. El incremento de la temperatura tiene consecuencias en deshielos en los casquetes polares y en glaciares, con lo cual aquellas regiones costeras presentan riesgos de inundaciones y de quedar bajo el mar en cierto tiempo. A su vez, se señala como otro de los efectos del cambio climático, un aumento de las lluvias torrenciales, al igual que un incremento en las sequías. De igual manera, en ciertas regiones se ha señalado que el cambio climático aumenta la probabilidad de calor extremo, en otras, de frío extremo. Ciertamente, este conjunto de situaciones da lugar a escenarios peligrosos tales como inundaciones e incendios, entre otras consecuencias sociales como el aumento de la desigualdad, pobreza, violencia de género, entre otras (IPCC 2019; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021).

La explicación dada del cambio climático ubica a las causas en la escala global y a las escalas o niveles regionales y locales en el orden de los efectos. El aumento de CO₂ y de temperatura es global, las sequías o las inundaciones son regionales o locales. Probablemente por ello es que las escalas-niveles regionales y locales suelen ocupar un lugar menos preponderante en el discurso de IPCC en relación con los

aspectos globales, aunque se hace presente en diferentes espacios y proyectos. En uno de sus documentos se señala:

La definición de escala regional es difícil, ya que frecuentemente están implicadas diferentes definiciones en distintos contextos. Por ejemplo, las definiciones pueden basarse en consideraciones geográficas, políticas o fisiográficas, en consideraciones de homogeneidad climática o en consideraciones de resolución de modelos. Debido a esta dificultad, en este capítulo se adopta una definición operativa basada en el rango de "escala regional" encontrado en la bibliografía disponible. Desde esta perspectiva, la escala regional se define aquí como la que describe el rango de 104 a 107 km². El extremo superior del rango (107 km²) también se denomina a menudo escala subcontinental, y en muchas zonas del planeta puede darse una marcada inhomogeneidad climática dentro de las regiones de escala subcontinental. Las circulaciones que se producen a escalas superiores a 107 km² (denominadas aquí "escalas planetarias") están claramente dominadas por procesos e interacciones de circulación general. El extremo inferior del rango (104 km²) es representativo de las escalas más pequeñas resueltas por los modelos climáticos regionales actuales. Las escalas inferiores a 104 km² son referidas como "escala local". (IPCC, 2001: 588. La traducción es nuestra)

La definición de escalas empleada por el IPCC responde claramente a una estructura mereológica en la cual la escala planetaria incluye espacialmente a la regional y ésta a su vez, a la escala local. A su vez, tal como explicita el documento citado, el criterio por el cual la escala está definida responde a la resolución de los modelos empleados en investigación meteorológica. Ciertamente, los fenómenos asociados a la crisis climática las diferentes escalas-niveles:

...el clima de una región dada está determinado por la interacción de los forzantes y las circulaciones que se producen en las escalas espaciales planetaria, regional y local, y en una amplia gama de escalas temporales, desde una inferior a la diaria hasta de múltiples decenios. Los forzantes a escala planetaria regulan la circulación general de la atmósfera global. Ésta, a su vez, determina la secuencia y las características de los fenómenos meteorológicos y los regímenes meteorológicos que caracterizan el clima de una región. Integrados en los regímenes de circulación a escala planetaria, los forzantes regionales y locales y las circulaciones a mesoescala modulan la estructura espacial y temporal de la señal climática regional, con un efecto que puede influir a su vez en las características de la circulación a escala planetaria. Ejemplos de forzantes a escala regional y local son los debidos a la topografía compleja, las características del uso de la tierra, las masas de agua interiores, los contrastes tierra-océano, los aerosoles atmosféricos, los gases radiactivamente activos, la nieve, el hielo marino y la distribución de las corrientes oceánicas. Además, la variabilidad climática de una región puede estar fuertemente influenciada por patrones de teleconexión originados por anomalías de forzantes en regiones distantes, como en los fenómenos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y la Oscilación del Atlántico Norte (NAO)". (IPCC, 2001: 588. La traducción es nuestra)

Ciertamente, aunque se le otorga mayor peso al nivel planetario, las escalas planteadas por el IPCC interactúan entre ellas. No obstante, las interacciones son presentadas en las explicaciones acerca de cómo es el clima de una región, pero no tanto acerca de las causas y los efectos del cambio climático. Ahora bien, ¿qué sucede cuando se indagan las actividades antrópicas que se presentan como beneficiosas para el cambio climático y a la vez, problemáticas en términos ambientales? Para comprender mejor esta situación analicemos a uno de los ejemplos que se han discutido al respecto y cómo son conceptualizadas las escalas y el vínculo entre ellas. Uno es, justamente, el caso de las reforestaciones con pino y eucalipto que se dio en el Cono Sur. Vamos a ese ejemplo.

3. Las forestaciones para celulosa en el Cono Sur como modelo de promesas globales

Promesas de árboles para mitigar el carbono

Veamos cómo se expresa la complejidad entre escalas-niveles en el caso de las forestaciones para exportar celulosa. El "modelo chileno" de la reforestación ha sido sin dudas uno de los principales casos del mundo indagados en cuanto a sus efectos masivos. Cabe recordar que la masificación de las plantaciones forestales en Chile llegó de la mano del gobierno de Augusto Pinochet quien, con el fin de impulsar el desarrollo forestal, estableció incentivos a la actividad a partir del Decreto Ley n° 701 y designó a su yerno, Julio Ponce Lerou, a cargo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), que desde entonces ejecuta las políticas forestales. Desde que se aprobó el decreto en 1974 hasta diciembre de

2015, el Estado de Chile aportó US\$ 657.452.324 en bonificaciones (cálculo realizado utilizando el tipo de cambio real) (CONAF, 2016: 10). El monto señalado benefició ampliamente a grandes forestales, particularmente durante las primeras dos décadas de vigencia del decreto: el Grupo ARAUCO y la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones. ¿Pero qué vínculo dicen tener las grandes forestales con el cambio climático? Una de las grandes empresas de incidencia global, la empresa ARAUCO al respecto señala que:

existen dos formas complementarias para reducir el aumento de la temperatura en nuestro planeta y nosotros en ARAUCO llevamos largo tiempo trabajado con en ambas: impulsando mejoras que nos han permitido reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en nuestra operación y al mismo tiempo aumentando las capturas de CO₂ a través de nuestras plantaciones y bosques nativos. (ARAUCO, 2019)

Luego agrega:

Los árboles representan una de las estrategias más potentes para avanzar en mitigaciones al Cambio Climático, dado que son la mayor infraestructura biológica del planeta y los mejores captadores de CO₂. No existe hoy en el mundo tecnología capaz de replicar la fotosíntesis. Todos los árboles, sin distinción, nativos y plantaciones, saben hacer su trabajo. La mejor forma de combatir el Cambio Climático es con más naturaleza y potenciando la madera como el material del futuro (ARAUCO, 2019)

Como se observa, la lógica argumentativa presentada por ARAUCO se centra en una conceptualización únicamente global y reducida a las emisiones de carbono. Dado que las emisiones a la atmósfera por las actividades humanas siguen en aumento, y que las plantas pueden capturar el CO₂ y fijarlo en sus estructuras, el uso de forestaciones es propuesto como herramienta de mitigación del cambio climático. En este sentido, cabe señalar que la estrategia no es exclusiva de la empresa, sino que en muchos países se fomentó la forestación como método para disminuir el cambio climático. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (más conocida como FAO) ubica a la forestación como una de las estrategias plausibles de mitigación del cambio climático, aunque señalan que debe realizarse bajo una gestión mejorada y sostenible (FAO, 2022).

Sin dudas, la estrategia aparece llana para atacar la causa principal del carbono. Sin embargo, ¿qué se registra en los territorios y en investigaciones sobre las forestaciones? Uno de los principales problemas ambientales que se señala es la pérdida de bosque nativo, en gran medida reemplazado por plantaciones forestales. Se ha detectado que los bosques nativos han disminuido un 19% en los últimos 40 años y continúa haciéndolo. En una investigación publicada en *Regional Environmental Change*, se destaca: “El modelo forestal chileno ha demostrado tener éxito en la expansión de las plantaciones de árboles exóticos, pero hasta ahora no ha sido compatible con la conservación y restauración de los bosques nativos” (Miranda *et al.*, 2017: 285. La traducción es nuestra). Se agrega además que “Es imperativo diseñar una nueva política forestal para asegurar la conservación de uno de los puntos de biodiversidad más singulares del mundo” (Miranda *et al.*, 2017: 285). La pérdida de bosque nativo y su reemplazo por forestaciones presenta asociados una serie de problemas, entre ellos, dos grandes fenómenos que se reconocen como riesgosos y con efectos secundarios: incendios y desecación del suelo.

El fuego

El riesgo de incrementar las chances de fuego fue abordado de diferentes modos en el caso de las plantaciones con pinos y eucaliptos en Chile. *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* son especies no nativas de Chile de las que se ha señalado que interactúan con el fuego y producen incendios de mayor impacto, más grandes e intensos que los propios de la vegetación nativa ¿Por qué este tipo de plantaciones incide en los incendios más que las especies autóctonas? La respuesta está asociada a varios aspectos:

i) La homogeneización del paisaje. Originalmente, el bosque nativo actuaba como barrera natural del fuego. Este tipo de bosques son más húmedos y no suelen quemarse a la misma velocidad o intensidad que una plantación forestal (Contreras *et al.*, 2018).

ii) También se presentan las propias características inflamables de las especies plantadas. El pino y el eucalipto son especies denominadas pirófitas, es decir, están adaptadas al fuego y presentan características químicas que las hacen más inflamables que otras especies (Gil Mora, 2020).

iii) Se incluye además el incremento en la desertificación. Al respecto, la geógrafa Pilar Cereceda refiere como causa directa de este proceso justamente a la propagación de los incendios:

“Es un fenómeno provocado por el cambio climático y un mal uso de suelo por parte de las forestales. Hay una disminución de precipitaciones e intervención de vegetación, especialmente en las montañas. El hecho de que la forestación sea de una sola especie, como eucalipto y pino, trae problemas en los suelos y en la infiltración de las aguas”. Cereceda explica además que, como consecuencia, estos incendios “van a provocar mayor desertificación, porque se queman los microorganismos, los insectos y toda la capa vegetal. Tenemos una pérdida de biodiversidad (Urquieta y Barrios, 2017)

La desecación del suelo

Fuertemente asociado a las causas señaladas en el ítem anterior, aparece la desecación del suelo, aspecto sumamente importante para la disponibilidad hídrica de las cuencas. El doctor en geografía Pablo Sarricolea indica que las plantaciones exóticas tienen mayor capacidad de desecar el suelo que los bosques endémicos:

“Muchos estudios han documentado la reducción del rendimiento hídrico en las regiones en expansión de las plantaciones forestales de rápido crecimiento, lo que revela implicaciones políticas claras sobre el uso de la tierra. En Chile, se reportó el efecto negativo de las plantaciones de *Pinus radiata* y eucalipto sobre el balance hídrico en comparación con pastizales y matorrales. Un estudio reciente documenta una relación lineal negativa entre el caudal de los ríos y las plantaciones forestales, a diferencia de lo que ocurre con los bosques nativos. (...) [Esto] evidencia que las plantaciones consumen más agua que los bosques nativos, matorrales y pastizales, haciendo que el suelo esté más seco, y el fuego se propague con mayor intensidad” (Urquieta y Barrios, 2017).

A pesar de que Sarricolea refiere a estudios recientes, lo cierto es que ya desde hace tiempo es conocido el rol negativo de las forestaciones sobre el balance hídrico. Oyarzún y Huber (1999), quienes estudian particularmente el efecto de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* en el sur de Chile concluyen:

Este comportamiento en el consumo de agua de las plantaciones sugiere de que en el largo plazo el decrecimiento en las reservas de agua del suelo puede tener efectos negativos sobre el rendimiento hídrico de las cuencas hidrográficas con extensivas plantaciones exóticas de crecimiento rápido. Esta situación tendrá especial relevancia en aquellas regiones con escasas y/o moderadas precipitaciones, ya que además del consumo por evapotranspiración hay que considerar las pérdidas por intercepción, especialmente importantes en zonas con escasas precipitaciones (Oyarzún y Huber, 1999: 43).

Escalas-niveles con signos opuestos

En el caso de las plantaciones de pinos y eucaliptos que se les asigna una buena alternativa para mitigar al cambio climático global aparece rápidamente el modo en que se oponen los signos correspondientes a las diferentes escalas-niveles. Por un lado, la estrategia que promete que una plantación masiva de árboles con fines industriales será capaz de tomar el carbono y así contribuir a bajar los registros globales. Pero en términos regionales y locales las consecuencias parecen haber sido desastrosas en términos ambientales. La combinación de un consumo masivo de agua desecando los territorios junto con la propensión del fuego sólo parecen multiplicarse problemas de las escalas-niveles inferiores a pesar de las promesas globales. De manera sintética, la *Declaración pública de la Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo (AIFBN) ante el informe del IPCC* manifiesta: “se sigue profundizando el paradigma de la forestación con especies de rápido crecimiento, sobre todo de especies exóticas, como solución para almacenar carbono, cuando son altamente consumidoras de agua y cuya gestión y explotación a tala rasa en grandes extensiones genera impactos sociales, culturales y ambientales de gran magnitud” (AIFBN, 2021).

La jerarquización del cambio climático en niveles y el otorgamiento de un mayor peso al nivel global, además de presentar conflictos con las escalas inferiores, tampoco parece adecuarse a los fines de mitigación. En este sentido, Amy Austin, investigadora del CONICET en el instituto IFEVA-FAUBA señala respecto a esa práctica en la Patagonia argentina:

Uno de los problemas que surgen al usar esta práctica tiene que ver con la naturaleza misma del almacenaje de carbono en la madera y en la hojarasca, ya que —a diferencia del suelo— se trata de compartimentos transitorios y vulnerables. Distintos disturbios —como los incendios, por ejemplo— pueden hacer que este carbono vuelva como CO₂ a la atmósfera, cuando lo deseable es que quede secuestrado en el ecosistema por mucho tiempo (Roset, 2020)

De manera que la forma de conceptualizar el problema ambiental y la consecuente solución o remedio son deficientes precisamente para ayudar a resolverlo. Un aspecto clave en este asunto parece ser precisamente el concepto de escala. En este sentido, resulta evidente que la noción de escala considerada en aquellos que señalan los problemas ambientales de las forestaciones es completamente distinta a lo propuesto por el IPCC (ver más arriba en el texto), ni a lo declamado por las empresas forestales. En estos casos, la región y los asuntos locales no están definidos por los modelos meteorológicos, ni tampoco están guiados únicamente por la gestión del carbono. Las cuencas hidrológicas, los parches de biodiversidad, de bosque nativo forman parte de las definiciones de las escalas en estas investigaciones. Ello, a su vez, no significa descartar lo que sucede a nivel global, en tanto, por ejemplo, la preservación del bosque nativo es importante en términos de secuestro de carbono. Más bien, estas posiciones visibilizan la existencia de problemas ambientales a partir de incorporar otros elementos en sus análisis y en las escalas consideradas, por ejemplo, la participación del bosque nativo en otros entramados además del global, en los ecosistemas que conforma, su vínculo con el suelo o con las cuencas hidrológicas.

La tensión entre una promesa global y efectos opuestos en los planos locales y regionales complejizan la discusión en relación al cambio climático. El ejemplo analizado de las expresa claramente esta tensión y agrega aspectos que tienen que ser considerados para nuestros escenarios y estrategias productivas que se realizan en nombre de un supuesto beneficio global. Con esta perspectiva, analicemos a continuación el caso del trigo transgénico HB4 recientemente aprobado en Argentina.

4. El trigo HB4

El origen del trigo HB4

El trigo es uno de los cereales emblemáticos de Argentina, siendo una de las claves tanto en términos de la alimentación de su población como de su propia matriz exportadora. Por su parte, la tecnología HB4 fue patentada por una empresa de capitales nacionales denominada Bioceres y en palabra de sus impulsores: “HB4® nace a partir del descubrimiento del gen que le otorga al girasol su capacidad de tolerar la sequía y la sanidad, por parte de investigadores del CONICET. Bioceres, obtuvo la licencia para desarrollar y transferir la biotecnología en especies de interés agronómico para que los distintos cultivos modificados muy pronto alcancen el mercado” (Bioceres, s.f.). Actualmente, en Argentina ya se comercializa la soja con dicha tecnología.

En el caso particular del trigo, Bioceres realizó un acuerdo con dos instituciones estatales de mucho prestigio: el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y técnicas (CONICET) y la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Conviene citar el modo en que es narrado los términos del acuerdo en las palabras de unas de las instituciones involucradas:

Cabe destacar que en 2004 el CONICET y la UNL patentaron una construcción genética que contenía el gen de girasol Hahb-4 y lo licenciaron a la empresa argentina Bioceres conformando una alianza pública privada exitosa. Según Chan: “Ellos tienen un know how y una posibilidad que nosotros no tenemos desde nuestro punto de vista científico, primero que son agrónomos y empresarios y nosotros somos biólogos moleculares e investigadores. El manejo de plantas a campo y en laboratorio requiere conocimientos

distintos. Además, y muy importante, tienen el conocimiento y experiencia en gerenciamiento empresarial que los científicos carecemos” (Patrone y Targovnik, 2019)

Junto con la supuesta resistencia a *stress* hídrico, la planta presenta la resistencia a glufosinato de amonio, un herbicida que ha sido señalado por su alta toxicidad en diferentes instancias. Sin embargo, los protagonistas han repetido que dicho herbicida sólo se presenta como marcador. En palabras de la investigadora responsable Raquel Chan:

Lo que hacemos en el laboratorio es transformar una bacteria, y esa bacteria agregarla a la planta. Es un proceso muy complejo e ineficiente: una de cada mil plantas, con suerte, es transformada, y solo unas pocas de las que sobreviven tienen el gen que se le agregó a la planta. La única forma de seleccionar a las que tienen el gen es tirándoles algo que solo resistan las que tienen esa construcción genética. El gen HahB4 es muy difícil de ver, entonces se les tira “basta”, que es un glufosinato más fino, y se mueren todas las que no tienen esa construcción genética. De las mil, queda una, dos o tres. Sin la resistencia al herbicida el trabajo llevaría unos cinco años más y sería mucho más costoso. Siempre se usa algún marcador de selección. En otras plantas usamos resistencia a antibióticos. Le tenemos que poner eso al principio porque la técnica te lo exige, si no es casi inviable. No es algo que haya inventado yo. (Villamil, 2020)

El trigo HB4 y la promesa frente al cambio climático

¿Qué vínculo tiene el trigo HB4 con el cambio climático desde el discurso de aquellas personas e instituciones que lo han generado y promueven su aprobación y comercialización? En la página de la UNL se señala:

“En lotes de producción y ensayos a campo llevados a cabo durante los últimos 10 años, las variedades de trigo HB4 mostraron según los informes de INDEAR [BIOCERES] mejoras de rendimiento que en promedio rondaron el 20 por ciento en situaciones de sequía. La incidencia de este fenómeno ha aumentado su frecuencia en el contexto del cambio climático global, afectando cada vez más la estabilidad de los sistemas de producción agrícolas.” (UNL, 2020)

A su vez, desde el CONICET se indica que:

En este contexto, a la escasez de alimentos y a las consecuencias del cambio climático se le suma que los cultivos más importantes a nivel mundial -soja, trigo, arroz y maíz- tienen un crecimiento inferior con respecto a lo que aumenta la población mundial. “Hay que desarrollar tecnologías para que no lleguemos a un momento en el que haya guerras por la comida”, sostiene la doctora Raquel Chan, investigadora superior del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), directora del Instituto Agrobiotecnológico del Litoral (IAL, CONICET-UNL) y profesora titular de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). (Patrone y Targovnik, 2019)

Así, el cambio climático y los efectos señalados en la segunda sección de este artículo parecen dar la promoción al propio producto tecnológico. De este modo, frente a una menor disponibilidad de agua por el aumento en la intensidad y frecuencia de las sequías por el cambio climático, se presenta un transgénico capaz de mantener la producción a pesar de los problemas ambientales.

La promesa del rendimiento alto a pesar de las condiciones ambientales, no es el único de los aspectos que involucra al cambio climático. Otro de los asuntos se alinea con lo desarrollado en la sección anterior y la promesa de disminuir el carbono a escala global. Por ejemplo, María Beatriz **Giraud**, titular de la Asociación de Productores en Siembra Directa (**AAPRESID**) en la **Cumbre del Clima en París dice: “[La siembra directa] tiene como objetivo alcanzar el estándar más alto para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, la menor utilización de combustibles fósiles y el mayor secuestro o acumulación de carbono en el suelo**”. Luego agrega: “Además de ser un balance mucho más positivo en la emisión de gases de efecto invernadero, existe la certeza de mantener los suelos mucho más fértiles para contribuir al equilibrio con la seguridad alimentaria” (AAPRESID, 2015).

El modelo de los agronegocios, la captura de carbono y la argentinidad

Tal como el caso de las forestaciones, el trigo HB4 ha recibido numerosas críticas en términos ambientales. Muchas de ellas se corresponden con apreciaciones negativas ya realizadas al modelo

agrario basado en organismos genéticamente modificados, herbicidas contaminantes y peligrosos para la salud humana (glifosato principalmente) y siembra directa, de las cuales existe una extensa bibliografía (Vicente, Acevedo, Vicente, 2020). En este sentido, la propuesta de trigo HB4 *se plantea a pesar de haberse extendido el nexo que se ha dado en Argentina en las últimas décadas entre la aprobación de los transgénicos, el corrimiento de la frontera agrícola en Argentina y los procesos de deforestación que llevaron a que Argentina se ubique entre los países que más ha deforestado en los últimos años. Otras críticas que vale la pena mencionar a los fines de este trabajo son las enumeradas por Walter Pengue: “Estos problemas ambientales se reflejan en una importante pérdida de nutrientes y degradación de suelos, la destrucción de hábitats, el aumento en las exportaciones de agua virtual, la aparición de nuevas plagas, enfermedades y malezas tolerantes y resistentes como el sorgo de alepo, sumados a la deforestación en varias ecorregiones” (Pengue, 2009: 157).*

A su vez, tal como se indicó anteriormente, el trigo HB4 presenta el gen de resistencia a glufosinato de amonio lo cual también ha sido objeto de críticas en tanto habilita el uso de dicho herbicida en el campo. A pesar de que se ha defendido la incorporación de la resistencia a glufosinato en términos de metodología y no para su empleo en el campo, lo cierto es que no sólo la presencia del gen habilita su uso, sino que Bioceres ha recomendado la utilización de la tecnología HB4 con glufosinato para la obtención de mejores rindes (Naturaleza de derechos, 2021). El glufosinato de amonio es un herbicida de comprobada toxicidad, prohibido en Europa por la Autoridad Alimentaria de Seguridad Alimentaria (EFSA, por sus siglas en inglés) por sus riesgos hacia mamíferos y para otros organismos (EFSA, 2005) y del cual también se ha reconocido su posible daño en el desarrollo de anfibios y ratones (Lajmanovich et al., 2014; Watanabe & Iwase, 1996).

El discurso promotor del trigo HB4 presenta una estructura similar al caso analizado de los pinos y eucaliptos, en donde sólo se consideran efectos parciales a nivel global sin incorporar otros efectos locales y regionales. La publicidad de Bioceres resalta al respecto: “HB4® abre un nuevo capítulo en la historia de la agricultura. Una agricultura mejor preparada para los desafíos climáticos” (Bioceres, s.f.). Asimismo, al igual que en el caso anterior, las críticas ambientales no toman el concepto de escala referente a la resolución de la circulación atmosférica, sino que incorporan otros elementos en su consideración del espacio, qué sucede con el suelo, con las ecorregiones, con los organismos que viven en las distintas zonas.

Un aspecto adicional para este caso es que los desacoples entre escalas-niveles también se reconocen en otra cuestión vinculada con la emisión de carbono. Se trata de un discurso que se sostiene en una reivindicación de lo nacional, aun cuando el producto está dirigido hacia un modelo agroexportador fuertemente a disposición del mercado internacional. El acento en la argentinidad parte de tratarse de un vínculo de todas instituciones de bandera argentina, situación empleada para ubicar al producto como un logro de la “ciencia argentina” (Grupo Bioceres 2021). Pero además de este aspecto publicitario, se le pretende imprimir un acento “soberano”, a partir del cual la tecnología nos brindaría mayor capacidad de decisión, entre otros asuntos, frente a la agenda de orden global. Al respecto, Pedro Peretti, referente del sector agrario, resalta en una nota titulada “Trigo HB4: Estado o Monsanto esa es la cuestión” para un diario de tirada nacional: “El descubrimiento y la patente son enteramente estatales: SI, 100% estatales. (...) ¿Qué tal? No fue creación de una institución privada: es fruto del trabajo científico y técnico nacional, “amo” absoluto de la patente. ¿Será por eso que molesta tanto a algunos?” (Peretti, 2022). Más adelante agrega: “¿justo a estos dos eventos íntegramente nacionales y estatales (...) le vamos a negar la aprobación? (...) Obviamente no. O sea que nosotros tumbamos nuestras patentes, que son propiedad de todo el pueblo argentino, y dejamos funcionar las de las multinacionales” (Peretti, 2022). Resulta interesante que en este asunto se incorpore la escala nacional, con los elementos políticos que ello involucra, en oposición a la globalidad del discurso climático, ahora sí con su dimensión política.

5. Cierre: cambio climático y las escalas

En una primera aproximación, el cambio climático presenta una definición de carácter global. Su causa principal, la emisión de gases de efecto invernadero, se presenta con una homogeneidad que involucra a la Tierra como un todo y cuyas manifestaciones se registran en todo el planeta. Un análisis de los escritos del IPCC permite a su vez reconocer las escalas-niveles inferiores, dimensiones regionales y locales, entendidos estos a partir de su tamaño asociado a los modelos climáticos. Dado el menor peso otorgado a dichos niveles resulta pertinente ver su vínculo con el modo en que efectivamente es configurado el cambio climático desde el propio IPCC y la exacerbación no sólo del aspecto global, sino en cuanto a la prevalencia de las causas, entre las cuales se señala principalmente a los gases de efectos invernadero, dada por los gases de efectos invernaderos. Esta acentuación de una única gran causa, parece también asumir diferentes formas de reduccionismo, en donde quizás la más evidente sea la de una reducción explicativa. Aquí no parece haber mayores conflictos entre niveles, pero la pregunta por aquellas actividades antrópicas que son justificadas a nivel global pero señaladas como problemáticas ambientalmente, abre a un escenario distinto en cuanto a la relación entre las distintas escalas.

En este sentido fueron presentados los casos de las plantaciones forestales y del trigo HB4. En ambos se presentan semejanzas evidentes. En principio puede verse que en ambas se apela a la configuración del cambio climático como promoción de esas prácticas. Para ello, apelan a la configuración global, avalada científicamente por organismos tales como el IPCC, mencionando que podrían desempeñar un papel positivo en la disminución de gases de efecto invernadero. No es centro aquí si eso realmente se cumple, pues por ejemplo debiera preguntarse su acción sobre los bosques nativos en ambos casos. Lo que nos interesa dados nuestros objetivos es la omisión total de las otras escalas regionales y locales, en las que en ambos casos parecen actuar con una fuerte incidencia socioambiental. El cambio climático es pues, como problema ambiental, conceptualizado con una fuerte estructura jerárquica, similar a la propuesta por el IPCC, en la cual el ámbito global no sólo explica los fenómenos a nivel regional y local, sino que también tiene un mayor grado de existencia que los niveles inferiores. Por lo tanto, parece asumir un escenario de tipo reductivo, tanto epistémico como ontológico, desde las escalas-niveles regionales y locales, a las globales. La presencia de escenarios reductivos frente a la promoción de este tipo actividades productivas, puede explicarse de manera directa por tratarse de emprendimientos que buscan básicamente la acumulación de capital y que pueden enmarcarse de lo que se ha marcado como *green-washing*: la práctica de las empresas de exhibirse públicamente como protectoras del ambiente, pero que en su actividad lo dañan sistemáticamente (Watson, 2016). Sin dudas, los aspectos señalados también pueden ser considerados para otros proyectos productivos en los que se ocultan los daños ambientales producidos en función de supuestos beneficios ambientales globales.

Otro aspecto sumamente interesante es el cambio en la forma de conceptualización de los problemas ambientales en quienes realizan críticas a los dos proyectos productivos. Sin dudas, el mayor peso está dado a nivel regional o local más que el global, pero en ningún caso omiten este último ámbito. A su vez, las escalas regionales o locales están dadas por las cuencas o los ecosistemas u otros recortes analíticos, pero que en todo caso no responde a la jerarquía espacial del cambio climático del IPCC o de los proyectos productivos. De manera asociada, las explicaciones de las posturas críticas no presentan como única variable la gestión del carbono, más bien las causas señaladas presentan un carácter múltiple (Acción por la Biodiversidad, 2022; Agrupación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo [AIFBN], 2021; Lara, 2021; Salinas, 2021; Trigo Limpio, 2021). Estos puntos de vista pueden entrar en diálogo con otras perspectivas de las ciencias, en las cuales las escalas-niveles mantienen relaciones no reduccionistas. Por ejemplo, una tesis ontológica sistémica, tal como la caracteriza Carolina Inés García (2020) para la disciplina ecológica, podría ser un punto de partida interesante, en el cual, en lugar de reemplazar ciertos niveles por otros, se enfatizan las relaciones entre ellos.

El acento de lo global frente a lo regional y local puede tener asociado otro elemento no menor en función de la discusión más general. Tal como plantean Andares y col. (2017) esta forma de globalidad tiene asociada principalmente cierta pretensión homogeneizadora. Esta idea homogeneizadora ha sido objeto de políticas activas para prevenir nuevos incendios. Por ejemplo, el denominado “Proyecto Mosaico”, impulsado en Sierra de Gata en Extremadura, España, es una iniciativa que sigue dicha línea y que tomó forma luego de un gran incendio en la zona (Cantero, 2016). Esencialmente, este proyecto busca diseñar

una estrategia participativa de prevención de incendios basada en actividades agrícolas, ganaderas y forestales que gradualmente recuperen un paisaje diverso, habitado y con menor riesgo: un paisaje en mosaico. En oposición, la homogeneización sea también una de las claves de las prácticas productivas asociadas a las forestales y a los vegetales transgénicos. Cabe aquí el interrogante final acerca de qué se trata la similitud en cuanto a la prevalencia de dichas reducciones, desde los abordajes profesionales como en cuanto actividades económicas que asumen tanto la gran escala como la homogeneidad.

El señalamiento de una única causa y la pretensión homogeneizadora actúan de manera conjunta para proveer una solución tecnológica al cambio climático. Si el problema es visto como una única causa (el exceso de CO₂ a nivel global), pareciera un problema abordable por una o múltiples tecnologías que actúan reduciendo, mitigando, secuestrando o gestionando de alguna manera la circulación de carbono. Este escenario a su vez, es solidario con aquellos países de mayor capacidad productiva que venden, “transfieren” su tecnología al resto de los países, de esta manera continuando o profundizando su dependencia en relación a ellos. Las críticas expuestas, que enfatizan la multicausalidad e invitan a considerar numerosos elementos en el entendimiento de los problemas socioambientales, muestran que para un adecuado tratamiento del ambiente es preciso dejar de lado la pregunta por las tecnologías salvadoras y avanzar en un modo de vivir que realmente pueda hacer frente a los desafíos presentes y futuros.

Referencias

AAPRESID. (30 de diciembre de 2015) *Cambio climático: la siembra directa tiene su voz*. <https://www.aapresid.org.ar/blog/cambio-climatico-la-siembra-directa-tiene-su-voz/>

Acción por la Biodiversidad, (3 de junio de 2022). *Trigo HB4: nuevo transgénico, nuevo veneno*. <https://www.biodiversidadla.org/Agencia-de-Noticias-Biodiversidadla/Trigo-HB4-nuevo-transgenico-nuevo-veneno>

Ahl, V. y Allen, T. F. H. (1996) *Hierarchy Theory. A Vision, Vocabulary and Epistemology*. Columbia University Press,

Andares, A., Herrera, E., Peña, H., Santos, J. M., y Vera Herrera, R. (2017). *El libro de los saberes*. México: Planetaria.

ARAUCO. (24 de septiembre de 2019). *ARAUCO anuncia carbono neutralidad al 2020 y se convierte en la primera compañía forestal del mundo en alcanzar esta meta*. <https://www.arauco.cl/argentina/arauco-anuncia-carbono-neutralidad-al-2020-y-se-convierte-en-la-primera-compania-forestal-del-mundo-en-alcanzar-esta-meta/>

Asociación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo, (11 de agosto de 2021). *Declaración pública Asociación de Ingenieros Forestales por el Bosque Nativo (AIFBN) ante el informe del IPCC*. <https://bosquenativo.cl/declaracion-publica-agrupacion-de-ingenieros-forestales-por-el-bosque-nativo-aifbn-ante-el-informe-ipcc/>

Bioceres (s.f.). *Tecnología*. Recuperado el 15 de noviembre de 2022 de <https://bioceressemillas.com.ar/tecnologia/>

Cantero, R. (7 de diciembre de 2016). Las primeras piezas del ‘mosaico’ de la Sierra de Gata. *El periódico Extremadura*. <https://www.elperiodicoextremadura.com/extremadura/2016/12/07/primeras-piezas-mosaico-sierra-gata-44348556.html>

Chen, J. M. (2021). Carbon neutrality: toward a sustainable future. *The Innovation*, 2(3).

Contreras, A., Fuentes, A., Contreras, F., & Contreras, M. J. (2018). Caracterización de Bosques Nativos que Presentaron Resistencia al fuego en el Megaincendio de la Región del Bio-Bío de Chile. *Cadernos de Agroecología*, 13(1).

Corporación Nacional Forestal [CONAF] (2016). Decreto Ley 701. Cuarenta años de incentivos a la forestación. 1975-2015. *Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile*.

Crippa, M., Oreggioni, G., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Lo Vullo, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J.G.J. & Vignati, E. (2019). Fossil CO₂ and GHG emissions of all world countries – 2019 Report. *Publications office of the European Union*.

EFSA. (2005). *Conclusion regarding the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance glufosinate finalised*. *EFSA Scientific Report*. 27: 1-81.

Ekwurzel, B., Boneham, J., Dalton, M. W., Heede, R., Mera, R. J., Allen, M. R., & Frumhoff, P. C. (2017). The rise in global atmospheric CO₂, surface temperature, and sea level from emissions traced to major carbon producers. *Climatic Change*, 144(4), 579-590.

Folguera G. y Lombardi O. (2012). The relationship between microevolution and macroevolution, and the structure of the extended synthesis. *History and Philosophy of the Life Sciences*. 34(4), 539-559.

Folguera, G. (2009). *Multiplicidad de procesos evolutivos y de entidades biológicas: análisis crítico de las jerarquías genealógicas en la teoría de la evolución del siglo XX*. [Tesis de Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires].

García, C. I. (2020). El aporte de la epistemología mecanística para abordar los problemas metodológicos y ontológicos de la ecología científica. Tesis de doctorado. Universidad Nacional de Tres de Febrero.

Gil Mora, J. E. (2020). Incendios forestales: causas e impactos. *El Antoniano*, 135(1), 68-113.

Grupo Bioceres. (29 de octubre de 2021). *HB4. Ciencia argentina al mundo | Episodio 3 | Bioceres, 20 años creando futuro*. [Archivo de video]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=6j4H5ELXxA4&ab_channel=GrupoBioceres

Herod, A. (2021). Debates over geographical scale in the anglophonic world. *Tabula Rasa*, (39), 19-38.

Hickel, J. (2020). Quantifying national responsibility for climate breakdown: an equality-based attribution approach for carbon dioxide emissions in excess of the planetary boundary. *The Lancet Planetary Health*, 4(9), e399-e404.

IPCC. (2001). Regional Climate Information – Evaluation and Projection, Chapter 10. En J.T. Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.). *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 583-638. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/TAR-10.pdf>

IPCC. (2013). Glosario. En T.F. Stocker., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.). *Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, 184-204. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

IPCC. (2018). Resumen para responsables de políticas. En: V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.). *Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

IPCC. (2019). Resumen para responsables de políticas. En: P. R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley (eds.). *El cambio climático y la tierra: Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres*. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2020/06/SRCCL_SPM_es.pdf

Klimovsky, G. (1997) *Las desventuras del conocimiento científico*. (3ª ed). A-Z editora S.A.

Lajmanovich, R. C., Cabagna-Zenkhusen, M. C., Attademo, A. M., Junges, C. M., Peltzer, P. M., Bassó, A., & Lorenzatti, E. (2014). Induction of micronuclei and nuclear abnormalities in tadpoles of the common toad (*Rhinella arenarum*) treated with the herbicides Liberty® and glufosinate-ammonium. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 769, 7-12.

Lara, A. (14 de julio de 2021). Debate sobre plantaciones forestales: el agua nos divide, el fuego nos une. *Ciper*. <https://www.ciperchile.cl/2021/07/14/debate-sobre-plantaciones-forestales-el-agua-nos-divide-el-fuego-nos-une/>

Licker, R., Ekwurzel, B., Doney, S. C., Cooley, S. R., Lima, I. D., Heede, R., & Frumhoff, P. C. (2019). Attributing ocean acidification to major carbon producers. *Environmental Research Letters*, 14(12), 124060.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, (10 de agosto de 2021). *Presentación nuevo informe del IPCC sobre las bases físicas del cambio climático*. [Archivo de video]. Youtube. https://youtu.be/_WIJfJ_WcCc

Miranda, A., Altamirano, A., Cayuela, L., Lara, A., & González, M. (2017). Native forest loss in the Chilean biodiversity hotspot: revealing the evidence. *Regional Environmental Change*, 17(1), 285-297.

Naciones Unidas, (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf

Naturaleza de Derechos. (11 de junio de 2021). Trigo transgénico HB4: Brasil aplazó su aprobación. *Tierra Viva Agencia de Noticias*. <https://agenciaterraviva.com.ar/trigo-transgenico-hb4-brasil-aplazo-su-aprobacion/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2 de mayo de 2022). *Según un nuevo informe de la FAO, los bosques y los árboles pueden ayudarnos a recuperarnos de múltiples crisis*. <https://www.fao.org/newsroom/detail/forests-can-help-us-recover-from-multiple-crises-new-fao-report-says-020522/es>

Oyarzún, C. E., & Huber, A. (1999). Balance hídrico en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus globulus* y *Pinus radiata* en el sur de Chile. *Terra latinoamericana*, 17(1), 35-44.

- Patrone, S. y Targovnik, D. (7 de febrero de 2019). Tecnología contra la sequía trasciende fronteras. *CONICET*. <https://www.conicet.gov.ar/una-tecnologia-contra-la-sequia-que-trasciende-fronteras/>
- Pengue, W. A. (2009). *Cuestiones económico-ambientales de las transformaciones agrícolas en las pampas. Problemas del desarrollo*, 40(157), 137-161.
- Peretti, P. (19 de mayo de 2022). Trigo HB4: Estado o Monsanto esa es la cuestión. *Página 12*. <https://www.pagina12.com.ar/422797-trigo-hb-4-estado-o-monsanto-esa-es-la-cuestion>
- Rae, J. W., Zhang, Y. G., Liu, X., Foster, G. L., Stoll, H. M., & Whiteford, R. D. (2021). Atmospheric CO₂ over the past 66 million years from marine archives. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 49, 609-641.
- Roset, P. (2020). ¿Cuán efectivas son las forestaciones para mitigar el calentamiento global? *Sobre la Tierra*. <http://sobrelatierra.agro.uba.ar/cuan-efectivas-son-las-forestaciones-para-mitigar-el-calentamiento-global/>
- Salinas, F. (6 de octubre de 2021). *Chile: científicos piden que la industria forestal pase por una evaluación de impacto ambiental.* / Entrevistada por Michelle Carrere. Mongabay. <https://es.mongabay.com/2021/10/chile-industria-forestal-evaluacion-de-impacto-ambiental-entrevista/>
- Salthé, S. N. (2002). Summary of the principles of hierarchy theory. *General Systems Bulletin*, 31, 13-17.
- Smith, N. (2008). *Uneven development: Nature, Capital, and the Production of Space*. (3° ed). The University of Georgia Press
- Trigo Limpio, (14 de julio de 2021). *Durante el 2020, ante la aprobación del trigo Hb4, tolerante a sequía y al glufosinato de amonio, nuestro Colectivo elevó* [Tweet] [Imagen adjunta]. Twitter. <https://twitter.com/TrigoLimpio10/status/1415373112644886530>
- Universidad Nacional del Litoral. (7 de octubre de 2020). *Con tecnología de UNL-Conicet, se aprobó la regulación del trigo HB4*. https://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/con_tecnolog%C3%ADa_de_unl-conicet_se_aprob%C3%B3_la_regulaci%C3%B3n_del_trigo_hb4
- Urquieta, C. y Barrios, C. (27 de enero de 2017). Plantaciones forestales: factor clave en la tormenta perfecta. *Fundación Terram*, <https://www.terram.cl/2017/01/plantaciones-forestales-solo-uno-de-los-factores-en-la-tormenta-perfecta/>
- Valenzuela, C. (2021). Una mirada geográfica a la escala como instrumento de construcción de la realidad. *Tabula Rasa*, (39), 65-81.
- Vicente, L., Acevedo, C., Vicente, C. (coord.) (2020). *Atlas del agronegocio transgénico en el Cono Sur Monocultivos, resistencias y propuestas de los pueblos*. Argentina: Acción por la Biodiversidad.
- Villamil, L. (22 de octubre de 2020). La creadora del trigo resistente a la sequía rechaza críticas: "No podemos perder la oportunidad de ser líderes en algo". *Diario Clarín*. https://www.clarin.com/rural/creadora-trigo-resistente-sequia-rechaza-criticas-desarrollo-podemos-perder-oportunidad-lideres-_0__URzzINvg.html
- Watanabe, T. & Iwase, T. (1996) *Development and dymorphogenic effects of glufosinate ammonium on mouse embryos in culture. Teratogenesis carcinogenesis and mutagenesis*, 16 (6), 287-299.

Watson, B. (20 de agosto de 2016). The troubling evolution of corporate greenwashing. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2016/aug/20/greenwashing-environmentalism-lies-companies>

Whimsat, W. y Sarkar, S. (2006). Reductionism. En S. Sarkar y J. Pfeifer (eds.). *The Philosophy of Science. An Encyclopedia*, 696-702. Routledge

Wynne, B. (2004). May the sheep safely graze? A reflexive view of the expert-lay knowledge divide. En S. Lash, B., Szerszynski y B. Wynne (Eds.). *Risk, environment, and modernity: towards a new ecology*, 44-83. Sage Publications.